



## ARTIGOS

### **Auto-avaliação Regulada em Matemática: Dizer antes de Fazer**

### **Self-regulating assessment in Mathematics: Saying before doing**

Leonor Santos<sup>1</sup>

Jorge Pinto<sup>2</sup>

#### **Resumo**

Esse artigo diz respeito a um estudo desenvolvido com alunos do ensino secundário em Matemática, onde se introduziu ao longo de todo um ano lectivo uma prática intencional de avaliação reguladora. Esta prática consistiu numa estratégia pedagógica em que os alunos tinham de interpretar a tarefa proposta, descreverem por escrito a estratégia de resolução e posteriormente resolverem-na. Coube ao professor dar feedback às produções dos alunos, variando ao longo do ano a sua incidência. Optou-se por uma metodologia interpretativa, recorrendo-se à observação, com registo áudio, e à análise documental das produções dos alunos, do diário de bordo e reflexões do professor. Este estudo evidencia que esta estratégia é potenciadora de aprendizagem, contribui para os alunos reformularem raciocínios erróneos e evita a persistência de erros ou incompreensões. Por ser contrária a uma prática corrente, levanta contudo dificuldades aos alunos e desafia o professor a reflectir e a interagir com outros.

**Palavras-chave:** Educação Matemática. Auto-avaliação regulada. Aprendizagem em Matemática. Interação avaliativa. Avaliação formativa.

---

<sup>1</sup> Professora Doutora em Educação Matemática do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Endereço para correspondência: Alameda da Universidade 1649-013, Lisboa, Portugal. E-mail: leonordsantos@sapo.pt

<sup>2</sup> Professor coordenador da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal. Endereço para correspondência: Alameda da Universidade 1649-013, Lisboa, Portugal. E-mail: jpinto@ese.ips.pt

### **Abstract**

This article reports on a study involving secondary students in mathematics, where formative assessment was introduced throughout the school year. In this teaching strategy students had to interpret a task, write the resolution strategy and then solve it. The teacher gave feedback to the pupils on their outcomes, changing the focus of the feedback over the year. An interpretive methodology was chosen, using observation, with audio recording, and document analysis of students' work, logbooks, and teacher reflections. The study pointed out that this strategy contributes to the learning process, helps students to reformulate incorrect reasoning, and prevents persistent errors and misunderstandings. It is the opposite of standard practice, in that it raises difficulties for the students and challenges the teacher to reflect and interact with others.

**Keywords:** Mathematics Education. Self-regulated assessment. Mathematics learning. Assessment Interaction. Formative assessment.

### **Introdução**

A avaliação enquanto processo ao serviço da aprendizagem tem, nos últimos anos, merecido especial atenção. Diversos documentos curriculares e normativos têm vindo a dar grande visibilidade a esta dimensão da avaliação (BLACK, 2005; NCTM, 1989; 2000). Todavia dos normativos à sua implementação vai uma grande distância (BARREIRA e PINTO, 2005; BLACK; WILIAM, 1998; BLACK, 2005; SANTOS, 2003). Assim, em diversos países podemos encontrar projectos que têm por principal objectivo estudar e desenvolver práticas de avaliação reguladora das aprendizagens, isto é práticas marcadas por uma intencionalidade em reinvestir a informação recolhida e interpretada na melhoria do ensino e da aprendizagem. É o caso do Projecto AREA<sup>3</sup> em curso em Portugal. A equipa do projecto é constituída por investigadores do ensino universitário e politécnico e por professores que cobrem todos os ciclos de escolaridade pré-universitários<sup>4</sup>.

O presente estudo, desenvolvido no âmbito deste projecto, foi antecedido por um outro levado a cabo no ano lectivo anterior, 2005/06, pelo mesmo professor. Com uma turma de 11º ano de Matemática B<sup>5</sup>, com 15

<sup>3</sup> Projecto financiado pela FCT, nº PTDC/CED/64970/2006

<sup>4</sup> Para mais informações consultar <http://area.fc.ul.pt>

<sup>5</sup> Matemática B é a disciplina de matemática do ensino secundário, do 10º ao 12º anos de escolaridade, para os alunos que pretendem seguir o Curso Científico-Humanístico de Artes Visuais, Cursos Tecnológicos de Construção Civil e Edificações, de Electrotecnia e Electrónica, de Informática, de Administração, de Marketing e de Desporto.

alunos, foi-lhes proposta uma tarefa de exploração, em que lhes era pedido que individualmente descrevessem o processo de resolução. De seguida, o professor dava feedback. Por último, os alunos tinham de resolver a tarefa, de acordo com a estratégia descrita e o feedback dado. Segundo o professor, “da actividade dos alunos realça que não compreendem o significado da palavra ‘descreve’” (diário de bordo 2005/06, p. 4). Cerca de um mês mais tarde, estes mesmos alunos, numa outra tarefa, voltaram a demonstrar grandes dificuldades na descrição e justificação dos seus raciocínios. Estas experiências pedagógicas levaram o professor a questionar-se sobre o grau de compreensão da sua linguagem e a sensibilizar-se para a necessidade de encontrar estratégias propiciadoras do desenvolvimento da compreensão e interpretação dos alunos. Estava assim lançado o estudo a desenvolver no segundo ano que procurou implementar e estudar, na dupla vertente da aprendizagem dos alunos e do professor, uma prática de avaliação reguladora que consistiu em pedir aos alunos para descreverem o processo de resolução de uma tarefa antes da sua realização. Em particular, procurou-se responder às seguintes questões:

- Que relações existem entre o que os alunos pensam e descrevem sobre a resolução de uma tarefa matemática e a sua resolução efectiva?
- De que modo esta estratégia pedagógica ajuda os alunos a resolverem com sucesso as tarefas matemáticas?
- Que implicações traz para a prática do professor esta estratégia pedagógica?

### **Aprendizagem e regulação**

Numa perspectiva mais linear de olhar e compreender os processos de aprendizagem, descrever antes de fazer pode parecer uma prática bastante discutível. Pode argumentar-se que fazer e descrever são dois processos de natureza diferente e que o fazer sem um quadro de referência da acção não permite atribuir significado nem tão pouco perceber a adequação da acção desenvolvida ou eventualmente os problemas verificados no seu desenvolvimento. Age-se mais por intuição e não é o acumulado de intuições simples que permite passar deste saber quotidiano ao saber científico, que é o objectivo do ensino e aprendizagem escolar.

Vygotsky (1934) formulou a hipótese de que apesar dos conhecimentos quotidianos e científicos não serem assimilados de uma forma acabada, seguem processos de desenvolvimento diferentes, embora complementares e potencialmente interdependentes. Os conceitos espontâneos resultam da experiência imediata com os “objectos”. Esta experiência permite atribuir um significado às palavras, sem um sistema de referência. A ausência deste sistema torna cada experiência como algo isolado, o que dificulta a generalização destes saberes. A construção dos conceitos científicos partem de um contacto inicial com a sua definição verbal primária, inserida num contexto que permita evidenciar o sistema em que o conceito adquira o seu significado. Estamos neste caso perante um processo descendente em relação ao concreto, onde apenas algumas acções são possíveis no contexto proposto. Perante esta perspectiva, dizer antes de fazer parece fazer sentido se tivermos em conta que o objectivo é ajudar ao desenvolvimento do conhecimento científico. O aluno confrontado com uma situação é “convidado” a construir a definição verbal primária do(s) conceito(s) para depois o(s) confrontar com o objecto de trabalho.

Contudo, a passagem da definição verbal primária ao conhecimento científico estabilizado decorre de uma actividade mediada por “artefactos” que nos ajudam e permitem pensar sobre a nossa experiência (LEONTIEV, 1978). Este processo permite ir estabilizando os conhecimentos, permitindo identificar os seus invariantes relativamente aos contextos. Deste modo, os artefactos como processos mediadores são um suporte e um meio de construção do conhecimento. Culturalmente marcados por um tempo social e histórico localizado podem ser de natureza muito diversa.

Vygotsky (1934, 1987) salienta a linguagem enquanto mediador entre a acção e o pensamento. É através dela que se torna público o pensamento individual. Mas fazê-lo implica uma clarificação da ideia a transmitir de modo a poder ser codificada através da palavra (oral ou escrita). Deste modo, a linguagem ajuda a estruturar o pensamento e permite o confronto com os outros sobre o que pensamos. Os processos de regulação pedagógica (NUNZIATI, 1990; SANTOS, 2002), enquanto propostas provocadoras de reflexão sobre a acção, parecem ser um instrumento poderoso da

aprendizagem. São um convite à reflexão sobre a actividade de aprendizagem nos seus diversos aspectos, concepção, acção e realização em situação contextualizada, e, porque usam a linguagem, um processo mediador na compreensão das relações existentes entre as diversas vertentes da actividade.

O professor ao organizar este processo de dizer, fazer, comentar, (refazer) coloca a regulação na zona de desenvolvimento próximo (VYGOTSKY, 1988) e adopta uma postura propiciadora de que os alunos que hoje ainda precisam de ajuda de um perito, amanhã possam prescindir dela. Esta autonomia no desempenho é o resultado da assistência/ajuda na dinâmica de uma relação pedagógica que relaciona aprendizagem e desenvolvimento. Deste modo, as interpelações do professor constituem uma situação de conflito sócio-cognitivo (PERRET-CLERMONT, 1979) uma vez que entram em confronto, de modo mais ou menos explícito, pelo menos duas formas de encarar o problema: a do perito/professor e a do aluno.

Contudo, toda a actividade de ensino e aprendizagem decorre num contexto social específico, sendo o trabalho cooperativo entre pares uma forma de potenciar o conflito sócio-cognitivo. Deixa de haver um perito, para que todos possam passar a sê-lo, na compreensão, descrição e execução da tarefa. O uso das actividades em grupo, como contexto de aprendizagem para todos, implica ter consciência sobre a importância da clarificação entre a tarefa e o objectivo do trabalho (MEIRIEU, 2007). Não ter em conta este aspecto pode levar a que quem sabe faz e os outros ficam a ver, não garantindo assim aprendizagem de todos.

### **A aprendizagem em Matemática**

O sentido do que é aprender matemática foi evoluindo. De uma ideia de aprendizagem associada à absorção de informação e armazenamento em fragmentos recuperáveis, resultantes da prática repetitiva e do esforço (NCTM, 1989) foi-se passando para o reconhecimento da importância de uma aprendizagem significativa a que todos têm direito de acesso, onde saber matemática passa por ser capaz de fazer matemática. Deste modo, entre os objectivos educacionais do ensino da matemática, toma particular destaque o

desenvolvimento do *poder matemático* do aluno (NCTM, 1989), entendido como a capacidade de usar o conhecimento científico para raciocinar matematicamente, usar uma variedade de métodos para resolver problemas, comunicar e desenvolver a autoconfiança pessoal face à matemática.

Em particular, o significado de raciocínio matemático é polissêmico (STEEN, 1999). Segundo Yakel e Hanna (2003), é complicado escrever sobre raciocínio em matemática porque o termo é amplamente usado tendo subjacente a hipótese implícita de que há acordo universal sobre o seu significado. Neste estudo entendemos por raciocínio matemático toda a actividade que permite formular e validar conjecturas, e desenvolver argumentos matemáticos. Podemos falar de diversos tipos de raciocínio matemático, quer quanto à forma, inferência heurística, raciocínio indutivo, dedutivo, abdução, e por analogia (DAVIS; HERSH, 1995), quer quanto ao tema matemático associado, numérico, algébrico, analítico, geométrico, probabilístico, estatístico, entre outros.

É difícil, contudo, dissociar o raciocínio matemático da comunicação. Segundo Yakel e Hanna (2003), em salas de aula em que é valorizado o raciocínio matemático, a explicação e a justificação são aspectos chaves da actividade dos alunos. Se é certo que é essencial para a compreensão matemática ser-se capaz de raciocinar (NCTM, 2000), a comunicação é uma forma de partilhar ideais e de clarificar a compreensão matemática (NCTM, 2000). Ao procurarmos comunicar um raciocínio aos outros, por um lado, estamos a criar uma oportunidade de uma compreensão mais profunda sobre o que pensamos (LAMPERT, 2001) e, por outro, estamos a dar a conhecer outras abordagens ou formas de pensar. A explicação, associada à justificação e ao convencimento dos outros, isto é a argumentação matemática, pode, segundo Mason et al. (1984), incluir três níveis de complexidade sucessiva: o auto convencimento, o convencimento de um amigo e, por último, de um inimigo. A validade da argumentação matemática não se reduz a critérios lógicos e/ou empíricos. Implica uma prática social (FORMAN et al., 1998).

## Metodologia

Este estudo segue uma abordagem de investigação de natureza interpretativa (ERICKSON, 1986). Participou neste estudo um professor de Matemática, Paulo, e uma turma do 12º. ano de escolaridade. Paulo tem catorze anos de serviço, e o grau de mestre em educação. Esteve envolvido em diversos projectos, sendo neste momento elemento da equipa do Projecto AREA. A turma é constituída por sete alunos, que tinham, em 2005/06 feito parte da turma do 11º ano deste professor. De acordo com Paulo: “A turma manifesta potencialidades que permitem o acompanhamento, a recolha de dados e a necessária cumplicidade professor-aluno para implementar este tipo de projectos” (diário de bordo 2006/07, p. 2). Ao longo do ano lectivo um destes alunos anulou a matrícula.

Inicialmente, a proposta pedagógica estava pensada ser desenvolvida pelo professor, nas seguintes fases: (i) propor a discussão em grande grupo de uma tarefa proposta, sem a sua intervenção; (ii) solicitar que, em grupos de dois, os alunos descrevessem, por escrito, o processo de resolução a partir do que compreenderam; (iii) dar *feedback* escrito desta descrição; (iv) solicitar a resolução individual da tarefa; e (v) confrontar o descrito com o realizado. Ao longo do processo foram introduzidas duas alterações a estes procedimentos: a discussão passou de grande grupo a grupo de dois ou três alunos e o feedback dado pelo professor passou a ser dado após a resolução da tarefa.

Os instrumentos de recolha de dados foram os seguintes: observação com registo áudio das aulas onde foi implementada a proposta pedagógica (previsão de um total de 11 aulas<sup>6</sup>); e análise documental que incidiu nos diários de bordo realizados pelo professor ao longo dos meses em cada ano lectivo<sup>7</sup>, nas diversas produções realizadas pelos alunos e numa reflexão do professor, escrita meio ano depois de terminada a experiência pedagógica, de forma a perceber o seu balanço reflexivo.

---

<sup>6</sup> Dado nas primeiras aulas se ter sentido que a gravação áudio inibia os alunos, de Novembro a Fevereiro não se realizaram gravações, tendo sido feitos apenas registos escritos pelo professor.

<sup>7</sup> Em 2005/06, estudo preliminar e 2006/07, em que decorreu o estudo em análise.

A análise dos dados iniciou-se com a organização e categorização de todo o material empírico recolhido. Seguiu-lhe a definição das seguintes categorias: *Reacção dos alunos à estratégia pedagógica, Ideias dos alunos sobre a descrição e a resolução, Interpretação, descrição e resolução: dinâmicas de acção, e Perspectivas e intervenções do professor*. Por último, procurou-se explicar o significado dos dados, de modo a proporcionar contributos para a compreensão do fenómeno em estudo.

Depois de concluída a análise dos dados, foi dada ao professor que a validou, dizendo que a reconhecia e esta estava de acordo com o que tinha acontecido.

### **Apresentação dos dados**

**Reacção dos alunos à estratégia pedagógica.** A estratégia de descrever antes de resolver não é simples para os alunos, mesmo após diversas experiências deste tipo. Veja-se, por exemplo, o diálogo trocado num dos grupos enquanto procuravam interpretar as diferentes alíneas de uma tarefa<sup>8</sup> nova para eles:

- Não podemos fazer já?
- Não, lê outro.
- (...)
- É que se nós não resolvermos não conseguimos responder.
- Mas não é para responder é só para pensar como é que vamos fazer.
- (...)
- Então, não é isso? Posso usar a calculadora?
- Não.

---

<sup>8</sup> A tarefa proposta aos alunos tinha o seguinte enunciado: No dia 22 de Março, Dia Mundial da Água, de 1995, num jardim público, foi inaugurado um grande lago, no qual foram introduzidos 200 peixes. Admite que, anualmente, desde a inauguração do lago, no Dia Mundial da Água, até ao ano de 2005, foram feitas contagens referentes ao número de peixes originais e ao número total de peixes existentes no lago. Passados  $t$  anos após a inauguração do lago, o número de peixes originais e o número total de peixes existentes no lago são dados, respectivamente, pelos modelos  $O(t) = 200 \times 0,6^t$  e  $T(t) = 200 \times e^{0,2t}$

Em que ano após a contagem se verificou, pela primeira vez, que pelo menos 80 % dos peixes colocados no lago no dia da inauguração tinham morrido?



- Eles estão a usar, como é que não posso?
- Mas não podes, é para explicar.
- Então mas não posso explicar e usar isto ao mesmo tempo?  
(aula dia 8.2.2007, grupo 1)

Esta não estou a ver. Se calhar se a gente resolver chegamos lá. Agora só olhar, não sei se conseguimos. (aula dia 8.2.2007, grupo 2)

Um outro grupo recebeu uma ajuda do professor neste sentido:

Prof.: Vocês não podem fazer, mas explicar a outra pessoa “olha, para vocês chegarem ao resultado deviam fazer isto assim e assim”, independentemente de saber qual é o 1, saber como é que chegavam lá.

Aluno: Para nós chegarmos, por exemplo, ao modelo, o que é que tínhamos que fazer? Nós aqui não tínhamos nenhum modelo, não é?

Prof.: Não. (aula dia 8.2.2007, grupo 2)

Na perspectiva dos alunos, os cálculos parecem facilitar a compreensão da situação, mesmo que isso não seja de facto uma realidade.

Uma outra dificuldade relaciona-se com a diferença entre a explicação e a resposta, como pode ler-se da discussão tida no grupo 1, quando era pedido qual o significado de uma expressão:

- É, para saberes os que nasceram em X anos, a dividir pelo número de anos dá os que nasceram em cada ano.
- É, então vai à 4.3, a média do número de nascimentos por ano, 4.3.
- Não, mas olha lá, isto pergunta: o que significa a expressão? Nós não conseguimos explicar.
- Não, no contexto apresentado qual o significado da expressão?
- Se eu disser o que é que isto significa, estou a responder à pergunta não estou a explicar como é que eu fiz, não dá para explicar.
- Então, dá. Ah, sim.
- Não dá.
- Está bem, isto é mesmo para explicar?

- Stor? Não está cá.
  - Isto é mesmo para explicar? Então, no contexto apresentado qual o significado da expressão? É pá, não sei.
  - Não dá.
  - Mas escreve na mesma.
  - Mas eu estou a responder.
  - Não interessa, aqui não tens mais solução tens que fazer isso, alguma coisa tens que escrever. Digo eu. Escreve só.
- (aula dia 8.3.2007, grupo 1)

Talvez devido à preocupação de responderem de forma diferente na descrição e na resolução, acabaram por no primeiro caso escreverem: “o nº médio de nascimentos por ano durante t anos depois do início” e no segundo “N(t) é o número de peixes nascidos e t é o número de anos”. Esta segunda resposta foi considerada por Paulo como pouco clara, levando-o a escrever “explicar!” junto com pontos de interrogação. Segundo Paulo, o seu “intuito era levar os alunos a reflectir sobre alguns aspectos do que tinham escrito, sem afectar o seu raciocínio ou a sua interpretação” (comentário de validação).

**Ideias dos alunos sobre a descrição e a resolução.** Quer do que é dito durante a interacção dos alunos, quer naquilo que escrevem, as duas fases do trabalho matemático – descrição da estratégia e resolução – parecem ter diferentes significados para os alunos. Apresentamos de seguida alguns casos ilustrativos:

- Pronto, agora explicar pelas fórmulas.
- Não, isso é quando for para resolver. É a seguir. (aula dia 8.3.2007, grupo 1)

*Se o ponto A atingiu o ponto M às 10h21 quer dizer que demorou 23 minutos a percorrer a distância, logo o valor da distancia percorrida vai ser igual a A23. Como a distância percorrida pelo ponto A equivale a metade do segmento [MN] se multiplicarmos o A23 por 2 vai-nos dar o comprimento do segmento [MN]. (estratégia de resolução de um aluno, em Dez. de 2006)*

A23 = 46 – distância percorrida  
 $46 \times 2 = 92m =$  segmento [MN] (resolução do mesmo aluno, em Dez. de 2006)

Parece assim poder dizer-se que enquanto na descrição do processo há a intenção de, através da construção de um texto, contextualizar a tarefa e descrever as etapas de forma perceptível para quem lê, procurando justificar os diversos passos apresentados, já a resolução parece reduzir-se a uma sequência de cálculos que recorrem a fórmulas, nem sempre havendo a preocupação de indicar o significado de cada variável. Reconhece-se, contudo, na resolução a estratégia anteriormente descrita.

**Interpretação, descrição e resolução: dinâmicas de acção.** A propósito de uma tarefa que estudava os efeitos da mudança de base na função exponencial, considerando que a altura em metros de um balão ao solo era dado por um modelo do tipo  $H(t) = a^t$ ,  $a \in \mathbb{R}^+ \setminus \{1\}$ , uma das questões colocadas era saber para vários valores de  $a$  dados, quais aqueles que representavam movimentos de subida do balão.

Durante a interpretação da tarefa, em grupo, os alunos prevêem como forma de responder a esta questão concretizarem para um conjunto sequencial de valores inteiros de  $t$  e de acordo com os valores obtidos concluírem:

Se vamos dando valores a  $t$ , tipo 1 segundo, 2 segundos, 3 segundos, 4 segundos, têm que ser reais, têm que ser naturais, quer dizer, não há 2,3 segundos, haver há mas isso é só... , vamos dando em segundos e vamos vendo se vem a subir se vem a descer, e depois metemos aqui o modelo, se for a subir e ficando maior metemos, se for ficando mais pequeno diminui no outro. (aula dia 8.2.2007, grupo 1)

Contudo, já na resolução da tarefa procuram dar uma resposta mais geral, muito embora não totalmente completa (não estabelecendo comparação com o valor 1):

<p>1.1.1 subida do balão</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• quanto maior for <math>a</math>, maior será o crescimento da função, ou seja, o balão está a subir, logo os modelos serão</li></ul> <p>II – <math>H(t) = 1.02^t</math> IV – <math>H(t) = 1.25^t</math></p> <p>(estratégia de resolução do grupo 1, 8.2.2007)</p>
---

Noutra tarefa em que se apresentavam dois modelos –  $O(t)$  o número de peixes originais que se tinham colocado num lago ao fim de  $t$  tempo e  $T(t)$  o número total de peixes existentes, a interacção entre os alunos foi determinante para a clarificação do significado de cada um deles, dificuldade encontrada em todos os grupos:

- Em que ano após a contagem se verificou pela primeira vez que pelo menos 80% dos peixes colocados no lago no dia da inauguração tinham morrido? Então 80% dos 200 dá 160, então tinham morrido 160, já lá só estão 40.
- Sim.
- Então, se meteres...
- Não é para fazer, é só para explicar como é que se faz.
- Não é nesse que mudas, é no  $t$ , os originais são sempre 200.
- Não, mas isso tem que ter alguma coisa diferente.
- Eu acho que é neste que tens de mudar, no número total de peixes.
- Existentes no lago, ya.
- Então é a do  $T$ , não é a do  $O$ .
- (...)
- Quando é que o  $X$  ultrapassa o..., quando é que fica só 40. Imagina que 80% morria, quer dizer que só lá estão... dos originais só lá estão 40. É isso? Pronto, a 1 está feita.
- Isso também está bem, no ano 0 estão 200, no ano a seguir 120, 72, 43, vão sempre diminuindo os peixes, vão morrendo os peixes originais, é normal. Deve ser isso. (aula dia 8.3.2007, grupo 1)

Tal discussão veio dar uma descrição do processo de resolução muito clara:

*1.1. utilizamos a expressão  $O(t) = 200 \times 0,6^t$  em que  $t$  são os anos e o  $O(t)$  é o número de peixes vivos no lago postos no dia da inauguração e recorrendo a processos gráficos verificar quando é que 80% dos 200 peixes, ou seja 160, tenham falecido. (estratégia de resolução do grupo 1, 8.3.2007)*

**Perspectivas e intervenções do professor.** Segundo Paulo, a avaliação do desempenho dos alunos em Matemática sempre foi um tema que lhe despertou interesse e sobre o qual quis saber mais:

A minha inquietude acerca dos processos, recursos, erros e dificuldades com que os alunos se confrontam no processo de aprendizagem e das consequências que as mesmas têm para o seu percurso escolar, levaram-me a reflectir sobre a avaliação em matemática no ensino secundário e a procurar aprofundar os meus conhecimentos acerca desta problemática. (reflexão, Abril 2008, p. 2)

Esta poderá ser uma das razões explicativas que levaram Paulo a escolher a avaliação para tema da sua dissertação de mestrado.

No projecto a desenvolver, enquanto elemento da equipa do Projecto AREA, Paulo procurou “incluir os alunos no processo de ensino e aprendizagem de uma forma consciente, auto-reguladora e de responsabilização” (reflexão, Abril 2008, p. 3). Através do diagnóstico das dificuldades para a concretização das tarefas propostas, eram recorrentes os mesmos erros e dificuldades, não ultrapassadas ao longo do tempo. Esta situação, segundo Paulo, “exigia uma intervenção alternativa e estruturada para poder modificar a atitude dos alunos e os factores que estavam na origem das suas dificuldades” (reflexão, Abril 2008, p. 3). Daí que Paulo tivesse começado a implementar, ainda que pontualmente, com os seus alunos do 11º ano uma estratégia conducente à auto consciencialização dos seus procedimentos e raciocínios matemáticos, dando-lhe continuidade no ano seguinte, aperfeiçoando, quer a estratégia, quer a recolha de dados.

A intervenção do professor, na proposta pedagógica em estudo, faz-se a dois níveis: enquanto construtor e enquanto participante. Como construtor, através de uma postura continuamente reflexiva e questionadora, Paulo vai introduzindo reformulações na proposta pedagógica ao longo do seu desenvolvimento. Em Outubro de 2006, primeira parte do 1º período do ano lectivo, após a resolução de duas tarefas realizadas, Paulo constata que “a interpretação das actividades estava centrada nos alunos com menos

dificuldades, pelo que se impôs uma mudança de estratégia” (diário de bordo 2006/07, p. 4). Deste modo, a primeira fase da proposta pedagógica passa a ser realizada também em grupo de dois ou três alunos. Para além disso, inicialmente, o *feedback* a dar aos alunos estava previsto ser feito sobre a descrição do processo. Contudo, no balanço realizado por Paulo no final do 1º período lectivo, Dezembro de 2006, fã-lo sentir a necessidade de introduzir um novo reajuste na sua estratégia. Como explica, para que a descrição da estratégia e a resolução sejam feitas em tempo adequado, o *feedback* passa a ser dado apenas no final da resolução:

A leitura, definição de estratégia e resolução de acordo, deve ser feito na mesma aula. Ler e interpretar, definir uma estratégia e, passados alguns dias, os alunos não resolvem de acordo com a estratégia definida.

Em alternativa, proponho a alteração para:

- Pedir aos alunos que descrevam, por escrito, o processo de resolução de uma tarefa;
- Resolução da tarefa de acordo com a estratégia escrita;
- Levar para casa e analisar;
- Confronto. (diário de bordo 2006/07, p. 7)

Enquanto participante, durante a discussão e interpretação da tarefa, Paulo concebeu a sua intervenção como uma retaguarda. O seu papel é diminuto, mas presente. Da leitura das transcrições áudio das interações dos alunos na sala de aula, de facto a intervenção do professor é muito rara. Nas poucas vezes que acontece, surge no sentido da clarificação do processo (o que se entende por descrever uma estratégia de resolução) ou esclarecimento de dúvidas e fornecimento de informação (caso de um grupo que depois de procurarem recordar o que é *taxa média de variação*, conceito que identificam ter sido trabalhado no início do ano, perguntam directamente ao professor como se calcula, tendo este dado-lhes a fórmula). É de assinalar que havendo momentos muito intensos de discussão entre os alunos, estes raramente solicitam o professor, parecendo assim terem interiorizado as regras do procedimento estabelecido.

Após as produções dos alunos, Paulo assume um papel mais visível, na medida em que lhe cabe dar *feedback* às produções dos alunos. Estes são,

na sua grande generalidade, interrogativos, procurando um maior desenvolvimento ou justificação. Termos como: “Como?”; “Como foi encontrado este valor?”; “O que é isto?”; “Porquê?”; “Explica”, são aqueles que surgem nos comentários feitos pelo professor.

Em forma de balanço, segundo Paulo, o desenvolvimento desta proposta pedagógica não é simples, nem linear, nem fechada dentro da sala de aula. Pelo contrário, implica uma reflexão continuada e discutida com outros: “Esta experimentação, obrigou-me a reflectir muito, a discutir algumas das tarefas com colegas da escola e a ouvir e a reflectir sobre as opiniões manifestadas no seio do grupo AREA” (reflexão, Abril 2008, p. 4). Contudo, Paulo tem uma opinião muito positiva. No final do primeiro período, pode ler-se no seu diário de bordo que “A necessidade de reflectir para descrever elimina possíveis erros durante a resolução e fecha caminhos, encaminhando o aluno para a resolução correcta” (diário de bordo 2006/07, p. 7). Salvaguardando estabelecimentos de relações lineares de causa e efeito, os resultados finais dos seus alunos são, do seu ponto de vista, muito gratificantes:

Em 2005, 2006 até Junho de 2007 o trabalho realizado no âmbito AREA foi efectuado com os mesmos alunos, e embora seja difícil de encontrar uma relação causa-efeito, foi gratificante verificar que todos os alunos que faziam parte dessa turma concluíram com sucesso o 12º ano e os que pretendiam aceder ao ensino superior fizeram-no com sucesso no exame nacional de Matemática. (reflexão, Abril 2008, p. 4)

Se é certo que Paulo estava já anteriormente sensibilizado para a importância do desenvolvimento de uma prática avaliativa reguladora da aprendizagem, após este estudo, segundo ele, sente que esta está actualmente mais fundamentada, destacando a necessidade de uma prática intencional assente no conhecimento do modo diferenciado como os alunos pensam e ultrapassam as suas dificuldades:

Hoje, acredito de forma fundamentada que a avaliação reguladora fornece ao professor e aos alunos o nível de concretização das aprendizagens e o que é necessário fazer para corrigi-las ou melhorá-las (...) Levar à prática a

concretização da avaliação reguladora, passa por ajustar de forma mais sistemática e individualizada as intervenções do professor e as situações didáticas, de forma a rentabilizar as aprendizagens (...) Este conhecimento dos diversos processos que os alunos usam na interpretação e desenvolvimento, e dos recursos que procuram quando sentem dificuldades, a função que atribuem aos raciocínios erróneos e como reflectem sobre a aprendizagem e reorientam o seu trabalho com vista ao sucesso facilita a minha prática lectiva, uma vez que foi melhorada a compreensão das atitudes dos alunos. (reflexão, Abril 2008, p. 5)

## **Conclusões**

Este estudo evidencia que a introdução de uma prática de avaliação reguladora traz desafios e dificuldades acrescidas, quer ao professor, quer aos alunos. Para o professor, a implementação de uma proposta pedagógica desta natureza comporta a necessidade imperiosa de ser acompanhada de forma permanente por uma reflexão constante sobre a sua prática (SCHÖN, 1983), nela incluindo outros pares. É com base nesta reflexão que Paulo vai introduzindo sucessivos aperfeiçoamentos a partir da versão da proposta de trabalho concebida no ano lectivo anterior (trabalho em grande grupo para em pares; feedback a meio do processo mais para o final). Pode dizer-se que a utilização desta tarefa tem um potencial importante em termos do seu desenvolvimento profissional.

Para os alunos, é-lhes pedido uma prática inversa do habitual, criando-lhe problemas de concepção e realização, nomeadamente entre o objectivo pretendido e a tarefa de resolução. Os alunos nem sempre “entram” facilmente nestas estratégias pedagógicas que exigem mais esforço e trabalho no contexto da aula.

Mas o dizer antes de fazer aplicado a tarefas que requerem por parte dos alunos interpretação, raciocínio e aplicação compreensiva dos conceitos estudados, criou momentos muito ricos em termos de conflito sócio-cognitivo (PERRET-CLERMONT, 1979) num quadro de trabalho colaborativo em que a entre ajuda começou a ser uma constante. Para descrever, os alunos tinham que interpretar a situação de partida, com os conhecimentos que



dispunham, antecipar a sua resolução e, finalmente, realizar a resolução. Os diálogos sobre esta matéria ajudaram os alunos não só a elaborar as definições primárias sobre os conceitos, mas a evoluir para definições mais sólidas do ponto de vista científico, e a desenvolverem o seu raciocínio matemático e a comunicação (LAMPERT, 2001). Note-se que estes alunos tiveram todos sucesso no exame final nacional do 12º segundo ano. Para o sucesso desta estratégia mais do que o número reduzido de alunos da turma parece ter contribuído a continuidade pedagógica dada pelo professor ao longo de dois anos consecutivos.

Finalmente, é ainda de chamar a atenção para o papel do professor neste processo. Uma retaguarda presente, interpeladora da actividade nas suas diversas componentes, orientadora e de suporte ao trabalho dos alunos. Através da sua proposta pedagógica cria momentos propiciadores de auto regulação sustentada (PINTO e SANTOS, 2006).

## **Referências**

- BARREIRA, C.; PINTO, J.. A investigação em Portugal sobre a avaliação das aprendizagens dos alunos (1990-2005). **Investigar em Educação**, n.4, p. 21-105, 2005.
- BLACK, P. Formative assessment: views through different lenses. **The curriculum Journal**, v. 16, n. 2, p. 133-135, 2005.
- BLACK, P.; WILIAM, D. Assessment and classroom learning. **Assessment in Education**, v. 5, n. 1, p. 7-74, 1998.
- DAVIS, P.; HERSH, R. **A Experiência Matemática**. Lisboa: Gradiva, 1995.
- ERICKSON, F. Qualitative methods in research on teaching. **Handbook of Research on Teaching**, New York. In M. C. Wittrock (Ed.), New York, NY: MacMillan, pp. 119-161, 1986.
- FORMAN, E.; MCCORMICK, D. ; DONATO, R. Learning what counts as a mathematical explanation. **Linguistics and Education**, v. 9, n. 4, p. 313-339, 1998.
- LAMPERT, M. **Teaching problems and the problems of teaching**. New Haven, CT: Yale University Press, 2001.
- LEONTIEV, A. **Activity, Consciousness, and Personality**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1978.

MASON, J.; BURTON, L.; STACEY, K. **Thinking mathematically**. Bristol: Addison-Wesley, 1984.

MEIRIEU, P. **Pourquoi le travaille en groupe des élèves?** Disponível em: <www.meirieu.com>. Acesso em 2007.

NCTM. **Curriculum and evaluation standards for school mathematics**. Reston, VA: NCTM, 1989.

NCTM. **Principles and standards for school mathematics**. Reston, VA: NCTM, 2000.

NUNZIATI, G. Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice. **Cahiers pédagogiques**, n. 280, p. 47-64, 1990.

PERRET-CLERMONT, A.-N. **La construction de intelligence dans l'interaction sociale**. Berne: Peter Lang, 1979.

PINTO, J.; SANTOS, L. **Modelos de avaliação das aprendizagens**. Lisboa: Universidade Aberta, 2006.

SANTOS, L. Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como? In: ABRANTES, P.; ARAÚJO F. (Orgs.). **Avaliação das aprendizagens. Das concepções às práticas**. Lisboa: ME, 2002. p. 75-84.

SANTOS, L. A investigação em Portugal na área da avaliação pedagógica em Matemática. In SIEM, n. 14, 2003. Lisboa: APM, 2003. p. 9-27.

SCHÖN, D. **The reflective practioner: How professionals think in action**. Aldershot Hants: Avebury, 1983.

STEEN, L. Twenty questions about mathematical reasoning. In: STIFF, L.; CURCIO F. (Eds.). **Developing mathematical reasoning in grades K-12**. Reston, VA: NCTM, 1999. p. 270-288.

YACKEL, E.; HANNA, G. Reasoning and proof. In: KILPATRICK, J. *et al.* (Eds.), **A research companion to Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: NCTM, 2003. p. 227-236.

VYGOTSKY, L. **Thinking and Speech**. Collected Works: Plenum, 1934/1987. p. 39-285.

VYGOTSKY, L. **Mind in Society: the Development of Higer Psychological Processes**. COLE, M. *et al.* (Org.). Cambridge: Harvard University Press, 1988.

**Aprovado em fevereiro de 2009**

**Submetido em junho de 2008**