

Avaliação formativa por computador

Maria Paula Carvalho
Universidade de Aveiro

Introdução

Não é objectivo deste trabalho mostrar os resultados de uma experiência acabada - porque não está. Também não me irei alongar sobre questões pedagógico-didácticas do ensino da Matemática, nem sobre questões técnicas da feitura do programa no qual assenta a nossa experiência. Pretendo apenas dar uma panorâmica do trabalho que temos em mãos e continuamos a melhorar, no âmbito da avaliação formativa utilizando o computador.

O computador ! - Uma ferramenta que o ensino da Matemática em Portugal aproveita tão pouco e que poderá ser de grande utilidade desde o apoio às aulas (usado pelo professor ou pelos alunos), a realização de trabalhos de casa, etc. e, no caso que trabalhamos de momento como avaliador formativo (ou formador, sob certo aspecto). É possível pôr os alunos a aprender Matemática efectuando jogos, ainda que sejam competições em que eles têm que resolver equações! Podemos prova-lo.

Todos os professores sabem como é difícil ensinar aos alunos matérias que eles não querem aprender. Na Matemática há muitos alunos nestas condições. Porquê?... Daria um trabalho de maiores dimensões do que este... O ensino personificado é impossível: apenas um professor para 30 alunos em 45 minutos de aula; a extens dos programas; os alunos mais apagados, mais tímidos que são muitas

vezes esquecidos; a falta de paciência total do professor (que é humano), são alguns dos factores que em grande parte são responsáveis pelo insucesso da aprendizagem da Matemática. Fazem-se testes de avaliação, os resultados são maus, baixa-se o nível de exigência, os alunos vão passando de ano sem atingirem os objectivos mínimos. Sem querer ser pessimista diria que esta situação caótica é irreversível. Contudo não podemos, nem devemos baixar os braços. O trabalho de que hoje aqui falo pretende dar a contribuição possível para ajudar a melhorar a situação actual.

Objectivo da experiência

Apesar de ter nascido da ideia de construir uma base de dados de exercícios e problemas com vista à avaliação no Ciclo Inicial (Vieira, J. D.), esta experiência teve como objectivo primeiro a utilização do computador na avaliação formativa dos alunos e, passou a constituir um projecto independente. Como é do conhecimento geral a avaliação nas nossas Escolas Secundárias é feita segundo duas componentes: Avaliação Sumativa, que visa classificar o aluno atribuindo-lhe uma nota quantitativa no final de uma matéria leccionada ou de um período escolar e, a Avaliação Formativa que tem a função de verificar a aprendizagem de um tópico, dar o "feedback" apropriado tanto para o aluno como para o professor. A avaliação formativa deve orientar o aluno para o estudo de matérias que não foram devidamente apreendidas e servirá também para o professor repensar estratégias de ensino caso os seus objectivos não tenham sido atingidos. Nas nossas escolas, porém, é raro verem-se testes formativos a desempenhar este papel. A extensão dos programas e as condições materiais em que são dadas as aulas, de um modo geral, obrigam a que o teste de avaliação formativa seja feito no final de uma unidade didáctica e imediatamente antes do teste de avaliação sumativa. Aquele acaba sendo, na prática, uma réplica deste.

Assim, esta experiência tem por objectivo construir uma base de dados com as seguintes características:

- Contenha um número suficiente de questões que permita a construção de testes diferentes para cada aluno e tantos quantos ele

próprio decidir e necessitar.

- Esteja suficientemente protegida, documentada e construída de modo a que cada aluno possa ser autodidacta.
- Forneça "feed-back" aos alunos sempre que eles não atinjam classificação que lhes permita passar de nível ou quando se contatar que eles não atingiram determinado objectivo.
- Retenha as informações necessárias por aluno de modo a que o professor possa, também ele avaliar os objectivos que não foram atingidos por cada um e/ou na globalidade da turma e, conseqüentemente, estude estratégias a adoptar se necessário.

A experiência

Para realizar a experiência contámos com a colaboração do núcleo de estágio da Escola Secundária N^o 1 de Aveiro. Foi por eles escolhida uma unidade didáctica do 7^o ano de Escolaridade - Equações Numéricas do 1^o Grau em Q - e, procedeu-se à definição de objectivos, recolha de material, construção dos modelos de questões (de que se falará em pormenor adiante) construção de algoritmos, inserção na base de dados e experimentação, isto é, geração de alguns testes e sua aplicação. Devido à escassez de tempo (esta unidade é leccionada a meio do ano lectivo) a experiência não pode avançar mais no sentido dos seus objectivos. Não foi possível proteger o programa de modo a poder ser utilizado por alunos e, ainda que tal pudesse ser feito o facto de não haver computadores na escola em número suficiente inviabilizaria, como defacto inviabilizou completamente a sua instalação. Mesmo assim, foram gerados os testes, impressos em papel e objecto de resolução pelos alunos. Os resultados foram analisados pelos professores estagiários e podemos dizer que foram os esperados para este tipo de teste (Vieira, J. D.). Faltava, para esta primeira fase cumprir a promessa feita inicialmente aos alunos: que eles usariam o computador para estudar matemática. Para contornar esta dificuldade aplicamos este programa de modo não previsto inicialmente: organizando a Competição Matemática 1, na S.A.M. onde participaram todos os alunos do 7^o ano de Escolaridade da Escola Secundária N^o 1. Sobre este assunto não me alongarei: o filme da autoria de Querubim Terra

é um documento do entusiasmo e empenhamento dos alunos nesta iniciativa.

Os Modelos

Depois de escolhida a unidade didáctica a tratar - Equações numéricas do 1º grau em Q - procedemos à definição de objectivos gerais; pretende-se que os alunos no final desta unidade saibam:

- Desembaraçar de parêntesis e denominadores (identificar e utilizar correctamente os Princípios de Equivalência);
- Verificar se um dado número é solução de uma equação dada;
- Resolver, num domínio, equações numéricas do 1º grau ; para os quais se consideraram impriscindíveis os pré-requisitos:
 - Calcular expressões numéricas envolvendo operações com números racionais;
 - Calcular valores numéricos de expressões designatórias;
 - Representar conjuntos definidos por uma condição;
 - Efectuar cálculos envolvendo potências de expoente natural e módulos.

A experiência contemplou, não só aquela unidade, mas também toda a matéria antes leccionada que consideramos pré-requisitos. A recolha de material - exercícios, expressões, notações utilizadas, etc. - foi feita especialmente em manuais adoptados nas escolas neste ano lectivo e, à medida que a recolha e tratamento deste material ia avançando foram surgindo problemas que impossibilitaram a prática dos objectivos na totalidade. Por exemplo, os números fraccionários, truxeram problemas na sua representação escrita tanto em papel como em "écran". Depois de várias tentativas de resolução deste problema optamos pela representação normal em computador: **¾** (três quartos) será representado 3/4, o que em expressões longas dificulta um pouco a leitura, especialmente se pensarmos no nível etário dos alunos a que se destina. Também o cálculo de potências de expoente natural não podia ser avaliado por este processo pela impossibilidade técnica de representar aqueles elementos. Por limitações do sistema e linguagem que estavam a ser utilizados (MS-DOS e CLIPPER) o cálculo de potências de expoente natural foi

reduzido ao de potências de expoente dois que podíamos representar com caracteres ASCII. Convém notar que grande parte dos problemas que tivemos neste campo não teria causado qualquer preocupação se os alunos pertencessem a um nível etário mais elevado. Estas representações poderiam ser ultrapassadas utilizando um código, por exemplo. Mas, se alunos de 13 anos entendem bem que 3×2 significa 3×2 , já não seria para eles visível que 3^5 significa 3? O material recolhido tinha agora que ser seleccionado, classificado por níveis (dois níveis para pré-requisitos e três de equações) e inserido na base de dados. Uma possibilidade de o fazer era digitar milhares de questões de cada um dos tipos recolhidos que seriam depois escolhidas arbitrariamente para a construção dos testes formativos a resolver pelos alunos, isto é, inventar milhares de equações para cobrir todos os casos possíveis em que muitas vezes a forma seria a mesma variando apenas os coeficientes, como por exemplo

$$\begin{aligned} 1 + 2x &= 4 \\ 3 - 2x &= 1 \\ 2 - 9x &= 0 \\ 15 + 4x &= -5 \end{aligned}$$

...

e as respectivas quatro opções de resposta para cada uma delas. O trabalho seria moroso e fastidioso. Resolvemos então criar modelos para cada tipo de equações. Para o exemplo citado foi criado um algoritmo para construir todas as equações do tipo

$$a \circ bx = c$$

em que a , b e c são números relativos gerados aleatoriamente pelo computador e, \circ é um dos sinais operatórios + ou -, também eles aparecendo aleatoriamente. Para cada modelo gerado, que pertence a um determinado nível consoante o seu grau de complexidade, correspondem três grupos de questões visando os objectivos propostos. As opções de resposta são dadas para cada enunciado tendo em conta o seu conteúdo, o objectivo a atingir de acordo com um objectivo específico ou comportamento que se pretende medir ou

avaliar. Por exemplo, para a equação referida temos o

Modelo 7: Se $a \circ bx = c$ então

- a) x é igual a $lc - a / b$
- b) x é igual a $-lc - a / b$
- c) x é igual a $lc - a \cdot b$
- d) x é igual a $lc - a \circ b$

A ordem das alíneas é aleatória. O objectivo geral deste modelo é verificar se um dado número é solução de uma equação dada. Pertence ao nível 1. As respostas sugeridas foram encontradas com base em erros habituais dados por alunos (recolhidos em folhas de rascunho) e a escolha da resposta verdadeira pelo aluno permite conhecer o tipo de erro que cometeu se resolveu a equação como se mostra a seguir. Uma concretização daquele modelo será:

Se $3 - 4x = 1$ então

- a) x é igual a $1/2$
- b) x é igual a $-1/2$
- c) x é igual a 2
- d) x é igual a -6

Resposta correcta: a)

Possíveis resoluções para encontrar os numeros indicados:

b)

$$\begin{aligned} 3 - 4x &= 1 \\ -4x &= 1 - 3 \\ x &= (1 - 3) / +4 \\ x &= -1/2 \end{aligned}$$

O princípio da multiplicação foi mal aplicado. O aluno confunde-o com a regra que resulta da aplicação do princípio da adição e que no 7º ano é enunciada assim: " Para passar um termo de um membro de uma equação para o outro basta trocar-lhe o sinal".

c)

$$\begin{aligned}
 3 - 4x &= 1 \\
 -4x &= 1 - 3 \\
 x &= 1 - 3 + 4 \\
 x &= 2
 \end{aligned}$$

d)

$$\begin{aligned}
 3 - 4x &= 1 \\
 -4x &= 1 - 3 \\
 x &= 1 - 3 - 4 \\
 x &= -6
 \end{aligned}$$

Nestes dois últimos casos o aluno aplica o princípio da multiplicação como se do adição se trata-se.

Com base na mesma equação, mas com objectivo diferente temos o exemplo seguinte:

Modelo 8 - A equação $a + bx = c$

- a) é impossível no conjunto $\{-lc - a / b, 0\}$
- b) é possível em \mathbb{Q}
- e) é impossível em \mathbb{Z}
- d) é impossível em \mathbb{N}

A resposta correcta é impossível de definir à partida. Podemos apenas dizer que uma alínea é sempre verdadeira, quanto às outras o seu valor lógico depende dos valores gerados para os coeficientes a , b e c e do sinal o . Este modelo exige sempre a resolução da equação para uma resposta fiável, isto é, para não ser respondido à sorte. O objectivo desta questão é saber classificar a equação num conjunto dado. Permite, ainda avaliar o conceito de inclusão de conjuntos.

Neste conjunto de questões, casos particulares foram colocados num nível mais elevado pelas suas características. São exemplos disso os casos em que $a = 0$ e, $d = 0$ ou $c = 0$.

Modelo 46 A equação $0x = 0$ tem por conjunto solução em \mathbb{N}

- a) $\{0\}$
- b) $\{\}$
- c) $\{0\}$
- d) \mathbb{N}

Os resultados da experiência vieram mostrar que os alunos sentem reais dificuldades em equação deste tipo, tanto na resolução como na classificação e, é de toda a conveniência tratá-las separadamente incluindo-as num nível mais elevado do que o correspondente caso geral, como fizemos à partida.

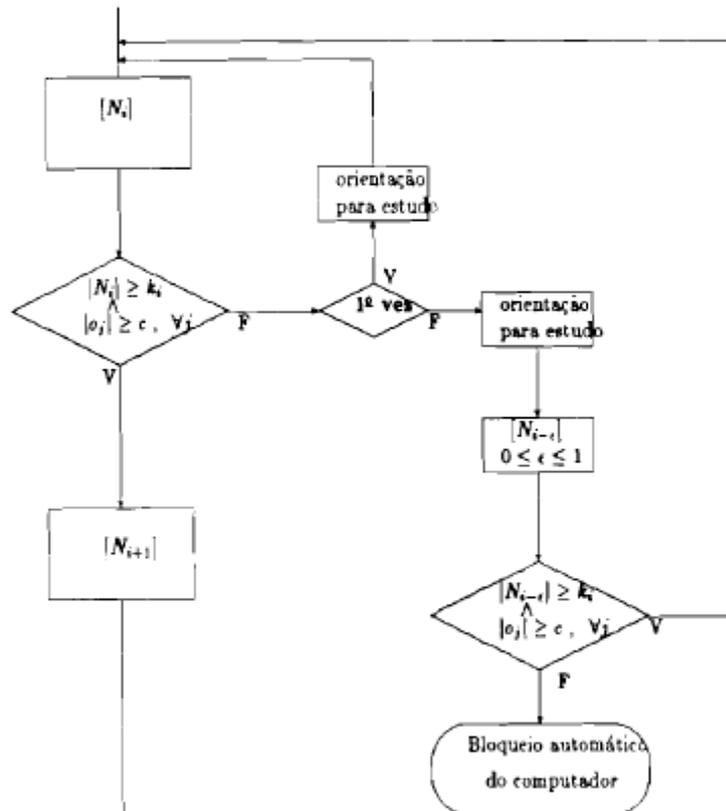
Quanto à forma e estrutura das nossas questões são evidentemente questões de resposta fechada, curta, objectiva e fácil; podemos dizer que se trata de questões de resposta múltipla em que uma, nenhuma, várias ou todas as soluções são correctas. Cada opção de resposta é independente das restantes embora ligadas por um mesmo enunciado e tendo um objectivo comum, pelo que podemos dizer que se trata de questões verdadeiro/falso generalizado. Analisando os modelos podemos dizer que estão de acordo com as regras habituais de elaboração de questões de resposta múltipla (Leclercq, 1986).

Os testes são constituídos pelo computador. Pedindo-lhe um teste de nível K , teremos um teste constituído por questões que são escolhidas aleatoriamente dentre os modelos seleccionados para fornecerem questões daquele nível. Futuramente, quando instalado o programa nas escolas, o aluno escreverá apenas a sua identificação e o sistema saberá qual o nível em que ele se encontra e responder-lhe-à com o teste respectivo. Será muito difícil, diria impossível que dois alunos tenham testes iguais. Tanto os modelos como as equações, os coeficientes de cada equação, a ordem das soluções propostas são aleatórias obedecendo apenas ao nível definido previamente.

Desenvolvimento futuro

Continuamos a trabalhar neste projecto. Neste momento temos já mais trabalho desenvolvido no sentido de atingir o nosso objectivo inicial. Repetiremos a experiência no início deste ano lectivo com função diagnóstica com os alunos do 8º ano que participaram no 7º

ano. Esperemos tê-lo a funcionar quase em pleno em Janeiro para experimentar nas várias Escolas Secundárias onde funcionam núcleos de Estágio. Dentre as alterações que estamos a fazer contamos, por exemplo, com a reformulação de alguns modelos e a criação de outros e, a definição de micro-objectivos para podermos fornecer aos alunos o "feed-back" necessário. Só assim conseguiremos fazer avaliação formativa. Não me alongarei sobre este assunto. É trabalho futuro e no futuro será certamente objecto de outra comunicação.



Fluxograma a implementar, para o controle dinâmico do 'Feed-Back'.

Bibliografia

- Castro, L.F.(1981) *Análise de dados - 7ª D Esc. Sec. nº 1*, Aveiro.
 Leclerq, D.(1986) *La conception des questions a choix multiple*, Bruxelles
 Terra, Q. (1991) *Competição Matemática I - Relatório*, Aveiro
 Vieira, J. D. 1991 *Avaliação Formativa - Uma experiência*, Aveiro