

REFLECTIR ANTES DE AGIR,
A AVALIAÇÃO REGULADORA EM MATEMÁTICA –B

Paulo Dias
Escola Secundária da Moita, projecto AREA
(paulo.dias.7@gmail.com)

Leonor Santos
DEFCUL, projecto AREA
(leonordsantos@sapo.pt)

Resumo: Este estudo procurou compreender se a resposta de um aluno a uma tarefa pode ser ajudada pela compreensão e antecipação da sua resolução. Seguindo uma abordagem metodológica de natureza interpretativa, foi estudada uma turma de Matemática – B do 12º ano. Ao longo da resolução de três situações problemáticas, foi feito o registo da observação do trabalho dos alunos em aula num diário de bordo, acompanhado de registo áudio, e recolhidas e analisadas as produções escritas realizadas pelos alunos. Os resultados deste estudo apontam que a reflexão que precede a realização das tarefas pode ajudar o aluno a ultrapassar os seus erros e dificuldades, uma vez que implica o desenvolvimento de mecanismos necessários para avaliar a exequibilidade ou não de uma dada estratégia de resolução. Na procura de um caminho que o possa conduzir à solução correcta, o aluno faz experimentações, estabelece conjecturas e avalia a sua razoabilidade.

Palavras-chave: Aprendizagem em Matemática, avaliação reguladora, reflexão, situação problemática, estratégias de resolução.

Abstract: This study tries to understand if pupil's answer to a task is helped by the understanding and anticipation of its resolution. Following an interpretative approach, a 12th grade Mathematics-B class was studied. Throughout the resolution of three problems, the pupils work in classroom has been recorded in a logbook with audio recording and collected and analyzed written productions carried out by pupils. The study results suggest that the reflection that proceeds the resolution of a tasks can help the pupil to exceed their mistakes and difficulties, as soon as it implicates the development of necessary mechanisms to value the feasibility or not of a given resolution strategy. In the search of a way that could drive it to the correct solution, the pupil does experiments, provide and assess the reasonability of his or her work.

Keywords: Mathematics learning; formative assessment; reflection; problem solving, problem strategies.

Porque a avaliação das aprendizagens matemáticas não se deve restringir a avaliar o produto final e a avaliação das aprendizagens deve fazer sentido para os alunos e professores, sendo um elemento que se constitui como regulador do processo de

ensino e aprendizagem. A avaliação do processo de aprendizagem, avaliação reguladora das aprendizagens, deve permitir que o aluno seja um elemento activo, reflexivo e responsável pela sua aprendizagem.

No âmbito do projecto AREA¹, numa turma de Matemática - B foi aplicada uma modalidade de avaliação reguladora que teve por objectivo principal desenvolver a capacidade matemática de reflexão dos alunos, antes de agir. Perante cada tarefa, foi solicitado aos alunos que descrevessem, por escrito, o processo de resolução; a resolução da tarefa de acordo com a estratégia descrita; a análise dos resultados e o confronto entre o previsto e o realizado.

A recolha empírica de dados evidencia que existem diferenças entre a descrição das estratégias de resolução das tarefas propostas e as respectivas resoluções. Também, é possível inferir a relação entre a capacidade de descrever uma estratégia de resolução e a natureza da tarefa proposta.

Reflectir antes de agir é uma modalidade de avaliação à priori que pode provocar a alteração de algumas etapas de resolução e a ultrapassagem de erros e dificuldades. É a regulação da acção pela reflexão antecipada.

Problema e Questões de Investigação:

No estudo realizado procurou-se saber se a resposta do estudante a uma tarefa pode ser ajudada pela compreensão e antecipação da sua resolução. O reflectir antes de agir poderá contribuir para um bom desempenho e consequentemente eliminar erros e dificuldades.

No âmbito do problema definido, os estudantes de uma turma de Matemática - B foram confrontados com a resolução de problemas de modo a responder às questões:

- Haverá diferenças entre o que os estudantes pensam sobre a resolução de uma tarefa e a própria resolução?
- Haverá estratégias especialmente adequadas para desenvolver a compreensão da comunicação escrita?
- Haverá estratégias especialmente adequadas para ajudar os estudantes a resolverem com sucesso tarefas matemáticas?

¹ Projecto financiado pela FCT, nº PTDC/CED/64970/2006.

- Será possível fazer auto-regulação das aprendizagens, sem a auto-regulação da compreensão?

Fundamentação teórica

Na sala de aula, os alunos, na procura interactiva de obter resposta para as questões com que são confrontados, aderem a mecanismos de regulação que permitem o ajuste do processo de ensino e aprendizagem. Mas, para que isto aconteça, é necessário que o aluno reflecta sobre a sua aprendizagem, identifique os desvios de raciocínio, os seus erros e os ultrapasse. Ora, foi com este intuito que surgiu a modalidade de avaliação reguladora *Reflectir antes de agir*.

Para desenvolver a reflexão sobre a aprendizagem, o aluno tem necessidade de estabelecer interacções com outros intervenientes do processo do ensino e aprendizagem, de negociar significados, de tarefas que possibilitem diferentes abordagens, de obter feedback sobre o trabalho realizado e necessita de tempo (Perrenoud, 1998). Neste processo de avaliação reguladora, o aluno será sistematicamente confrontado com os níveis de desenvolvimento das suas aprendizagens tendo a necessidade de avaliar o que consegue fazer (dominar) em dado momento (Jorro, 2000; Perrenoud, 1998; 1999). A sua aprendizagem passa pela mudança de atitude relativamente à escola e ao conhecimento em geral. Em cada momento deste processo, o aluno, será solicitado a intervir, autonomamente, de modo a puder construir os seus próprios significados. Ao desenvolver esta estratégia procura-se que o aluno reflecta sobre o que aprendeu e como o aprendeu, ficando munido da capacidade de se auto-avaliar ao reflectir e de comunicar.

Para o funcionamento deste modelo de avaliação reguladora, o ponto de partida são as tarefas propostas. A tarefa dá origem à actividade de reflexão do aluno, neste caso pela necessidade de descrição do processo de resolução, onde o aluno tem de realizar várias etapas. No desenvolvimento desse processo, as interacções entre pares, com o professor ou com outro tipo de recursos, contribuem para a concretização. A auto-avaliação proveniente da constatação de um erro ou uma dificuldade incentiva a procura de novas interacções, o que contribui para a auto-regulação (Santos, 2002). O confronto entre a necessidade de responder a uma solicitação e a consciencialização de que é necessário desenvolver mecanismos de procura da resposta, promove, também, a regulação das aprendizagens.

A reflexão sobre tudo o que acontece leva a que exista aprendizagem. A aprendizagem não acontece no momento final, mas ocorre em vários momentos ao longo do processo de exploração e desenvolvimento. Existem aprendizagens múltiplas neste processo, em paralelo com a aprendizagem do conhecimento matemático que deverá estar directamente relacionada com a actividade desenvolvida.

Estes aspectos não são novos, relativamente à avaliação das aprendizagens dos alunos. Por exemplo, nos programas ajustados de Matemática, em 1997, já existia a recomendação do uso de outros instrumentos de avaliação para além dos testes escritos, inclusive salienta-se que existem competências e capacidades que só poderão ser avaliadas se a utilização dos testes escritos for complementada com outras formas de avaliar:

O professor não deve reduzir as suas formas de avaliação aos testes escritos, antes deve diversificar as formas de avaliação de modo a que cerca de metade seja feita usando outros instrumentos de avaliação que não testes clássicos. Os testes escritos em si mesmo poderão ter aspectos muito positivos se a sua utilização for ponderada com outros elementos de avaliação. Só assim se poderão testar outras competências e capacidades que se pretendem desenvolver no ensino secundário. Em particular, recomendamos fortemente que em cada período um dos elementos de avaliação seja obrigatoriamente uma redacção matemática (sob a forma de resolução de problemas, demonstração, composição/reflexões, projectos, relatórios, notas e reflexões históricas, etc.) que reforce a importante componente da comunicação matemática (o trabalho pode ser proveniente de um trabalho individual, de grupo, de um trabalho de projecto ou da participação na área-escola). No corpo do programa aparecem muitas referências que poderão propiciar este tipo de avaliação. (Ministério da Educação, 1997, p.13)

Também investigadores da área da educação matemática referem a necessidade da reflexão dos alunos, por exemplo para Santos et al. (2002) a reflexão sobre as investigações que os alunos fazem é essencial para que eles possam tomar consciência dos processos seguidos.

A intencionalidade do acto de regulação da aprendizagem pode contribuir para a progressão na aprendizagem (Santos, 2002), uma vez que a avaliação realizada pelo aluno, a auto-avaliação, é um conjunto de operações metacognitivas do sujeito onde este toma consciência dos diferentes momentos da sua actividade cognitiva e possibilita o seu desenvolvimento como sujeito autónomo, crítico e interveniente.

O conhecimento dos diversos processos que os alunos usam na interpretação e desenvolvimento das tarefas e os recursos que procuram quando sentem dificuldades facilita a adopção de uma atitude de avaliação reguladora, uma vez que pode ser melhorada a compreensão das atitudes dos alunos, a interacção e consequentemente a actuação do professor (Perrenoud, 1988).

Opções Metodológicas

A realização deste estudo seguiu uma abordagem qualitativa e interpretativa por ser a metodologia que melhor se adaptava ao problema definido. Relativamente à recolha de dados, foi estudada uma turma de Matemática – B do 12º ano. Os alunos de Matemática – B não têm exame nacional de carácter obrigatório para a conclusão da disciplina e do curso, no entanto, alguns alunos vão realizá-lo em virtude de pretenderem usar a disciplina como disciplina específica de acesso ao ensino superior. Tratava-se de uma turma de continuidade pedagógica, ou seja o professor do 11º ano e do 12º ano é o mesmo, constituída por oito alunos, seis do sexo masculino e dois do sexo feminino. No final de 2005/2006, os alunos foram submetidos a uma experiência de reflectir antes de agir, que evidenciou a necessidade de aprofundar a estratégia como uma forma de avaliação reguladora.

Em 2006/2007, no 1º e 2º período, os alunos foram submetidos à resolução de três situações problemáticas, onde foi efectuado o registo da observação do trabalho dos alunos em aula num diário de bordo, acompanhado do registo áudio, e fotocopiadas e analisadas as produções escritas redigidas pelos estudantes.

A análise de dados foi efectuada entre a comparação dos registos escritos dos alunos, a gravações áudio e os registos de observação efectuados. Após a sistematização dos dados recolhidos foram estabelecidas categorias, de acordo com o quadro teórico de referência.

Estratégia implementada

Reflectir Antes de Agir, foi a estratégia implementada e concretizou-se da seguinte forma:

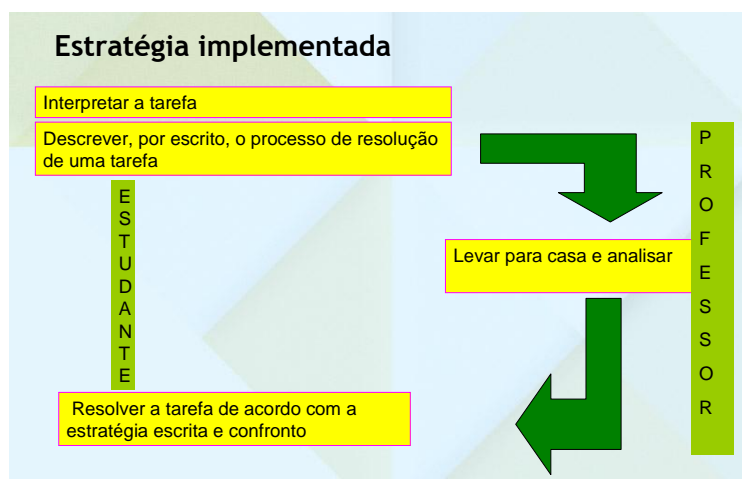
Os alunos eram confrontados com um problema ou uma situação problemática;

A interpretação da tarefa era efectuada através de uma discussão no grupo turma, sem que o professor tivesse intervenção;

Após a discussão, os alunos descreviam, por escrito, o processo de resolução da tarefa sem a resolver;

O professor levava a descrição efectuada para casa e deu feedback, na forma escrita, através de comentários para a melhoria, interrogações, ou sugestões para resolução;

O aluno resolveu de acordo com a estratégia escrita e efectuou o confronto entre os dois documentos produzidos.



Ao aplicar esta estratégia procurou-se que o processo de descrição da resolução promovesse uma reflexão profunda que viesse a ser identificável na resolução. Partindo do princípio que o aluno, ao resolver, tem em conta a reflexão que teve necessidade de fazer na fase de descrição seria inevitável a alteração da resolução de acordo com a reflexão efectuada. No pressuposto que a necessidade de reflectir para descrever aquilo que se procura transmitir na resolução da situação problemática, elimina possíveis erros durante a resolução e fecha caminhos, procurou-se conduzir o aluno para a resolução correcta. A reflexão e a descrição tem a vantagem de possibilitar ao aluno o pensar e o repensar a sua estratégia de resolução. A reflexão antecipada provoca um maior aperfeiçoamento na forma escrita de comunicar.

Aplicação da Estratégia

A aplicação da estratégia descrita ocorreu, geralmente, na parte final da aula, para que fosse possível ao professor a leitura das descrições dos alunos e o consequente feedback. Nesta parte, mostra-se como foi concretizada a estratégia de avaliação reguladora num problema:

No dia 22 de Março de 1995, Dia Mundial da Água, 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

$$O(t) = 200 \times 0,6^t \quad \text{e} \quad T(t) = 200 \times e^{0,2t}$$

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? (Espaço B – 12º ano, p.202)

Na fase de interpretação e discussão da tarefa, os alunos procuram compreender o significado que era atribuído a cada uma das variáveis nas expressões de $O(t)$ e de $T(t)$:

(...)Liane: **Então**, passado o número de peixes originais e o número total de peixes existentes no lago, são dados... **Isto** são os peixes originais.

Carlos: Isso é agora os que há.

Liane: **Mas** os originais são 200, aqui estão 200,06.

Carlos: O número total de peixes existentes no lago, o número total de peixes existentes é este. (...)

Carlos: Os 40 **não é** os 80%, os 80% **é** os 160 que morreram. No máximo, porque os 160 de peixes que é os 80% que morreram tens que os tirar aos 200, e vai-te dar os 40.

Carlos: Tá bem, mas pronto. **Mas** isto é o número..., mas só que é assim o que interessa é o número de peixes originais, a gente **aqui é** os peixes originais, não vês? Pelo menos 80% dos peixes colocados no lago no dia da inauguração.

Liane: Ya.

Carlos: **Por isso** estamos a fazer bem. 0 (zero) de t é o número de peixes do lago postos no dia da inauguração. (...)

Liane: Se o t é 0 é 200 vezes 1 está bem meu.

Carlos: Ah ya, foi o que a gente esteve a falar da outra vez que tu atrofiaste com o zero.

Liane: Ao fim de um ano morreram já 80, num ano morrem logo 80, em dois anos...Morrem aí 160, não?

Carlos: Não, isto pode não ser ...

Liane: Ya, pode não ser a mesma coisa.

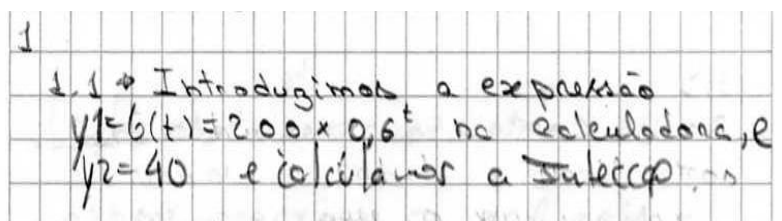
Carlos: Já é 200 menos 72 já...

Liane: **Então**, num ano morrem 80 e no ano a seguir...

Carlos: **Então**, isto pode não ser tipo, agora queres ver no 3º ano? Estranho meu. No 3º ano..., 0.6 elevado a t , no 3º ano já só há 43 peixes.

Liane: É pá estás a fazer isso bem?

Apesar de se verificar a compreensão de alguns conceitos matemáticos, como é o caso de percentagem, os alunos mostram a dificuldade de compreensão das questões, mas efectivamente mostram que evoluem na profundidade da compreensão. Verificou-se, também, a tradução da compreensão por uma linguagem acessível ao contexto do aluno. No entanto, o registo da descrição do processo de resolução é diminuto:



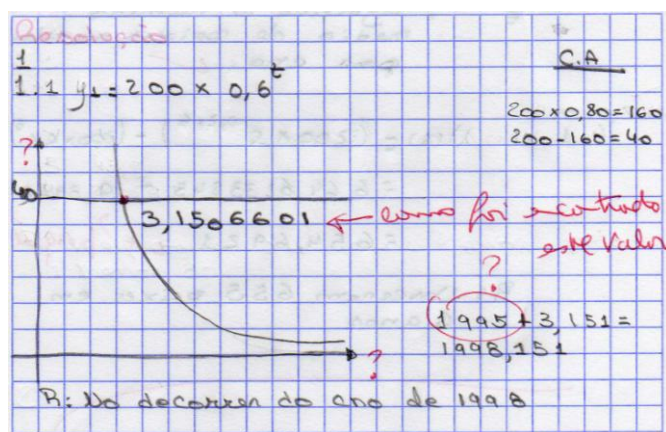
O professor recolheu o trabalho de descrição da resolução efectuado pelos alunos e deu feedback:

Se vocês tivessem que dizer a alguém como é que se fazia...

De onde veio o 40, conseguem explicar como é que se poderia lá chegar...

Tentar dizer como é que se desenvolve... Por exemplo, dizer “ou vamos ao menu gráfico da calculadora ou vamos utilizar a tabela, ou vamos decompôr em factores para depois ter a mesma base”... (Diário de bordo)

Com estas indicações, o professor procurava que os alunos explicassem as opções efectuadas e que justificassem algumas das questões de interpretação. O documento de trabalho dos alunos foi devolvido e nele encontravam-se as sugestões. A partir desse momento, os alunos efectuaram a resolução da tarefa com base na descrição de resolução e incorporaram as sugestões dadas:



Discussão e Conclusões

O registo da descrição das estratégias de resolução das tarefas propostas não mostra a quantidade e a qualidade de trabalho realizado pelos alunos, durante a interpretação. Verificamos que os alunos interpretam e contextualizam a situação problemática que lhes foi colocada, que procuram compreender os conceitos matemáticos e linguísticos que estão envolvidos, mas apenas registam nas descrições de resolução aquilo que entendem ser o conteúdo matemático. A partir desta evidência podemos inferir que em modalidades de avaliação reguladora a aprendizagem ultrapassa largamente aquilo que o aluno mostra na forma escrita. Os alunos adquirem muitas competências sociais e escolares, como se pode verificar pela discussão entre os dois alunos durante a interpretação, que não são avaliáveis através dos registos escritos. É evidência desta aprendizagem o facto de a aluna assentir a compreensão:

Liane: E recorrendo aos processos gráficos..., quando 80% dos 200 peixes, ou seja 160. Será que é ao contrário? É, metemos aqui, a gente queremos quantos, que estejam vivos quê? 40.

Carlos: 40, e vamos ver os anos em que...

Liane: **Percebi**, mas está aí um bocado confuso, os 40 é os 80% que ficam, que são dos 200.

A recolha empírica de dados evidencia que existem diferenças entre a descrição das estratégias de resolução das tarefas propostas e as respectivas resoluções. Ao nível da descrição do processo de resolução podemos distinguir várias características.

- **Aspecto visual:** o texto escrito está organizado na forma de redacção, procurando dar informação ao leitor sobre o contexto da tarefa e acerca do significado das diferentes fórmulas matemáticas que integram o enunciado;

- **Linguagem:** destaca-se, nos textos escritos e na oralidade durante a interpretação em conjunto, a existência de muitos termos de ligação como os seguintes: Se..., Quer dizer que..., Logo..., Como..., Ou seja..., Mas..., Para..., ...temos que..., Depois de..., Sabendo que..., Então..., Caso....

- **A valorização do processo na fase de interpretação:** ao interpretarem, os alunos evidenciam a necessidade de contextualização a tarefa na problemática que conteúdos que estudaram e, seguidamente, a tradução do texto da tarefa para outra linguagem com o objectivo da interiorização e exploração;

- **Seleccção da estratégia:** a estratégia apresentada no documento escrito conduz ao resultado correcto:

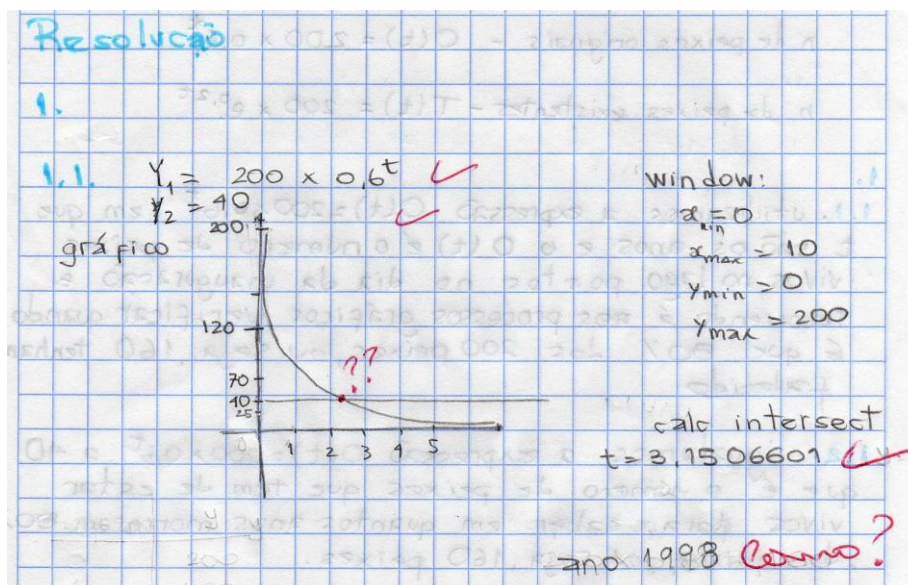
n. de peixes originais - $O(t) = 200 \times 0,6^t$
n. de peixes existentes - $T(t) = 200 \times e^{0,2t}$

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 t anos após a inauguração e recorrendo à ~~res~~ processos gráficos verificar quando é que 80% dos 200 peixes, ou seja, 160 tenham falecido

(Bruno, Irlanda e Pedro, Março 2007)

No do processo de resolução, é incorporada a reflexão antecipada para a explicação da resolução, os alunos assumem o entendimento que fizeram das questões e respondem de forma sucinta. Podemos caracterizar o processo de resolução através dos seguintes aspectos:

- **Cálculos e gráficos:** a apresentação da resolução é caracterizada por destacar os cálculos e os gráficos, sem justificar a sua necessidade nem contextualizar o leitor para a importância o objectivo da sua presença;
- **Orientação para compreensão da estratégia seguida:** os cálculos apontam-nos o caminho que o aluno seguiu, mas não são perceptíveis os recursos mobilizados pelo aluno para os atingir;
- **É influenciada pela reflexão:** o aluno apresenta uma resolução em que se verifica que segue a estratégia definida na reflexão mas não inclui qualquer tipo de contextualização da tarefa ou da reflexão que efectuou para o estabelecimento da estratégia implementada;
- **Dar uma resposta:** na resolução é identificável uma resposta, mas sem explicação.



(Bruno, Irlanda e Pedro, Março 2007)

Síntese

A modalidade de avaliação reguladora *Reflectir antes de agir*, é uma modalidade de avaliação à priori que pode: desenvolver a capacidade da compreensão escrita; permitir a ultrapassagem de erros e dificuldades; contribuir para a resolução da tarefa com sucesso. Quando o aluno se envolve num processo deste tipo, ele procura interpretar e compreender o que lhe é solicitado, mas em simultâneo tem de efectuar um processo de re-visita das suas estruturas de conhecimento de forma a poder dar a resposta adequada à situação. Nesta vivência, o aluno pode desenvolver a sua capacidade de compreensão escrita, quer ao nível da interpretação, quer ao nível da redacção. A reflexão profunda sobre a tarefa pode ajudar o aluno a ultrapassar erros e dificuldades, o aluno terá de desenvolver os mecanismos necessários para avaliar a exequibilidade ou não de uma dada estratégia de resolução. Na procura de um caminho que o possa conduzir à solução correcta, o aluno faz experimentações, estabelece conjecturas e avalia a sua razoabilidade. Ao envolver-se neste procedimento, o próprio aluno verifica os erros que cometeu durante o processo e ultrapassa-os.

Bibliografia:

- Jorro, A. (2000). *L'enseignant et l'évaluation: Des gestes évaluatifs em question*. Bruxelles: De Boeck.
- Ministério da Educação (1997). *Matemática: Programas – 10. 11º e 12º anos*. Lisboa: Editorial do Ministério da Educação.

- Perrenoud, Ph. (1988). La part d'évaluation formative dans toute evaluation continue. In INRAP, *Évaluer l'évaluation*, Dijon : INRAP, pp. 202-210, retirado em 3/6/2004. (http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_1988/1988_05.html)
- Perrenoud, Ph. (1998). From formative evaluation to a controlled regulation of learning processes: Towards a wider conceptual field. *Assessment in Education : Principles, Policy & Practice*, 5, 1, pp. 85-102.
- Perrenoud, Ph. (1999). *Avaliação, Da excelência à Regulação das Aprendizagens, Entre Duas Lógicas*. Porto Alegre: Artmed Editora.
- Santos, L. (2002). Auto-avaliação regulada: porquê, o quê e como? In P. Abrantes & F. Araújo (Coord.), *Avaliação das aprendizagens das concepções às práticas* (pp. 75-84). Lisboa: Ministério da Educação: DEB.
- Santos, L., Brocardo, J., Pires, M. & Rosendo, A. (2002). Investigações matemáticas na aprendizagem do 2º ciclo do ensino básico ao ensino superior. In J. Ponte, C. Costa, A. Rosendo, E. Maia, N. Figueiredo, & A. Dionísio (Orgs). *Actividades de investigação na aprendizagem da matemática e na formação de professores*. (pp. 83 – 106) Lisboa: SPCE.