

**DIFICULDADES REVELADAS POR ALUNOS
EM CONTEXTOS DE APLICAÇÃO OU MODELAÇÃO MATEMÁTICA ***

Fernanda Tavares

Área Científica de Matemática - Escola Superior de Educação de Viseu

Introdução

Com o estudo realizado procurámos identificar, descrever e analisar as dificuldades manifestadas pelos alunos em contexto de resolução de problemas ligados à realidade, procurando perceber a forma como alunos recém-chegados ao ensino superior utilizam os seus conhecimentos matemáticos para resolver situações ligadas à realidade, tendo disponíveis algumas ferramentas computacionais.

Em torno desta problemática, procurámos responder às seguintes questões:

I. Quais as principais dificuldades reveladas pelos alunos

I. 1. em contextos de aplicação ou modelação matemática?

I. 2. na sua relação com as ferramentas computacionais disponíveis?

I. 3. na sua relação com os outros (professor e colegas)?

II. Que concepções têm os alunos (futuros professores de Matemática)

II. 1. sobre a Matemática?

II. 2. sobre os problemas e a resolução de problemas?

II. 3. sobre a utilização de ferramentas computacionais em contexto escolar?

III. Será possível estabelecer algum tipo de conexão entre as concepções dos alunos e o seu desempenho em actividades de aplicação da matemática?

Neste artigo, deter-nos-emos apenas na primeira questão: "Quais as principais dificuldades reveladas pelos alunos em contextos de aplicação ou modelação matemática?".

De modo a enquadrar o estudo realizado e a fundamentá-lo teoricamente, procurámos conhecer com alguma profundidade o trabalho feito por alguns investigadores em áreas directamente relacionadas com o problema e as questões que pretendia estudar. Assim, estudámos alguns dos trabalhos de

* Lesh, Lester, Blum e Niss sobre problemas e resolução de problemas;

* Lesh, Niss, Kerr e Maki sobre modelos e modelação matemática;

* Clements, Matos sobre ferramentas computacionais em educação matemática;

* Blum e Niss, Swetz sobre a integração curricular das aplicações e modelação matemática.

Metodologia

As questões a que pretendíamos responder com o estudo levado a cabo situavam-se no domínio do como e do porquê; o fenómeno que nos propusémos estudar era um fenómeno contemporâneo, isto é, o estudo decorreu em contexto real. Sublinhemos ainda que as variáveis e acontecimentos presentes no contexto do estudo se revelavam extremamente difíceis de controlar.

Yin (1989) considera que o estudo de caso é uma estratégia particularmente apropriada quando "as questões do como e porquê são fundamentais, quando o investigador tem muito pouco controlo sobre os acontecimentos e quando o estudo se centra no fenómeno que decorre num contexto real" (p.13). Assim, pareceu-nos adequado desenvolver esta investigação segundo o paradigma qualitativo e, no âmbito deste, optar pela metodologia de estudo de caso. Considerámos como unidade de análise o grupo em actividade, procurando descrever essa unidade de modo aprofundado.

Contexto

Este estudo desenvolveu-se no âmbito da disciplina de opção Modelação Matemática, que faz parte do currículo do 1º ano do Curso de Professores do 2º Ciclo do Ensino Básico, da Variante de

Matemática/Ciências da Natureza, de uma Escola Superior de Educação. Trata-se de uma disciplina anual, com uma carga horária de duas horas semanais (numa única sessão). A recolha dos dados empíricos foi levada a cabo no início do ano lectivo de 1996/1997, sendo a primeira vez que a disciplina estava a ser leccionada.

Naquele ano lectivo, a disciplina estava a cargo de três professores, sendo um deles a autora deste trabalho.

Durante as aulas em que decorreu a recolha de dados estiveram sempre presentes dois professores (a investigadora e um outro). A investigadora ocupava-se da observação de um dos grupos de trabalho designado como Grupo I, enquanto que o outro professor, tendo participado também na preparação da actividade a desenvolver na respectiva sessão, acompanhava os restantes grupos da turma. O professor que acompanhou o trabalho em conjunto com a investigadora foi sempre o mesmo.

Técnicas e Procedimentos de Recolha de Dados

Como já referimos, a recolha de dados foi levada a cabo no começo do ano lectivo e esteve centrada no trabalho de dois grupos (Grupo I e Grupo II) de três alunos cada. Durante esse período, as aulas desenvolveram-se em torno de propostas de actividades de aplicação e modelação matemática, com a possibilidade de os alunos recorrerem à folha de cálculo (Microsoft Excel 4.0) e a calculadoras científicas (Casio fx-992VB).

Antes do início de cada aula foram instaladas duas câmaras de vídeo (uma junto de cada grupo) em tripé, estando ligado a cada uma delas um microfone que era colocado na mesa de trabalho do grupo, de modo a permitir o registo de todas as conversas ocorridas e a evitar a interferência do "barulho de fundo" do resto da turma.

Os registos (em papel ou em disquete) feitos por todos os grupos da turma durante a aula foram entregues aos professores, de modo a complementarem todos os dados recolhidos através da observação directa (na aula) e indirecta (pela gravação vídeo). O tipo de trabalho que era pedido aos grupos que não estavam a participar no estudo era exactamente o mesmo, daí que todos os grupos fossem obrigados a apresentar os relatórios das actividades desenvolvidas nas aulas.

Durante o decorrer das aulas em que os alunos estiveram a realizar actividades de aplicação e modelação, a preocupação central dos professores presentes na sala era que cada grupo encontrasse o

seu caminho para resolver o problema proposto. Quando um grupo parecia ter "bloqueado" o professor procurava levantar questões que achava pertinentes para que a tarefa do grupo avançasse.

Como complemento da observação e dos registos feitos nas aulas, a investigadora levou a cabo entrevistas (que foram autênticas conversas) com os alunos dos dois grupos directamente envolvidos no estudo. Estas entrevistas serviram, essencialmente, para clarificar alguns pontos relativos às aulas, mas sobretudo para conhecer melhor alguns pontos de vista dos alunos sobre a Matemática, a resolução de problemas e a utilização das novas tecnologias no ensino.

Apresentação dos Dados

Quando chegámos à fase de apresentação dos dados recolhidos, decidimos apresentar pormenorizadamente apenas o resultado do trabalho de um dos grupos: o Grupo I. O critério que adoptámos para decidir qual o grupo sobre o qual iria incidir efectivamente o estudo foi uma análise prévia do trabalho desenvolvido por ambos os grupos nas várias actividades. Essa primeira análise consistiu no visionamento de todas as actividades videogravadas de um e outro grupo. Uma vez concluída essa análise prévia, pareceu-nos que o trabalho desenvolvido pelo Grupo I era globalmente mais rico, o que permitiria, em princípio, ilustrar melhor as questões essenciais do estudo.

Não caberia no âmbito deste artigo a apresentação de todos os dados recolhidos, nem sequer a discussão de todas as questões abordadas no estudo. Assim, apresentaremos apenas um pequeno excerto da exploração que os alunos fizeram de uma das actividades propostas. O excerto escolhido parece-nos ilustrar suficientemente algumas das dificuldades manifestadas pelos alunos em contextos de aplicação ou modelação matemática.

A última proposta de trabalho apresentada aos alunos, no âmbito deste estudo, foi a que se segue:

Proposta de Actividade

O VEADO DE CAUDA BRANCA (1)

Nos primeiros anos de colonização da costa Este dos Estados Unidos, o veado de cauda branca andava livremente e era fonte de alimento para os Índios e colonos. Nessa época, a população de veados devia ser na ordem das centenas de milhares. Gradualmente, à medida que a região se desenvolvia, as manadas diminuían. Com o desenvolvimento habitacional, da agricultura e da indústria, a área de

floresta disponível para os veados foi significativamente reduzida. O veado de cauda branca americano pode ser ainda apreciado no seu estado selvagem, constituindo uma natural fonte de beleza. A caça ao veado proporciona momentos de lazer aos caçadores em cada Outono. As dimensões das manadas dependem de um equilíbrio delicado. Se o grupo se tornar muito grande, isto é, se o número de veados for excessivo para a quantidade de alimentos disponíveis, alguns veados definham e morrem. Os veados esfomeados destroem sementeiras e causam prejuízos nos seus movimentos migratórios. Portanto, a dimensão das manadas tem que ser cuidadosamente supervisionada e controlada pelas entidades oficiais responsáveis.

Os dados disponíveis revelam que:

1. As crias podem ser consideradas como adultos a partir dos 2 anos de idade.
2. Por cada 100 fêmeas são dadas à luz, aproximadamente, 150 crias. Por cada 100 crias fêmea que nascem, ocorrem 107 nascimentos de crias macho.
3. Por factores naturais, apenas 55% das crias nascidas atingem 1 ano de vida e, destas, apenas 60% sobrevivem até aos 2 anos de idade. A sobrevivência entre os adultos é de 90%.

Em 1989, em Dauphin County, na Pennsylvania, existia uma população de veados estimada em 9399 cabeças, distribuídos da seguinte forma:

Machos adultos 1707 Crias macho 2058

Fêmeas adultas 3714 Crias fêmea 1920

Desenvolva um modelo para estudar o crescimento previsível da população dos veados de Dauphin County entre 1989 e 1999, considerando os dados disponíveis.

NOTA: Assuma que, em 1989, um terço das crias tinha 1 ano de idade, e as restantes eram recém-nascidas.

Apresentamos a seguir alguns excertos dos diálogos mantidos pelos alunos durante a exploração desta proposta de actividade:

Excerto 1

Rafaela: Só não percebi porque é que dessas 150 são 100 fêmeas e 107... Dá 207... Como é que dá 150?

Sara: Também não percebi muito bem essa.

Rafaela: Não percebi essa lógica aí...

Sara: Só se forem essas 100 fêmeas que nascem que vão dar, depois em grandes, 107 machos...

João: Não...

Rafaela: Só se for, em cada 100 nascimentos de fêmeas ocorrem 107 nascimentos de machos...

As dúvidas manifestadas pelas alunas devem-se ao facto de não conseguirem identificar na descrição feita no enunciado uma situação de proporcionalidade directa entre os nascimentos de machos e os nascimentos de fêmeas. O facto de os alunos não dominarem um conceito básico criou dificuldades à exploração da situação.

O João deu sinais de ter identificado naquela situação a noção de proporcionalidade directa. No entanto, a sua formalização pareceu bastante difícil para o aluno:

Excerto 2

Rafaela: Agora cada 100 crias...

João: O problema é que não é cada 100 crias... [Pausa] Crias, mas são fêmeas...

[Pausa]

João: Eu sei um método para descobrir, mas demora um bocado...

Sara [voltando a dar atenção à situação]: Como?

João: Meto 100 fêmeas, 107 machos, depois meto mais 100 fêmeas, 107 machos, até somar isto e dê 5571...

Sara: liiii!... Nunca mais acabas...

Rafaela: Pois, é isso que eu também estava a pensar...

João: Não sei é se sabeis calcular d'outra maneira...

Depois de mais alguns instantes a pensar, o João acabou por arranjar um "subterfúgio" para resolver o problema:

Excerto 3

João: Ah! Já sei... Somo 100 mais 107 e o total vai ser o divisor do número total de crias...

Rafaela: Ah!... É isso... Pode-se dividir...

João: Divide 5571 por 207...

Rafaela: Dá 26...

João: Então vai dar 2600 fêmeas e 26×107 machos... Isto é no 1º ano...

Rafaela: Ai tem mais anos?

João: Isto vai ser durante 10 anos, acho eu...

Sara: É. É até 1999.

Mesmo depois de ter lido inicialmente o enunciado com aparente atenção, a Rafaela não tinha presente um dos dados principais do problema!

Procurarei agora dar conta de algumas das conclusões do estudo que levámos a cabo, algumas delas ilustradas nos excertos que apresentamos atrás. Como referimos, daremos, aqui, especial importância à questão "Quais as principais dificuldades reveladas pelos alunos em contextos de aplicação ou modelação matemática?".

Conclusões do Estudo

Principais dificuldades dos alunos em contexto de aplicação e modelação matemática.

Foram propostas aos alunos seis actividades de aplicação da Matemática (das quais apresentámos uma), emergentes de contextos do mundo real (2) e que exigiam para a sua resolução a utilização de conceitos e métodos matemáticos. É nesta perspectiva que as actividades propostas aos alunos durante a realização desta investigação podem, em nosso entender, ser classificadas como problemas de aplicação, seguindo a denominação utilizada por Blum e Niss (1989). Os alunos deveriam criar, em cada situação, um modelo matemático, aperfeiçoado sucessivamente num processo de modelação matemática, até encontrarem uma solução satisfatória. Assim, as actividades propostas eram também potencialmente propiciatórias de processos de modelação matemática.

No trabalho desenvolvido pelo grupo ao longo das cinco sessões (seis propostas de actividade) pudemos identificar cinco fases essenciais:

(i) Interpretação da situação descrita. Esta foi a fase inicial da exploração das seis propostas de trabalho, durante a qual os alunos procuravam compreender o contexto descrito no enunciado. De um modo geral os alunos limitaram-se a algumas leituras sucessivas do enunciado, que por vezes eram acompanhadas de alguns sublinhados ou da realização de esquemas.

(ii) Procura de uma solução, geralmente por tentativas. Numa segunda fase, o grupo, ou alguns elementos individualmente, encetaram algumas tentativas de resolução, procurando soluções que nunca contemplaram todas as condições descritas nos enunciados. Estas tentativas foram desenvolvidas essencialmente com papel e lápis, utilizando também frequentemente a calculadora como auxiliar do cálculo, mas quase nunca o computador.

(iii) Impasse. Depois de desenvolvidos os primeiros esforços para encontrar uma solução, o grupo chamava o professor que os alertava para as falhas cometidas. Deste modo, os alunos viam-se na situação de ter que recomeçar toda a exploração em torno da proposta de actividade. Na maior parte das situações, o grupo entrou num estado de "bloqueio". A situação de impasse foi motivada quer pela não compreensão do enunciado quer pelo não domínio dos conceitos matemáticos necessários.

(iv) Intervenção do professor. Em todas as aulas se revelou necessária a intervenção do professor para que o grupo conseguisse obter soluções adequadas às situações propostas.

(v) Uma solução. Os alunos conseguiram geralmente obter uma solução adaptada ao que era pedido nas várias propostas de actividade; no entanto, tais soluções tinham um contributo do professor maior do que seria de esperar.

A abordagem inicial a cada uma das situações consistiu invariavelmente numa leitura individual e silenciosa. Inicialmente, o período que o grupo dedicava à primeira abordagem era bastante longo e os alunos revelavam grandes dificuldades de compreensão dos enunciados. À medida que as propostas de actividades se sucederam, o tempo gasto na leitura individual e as dificuldades de compreensão foram diminuindo, ainda que muito ligeiramente. Verificou-se também uma pequena alteração na abordagem das situações: depois de todos os elementos terem lido o enunciado começou a estabelecer-se algum (pouco) diálogo intra-grupo, com vista à discussão de algumas dúvidas, antes da passagem à fase seguinte. Mesmo assim, podemos afirmar que os elementos do grupo trabalharam muito pouco "em grupo"; os alunos pareciam não estar habituados à dinâmica do trabalho de grupo, o que pode ter sido também gerador de dificuldades na interpretação das situações.

O facto de estes alunos terem uma prática quase nula na resolução de problemas foi concerteza motivadora das grandes dificuldades iniciais. O enunciado de um simples exercício de aplicação não apela à capacidade de interpretação, indicia ou deixa antever o método matemático a utilizar e apresenta os dados de forma sistematizada. Ora, nas propostas de actividade apresentadas, os dados encontravam-se envolvidos por um contexto mais ou menos complexo que era preciso explorar e os conceitos e métodos matemáticos a utilizar não eram identificáveis de imediato. Assim, o grupo foi-se apercebendo, aos poucos, do modo como deveria explorar os enunciados. As questões que o professor foi colocando aos alunos quando era solicitado podem ter sido favoráveis àquela evolução. Parece emergir daqui a ideia de que o desenvolvimento da capacidade de interpretar situações também passa por interpretar situações, isto é, parece-nos que um aluno dificilmente conseguirá interpretar o enunciado de uma situação se nunca lhe for apresentado nenhum que exija tal capacidade.

Associadas às dificuldades de interpretação, os alunos criaram restrições que não estavam presentes nos enunciados e esqueceram frequentemente dados e condições importantes para conseguir chegar a uma solução adequada.

Quando o grupo pensava ter compreendido a situação, procurava encontrar um caminho que conduzisse a uma resposta à situação. A estratégia mais utilizada pelo grupo foi a de ir fazendo tentativas. Essas tentativas nem sempre eram concertadas dentro do grupo, tratando-se

frequentemente de iniciativas individuais. Por vezes, as tentativas sucediam-se, numa confusão de operações avulso. Na maior parte das situações, aos resultados que iam sendo obtidos, os alunos não conseguiam atribuir qualquer significado no contexto da situação.

O procedimento que acabámos de descrever parece-nos ter origem numa outra dificuldade revelada pelos alunos: identificação e tradução por meio de objectos matemáticos os elementos essenciais da situação. Lesh (1985) refere-se também a dificuldades deste tipo na resolução de problemas de aplicação e modelação.

A fraca compreensão que os alunos conseguiam ter dos contextos das situações não lhes permitia destacar os elementos relevantes daqueles que o não eram. Deste modo, não podiam levar a cabo aquilo que Mogens Niss (1989) descreve como a segunda etapa no processo de modelação matemática: a identificação dos objectos e relações relevantes a contemplar no modelo. Parece-nos que esta razão é suficiente (se outros factores não houvesse) para que os alunos não tenham sido capazes de construir sozinhos qualquer modelo matemático satisfatório.

A visão que os alunos construíam relativamente a uma situação só muito dificilmente era alterada. Esta dificuldade em perspectivizar a situação de um novo ângulo fez com que o grupo acabasse frequentemente por cair em situações de impasse. Sempre que tal aconteceu, só a intervenção do professor foi capaz de alterar a visão dos alunos, por vezes com dificuldade.

Segundo Dufour-Janvier, Bednarz e Bélanger (1987), quando um indivíduo interpreta uma dada situação constrói imagens mentais a que podemos chamar representações internas ou, na terminologia de Lesh (1990), modelos conceptuais (ou modelos internos). Atentemos no que diz Matos (1994) sobre a importância de tais estruturas na resolução de problemas de aplicação:

a actividade de resolução de problemas de aplicação envolve o estabelecimento de relações ou correspondências entre as situações e os modelos internos. Com base neste pressuposto, podemos interpretar as dificuldades dos alunos em fazer face a uma situação problemática--nomeadamente ao utilizarem apenas parcialmente a informação disponível, a dificuldade de lidar simultaneamente com diversos factores presentes na situação e a interpretação deficiente dessa situação--com origem na leitura da situação a partir de modelos internos pré-existentes e que actuam como factores de enviesamento (p.71).

Assim, as dificuldades manifestadas pelos alunos, descritas atrás, podem ficar a dever-se à interferência dos seus modelos internos (aparentemente muito pobres ou inexistentes), que acabam por produzir uma imagem distorcida da situação.

Quando os alunos, mais ou menos autonomamente, foram capazes de construir algum modelo matemático, a exploração e avaliação desse modelo foram inexistentes. Só quando alertados para discrepâncias entre o modelo e a situação é que os alunos procediam a algum tipo de avaliação, não parecendo existir o desejável ajustamento dos correspondentes modelos internos. É interessante notar que, quanto menos ricos parecem ser os modelos internos evidenciados pelos alunos, mais difícil se torna a sua reformulação no sentido de um maior enriquecimento e de uma complexificação. Por outras palavras, quanto menos rica e complexa é a rede inter-conceitos de um indivíduo, mais difícil parece ser a aplicação desses conceitos, a detecção de discrepâncias entre o modelo (ou pseudo-modelo) matemático e a realidade, ou até mesmo entre o modelo criado e as estruturas mentais. Tal como refere Matos (1994), uma fraca coordenação dos esquemas conceptuais tende a provocar um baixo poder de monitorização.

Lesh (1990) refere que aquilo que constitui o motor de desenvolvimento do modelo é a necessidade de atenuar as discrepâncias entre os resultados produzidos pelo modelo e a situação. No que diz respeito aos alunos que observámos, pareceu-nos que, dada a fraca capacidade de monitorização dos alunos, o principal motor de desenvolvimento do modelo acabou por ser, na maior parte das vezes, o professor.

O fraco domínio de alguns conceitos matemáticos foi uma dificuldade importante que impediu os alunos de chegarem à construção de modelos matemáticos. Recordamos que um modelo matemático pode ser visto como um modelo externo. Lesh (1990) considera que, cada modelo externo tem um correspondente a nível interno (o modelo conceptual), que traduz o significado que o indivíduo atribui ao modelo externo. E como é composto o modelo conceptual? Nas palavras de Lesh et al. (1983), trata-se de uma

estrutura adaptativa consistindo de (i) redes de relações e operações internas ligadas a um dado conceito, as quais o aluno deve ser capaz de coordenar com vista a fazer juízos acerca desse conceito, (ii) sistemas inter-conceitos que se ligam ou combinam com redes de conceitos, (iii) sistemas de representações ligados a sistemas de tradução e

transformação entre aqueles modos, e (iv) sistemas dinâmicos que permitem ao sujeito a utilização das três componentes anteriores (p. 264).

É evidente a importância dada aos conceitos, assim como às redes de relações entre os mesmos. Conceitos matemáticos bem estruturados internamente parecem ser peças fundamentais para a construção de modelos conceptuais. Por sua vez, a construção de modelos matemáticos parece também estar fortemente dependente da consistência dos modelos internos existentes.

Face a esta definição, somos levados a questionar se os alunos evidenciaram possuir um grande número de modelos internos? Quanto a conceitos utilizados na exploração das várias situações, como por exemplo o conceito de volume, também não nos parece que os alunos possuíssem algum modelo conceptual que verificasse todas as condições enunciadas por Lesh (nomeadamente as (ii) sistemas inter-conceitos que se ligam ou combinam com redes de conceitos, (iii) sistemas de representações ligados a sistemas de tradução e transformação entre aqueles modos, e (iv) sistemas dinâmicos que permitem ao sujeito a utilização das três componentes anteriores). Posto isto, como estarão organizados internamente os conceitos matemáticos dos alunos? Em vez das redes e sistemas de que fala Lesh o que existirá? Ilhas de conceitos mal desenvolvidos? Será possível fazer evoluir os alunos no sentido de alcançarem modelos conceptuais conforme descritos por Lesh? Que tipo de experiências educativas favorecerão a construção desses modelos conceptuais?

Recordamos que Lesh e Kaput (1988) apresentam alguns resultados de investigações que parecem revelar que as capacidades cognitivas dos alunos evoluem gradualmente. Os mesmos autores consideram ainda que o processo de construção de modelos tem características locais, o que significa que um determinado modelo interno fica associado à situação que lhe deu origem. À medida que as situações se vão sucedendo, começarão a surgir modelos cada vez mais poderosos pelas redes que se vão estabelecendo.

Podemos sintetizar assim as dificuldades reveladas pelos alunos em contexto de aplicação e modelação matemática:

- (i) dificuldades de compreensão do contexto da situação apresentada;
- (ii) criação de restrições não referidas no enunciado;
- (iii) a não observação de condições ou dados importantes referidos no enunciado;

- (iv) dificuldades de identificação dos aspectos essenciais de uma situação e sua tradução em termos matemáticos;
- (v) dificuldade em ter presentes, em simultâneo, vários aspectos da mesma situação;
- (vi) dificuldade em mudar de uma forma de perspectivar a situação para outra;
- (vii) dificuldade de identificar o significado de uma operação matemática em termos da situação de partida;
- (viii) dificuldade em identificar os conceitos matemáticos a utilizar numa dada situação;
- (ix) domínio deficiente de alguns conceitos matemáticos.

Referências Bibliográficas

- Blum, W. & Niss, M. (1989). Mathematical problem Solving, Modelling, Applications and Links to Other Subjects -- State, Trends and Issues in Mathematics Instruction. In W. Blum, M. Niss e I. Huntley (Eds.), *Modelling, Applications and Applied Problem Solving -- Teaching mathematics in a real context*. Chichester: Ellis Horwood.
- Dufour-Janvier, B., Bednarz, N., & Bélanger, M. (1987). Pedagogical Considerations Concerning the Problem of Representation. In C. Janvier (ed.), *Problems of Representation in the Teaching and Learning of Mathematics*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lesh, R. (1985). Conceptual analyses of problem solving performance. In E. A. Silver (Ed.), *Teaching and learning problem solving: Multiple research perspectives*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R. (1990). Computer-Based Assessment of Higher Order Understandings and Processes in Elementary Mathematics. In G. Kulm (Ed.), *Assesment of higher order thinking in Mathematics*. Washington, DC: AAAS.
- Lesh, R., Landau, M. & Hamilton, E. (1983). Conceptual models and applied mathematical problem solving research. In R. Lesh e M. Landau (Eds.), *Acquisition of mathematical concepts and processes*. Orlando: Academic Press.

Lesh, R., & Kaput, J. (1988). Interpreting modelling as local conceptual development. In J. DeLange e M. Doorman (Eds.), *Senior Secondary Mathematics Education*. Utrecht, Netherlands: OW&OC.

Matos, J. F. (1994). Processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas de aplicação da Matemática. In D. Fernandes, A. Borralho e G. Amaro (Org.), *Resolução de Problemas: Processos cognitivos, concepções de professores e desenvolvimento curricular* (pp. 65-91). Lisboa: IIE.

Yin, R. (1989). *Case study research: Design and methods*. California: Sage publications.

* Este texto apresenta alguns dos resultados de uma investigação levada a cabo no âmbito do Mestrado em Informática e Educação (1994/1998) da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. O objectivo central do estudo consistiu em conhecer e compreender as principais dificuldades reveladas por alunos do ensino superior durante a exploração de situações de aplicação e de modelação matemática, com a possibilidade de recorrerem a ferramentas computacionais. Partindo de uma das actividades propostas aos alunos, procuramos ilustrar algumas dessas dificuldades.

(1) Adaptado de Swetz, F. & Hartzler, J. S. (1991). *Mathematical Modeling in the Secondary School Curriculum*. Reston: NCTM.

(2) Entendido aqui como o mundo fora da Matemática, isto é, o quotidiano fora da escola.