

---

## Avaliação diagnóstico: Desenvolvimento de um teste de desempenho em Matemática

Isolina Oliveira  
Judith Silva Pereira  
Instituto de Inovação Educacional

### Introdução

Em 1960 e 1970 foi sugerido que a avaliação podia ter objectivos mais amplos do que a simples selecção através de uma graduação global e isto conduziu a uma análise crítica das práticas tradicionais (Brown, 1990). Uma nova ênfase foi atribuída à avaliação, perspectivando-a como uma metodologia que teria como função principal ajudar professores e formadores a tomarem decisões.

A proposta de avaliação aqui enunciada insere-se nesta nova abordagem e assume dois papéis fundamentais: uma *função diagnóstico* para professores e alunos, permitindo conhecer:

- o que cada aluno aprendeu;
- pontos fortes e fracos de um aluno, podendo constituir a base para planos de trabalhos pessoais, pois a identificação de concepções erradas num dado aluno torna possível o desenvolvimento de estratégias de ensino adequadas com vista a ultrapassar os “erros”;
- se o seu ensino atingiu ou não as metas e em consequência tomar decisões sobre o que deve ser e como deve ser ensinado;
- o desempenho (*performance*) da sua(s) classe(s) em comparação com outros professores e escolas.

Por outro lado, esta proposta de avaliação funciona para os alunos como

diagnóstico do seu progresso, informando-os sobre o que ainda não dominam e simultaneamente terá um *efeito motivador* sobre a aprendizagem, destacando-se assim o papel formativo da avaliação.

Nesta perspectiva pais, professores e alunos podem verificar regularmente o progresso individual destes e identificar áreas que necessitam de uma maior atenção.

Uma avaliação com funções de diagnóstico deve tomar a forma de uma monitorização contínua de todos os pontos fortes e fracos dos alunos numa dada área curricular, juntamente com a apreciação dos seus comportamentos e atitudes visto que estes estão intrinsecamente relacionados com os processos de aprendizagem.

A avaliação pode ser usada pelos professores como um meio de motivar os seus alunos. O estabelecer de metas graduais, enfatizando procedimentos de referência criterial permitirá a cada aluno saber como empenhar-se, por forma a ver compensados os seus esforços. Ao solicitar a participação dos alunos no processo de avaliação está-se-lhes a conferir um papel activo na aprendizagem e a fazê-los assumir responsabilidade no seu próprio progresso. Os novos métodos de avaliação facilitam um contacto mais pessoal entre alunos e professores.

Deve-se salientar aqui a necessidade de estabelecer um contínuo entre a avaliação formativa e a sumativa, sendo suposto que esta mede não só conhecimentos e capacidades através de testes escritos mas também saberes práticos, valores e atitudes que representam afinal as grandes finalidades da educação.

As formas tradicionais de avaliação oferecem pouca informação aos alunos sobre “como” e “porquê” eles são avaliados desse modo. Ao fornecer “feedback” útil está-se também a facilitar a mudança daqueles visando melhorar o seu desempenho. Para além disso, contribui-se para o desenvolvimento pessoal do aluno, incentivando-o a continuar os seus esforços na tentativa de ultrapassar os seus pontos fracos. Nesta abordagem está subjacente a ideia de que os alunos devem ser participantes activos no processo, contrariamente às avaliações tradicionais que remetem para uma concepção em que o papel do aluno se limita a receber o que é dado. As tendências recentes, em Portugal e noutros países, para avaliar a qualidade da educação assentam numa perspectiva baseada no processo e a avaliação deste está estritamente ligada às novas formas de avaliação. Para que o professor seja capaz de identificar o que o aluno aprendeu com o fim de tomar decisões, necessita combinar os testes escritos com observação informal, discussão oral e ainda através da auto-

---

avaliação do aluno e da avaliação participada. As concepções aqui expressas apontam, por um lado, para um reforço do processo de aprendizagem, realçando o carácter diagnóstico da avaliação, os processos de pensamento mais elaborados e o currículo; por outro lado, assentam no respeito pelo aluno, enfatizando a sua colaboração e conseqüente responsabilidade. Finalmente dão relevância à acção, a um conjunto vasto de capacidades, reconhecendo todos os tipos de sucesso, de realização, numa variedade de contextos.

### **Intenções do estudo**

As intenções deste estudo devem ser enquadradas no actual desenvolvimento dado aos métodos de avaliação. De facto, actualmente considera-se necessário desenvolver diferentes instrumentos que contribuam de modo significativo para a consciencialização de professores e alunos sobre os progressos e dificuldades destes e conseqüentes tomadas de decisão.

Nesse sentido, desenvolveu-se um teste de avaliação da aprendizagem com função de diagnóstico privilegiando-se os processos de resolução de problemas e explorando-se várias técnicas para a sua análise.

Em consonância com as intenções expressas, dois conjuntos de perguntas orientaram os procedimentos que conduziram ao desenvolvimento do teste: Pode ser desenvolvido um instrumento que avalie a compreensão conceptual? E o conhecimento de procedimentos? E a capacidade de resolução de problemas? Em relação ao teste elaborado, que validade e fidelidade podem ser estabelecidas? E ainda, é possível utilizar o teste final como um instrumento de diagnóstico? E com funções de classificação?

Quanto à análise e classificação dos processos na resolução de problemas, equacionaram-se questões como: Que técnica utilizar na classificação dos problemas? Que possibilidades de utilização na sala de aula? Que fidelidade inter-classificadores?

### **Metodologia**

Para a selecção da amostra foram contactadas as delegadas de Matemática de duas escolas C+S (uma do meio rural, outra do meio urbano e ambas de média dimensão) da área de Lisboa, porque se pretendia um trabalho sistemático e de “feedback” regular com os professores e alunos.

A amostra foi constituída por 100 alunos, tendo sido elaborada uma ficha

de caracterização daqueles com o fim de facultar aos futuros utilizadores dos testes um quadro referencial relativo aos mesmos.

### **Desenvolvimento do teste**

Para a concepção dos itens o referente foi o novo programa do 2º Ciclo de Matemática, que se encontrava no primeiro ano de experiência para o 6º ano de escolaridade.

Tratando-se de um teste de referência criterial com o qual se pretende avaliar o desempenho dos alunos, os pressupostos para a elaboração dos itens foram a consonância entre estes e o currículo, o peso atribuído a cada um dos diferentes domínios — Números e Cálculo, Geometria, Estatística e Proporcionalidade e Resolução de Problemas e ainda as actividades de ensino propostas pelo programa.

Após a análise do programa, foi feita uma consulta de vários documentos, particularmente livros didácticos, os materiais que serviram de apoio aos professores durante a experimentação dos novos programas e outros construídos por eles. Livros sobre didáctica da Matemática, os *Curriculum and evaluation standards for school mathematics* (National Council of Teachers of Mathematics, 1989) e testes elaborados por determinadas instituições como a Texas Education Agency foram também consultados.

Na avaliação em Matemática, quando se referem objectivos cognitivos, consideram-se duas vertentes: os objectivos relativos ao conteúdo e os relativos aos processos cognitivos, isto é, tudo o que diz respeito a aptidões (*skills*), capacidades e estratégias.

Nesta perspectiva um teste de desempenho deve incidir sobre a avaliação do desenvolvimento das estruturas do conhecimento, processos cognitivos e procedimentos associados que revelam como um dado domínio é adquirido. Sendo assim, é possível planear ajudas precisas por forma a que os alunos atinjam níveis elevados de desempenho.

Os itens elaborados para este estudo pretendem avaliar: compreensão de conceitos matemáticos; aptidões relativas à aplicação da Matemática numa variedade de situações; aptidões relativas a problemas que envolvam na sua resolução uma diversidade de estratégias; capacidade dos alunos para elaborar um plano em investigação matemática.

Deve salientar-se que, particularmente na resolução de problemas, nem sempre é claro que se avalie exactamente as mesmas aptidões em cada aluno. Para o mesmo problema, alunos com diferentes idades e experiências de

aprendizagem podem ser confrontados com desafios diversos. Um problema pode ser um exercício de rotina para um dado aluno e para outro pode representar um desafio, requerendo criatividade para a sua resolução.

Na construção dos itens e na concepção do teste esteve subjacente uma grelha bi-dimensional de conteúdos/processos que foi elaborada com base na análise do programa.

A tabela 1 mostra-nos a distribuição dos itens pelos domínios e níveis de processos cognitivos considerados. Como se pode observar foram construídos cinquenta itens (um item pode envolver mais do que um domínio e uma variedade de processos), tendo em atenção os domínios abordados no programa e os três níveis de processos já referidos.

**Tabela 1.** Distribuição dos itens por domínio e por processo cognitivo.

	Números Cálculo	Geometria	Estatística	Proporcio- nalidade	TOTAL
Compreensão de conceitos	4	3	3	2	12
Conhecimento de procedimentos	14	4	2	4	24
Resolução de problemas	5*	5	6*		16
TOTAL	23	12	11	6	50

\*Há problemas que foram incluídos simultaneamente nestes domínios.

Considera-se que a Compreensão de Conceitos requer a compreensão de factos e conceitos matemáticos, o Conhecimento de Procedimentos a aplicação de conhecimentos e conceitos na resolução de problemas de rotina e a Resolução de Problemas a aplicação de várias aptidões a uma situação problemática não rotineira.

Os itens foram agrupados em três conjuntos: o primeiro relativo a Números e Cálculo, o segundo referente à Geometria, Estatística e Proporcionalidade e um terceiro conjunto constituído apenas por Problemas de Processo e Actividades de Investigação.

Na construção dos itens utilizaram-se vários tipos de formatos: itens de resposta estruturada sempre que se pretendia testar a compreensão de conceitos e conhecimento de procedimentos. Para avaliar as capacidades de comu-

nicação e de resolver situações problemáticas, conceberam-se itens de resposta não estruturada.

Na sequência da aplicação de cada conjunto de itens foi solicitado aos professores, o preenchimento de um questionário acompanhado de uma listagem de objectivos e ainda mantido um diálogo com o fim de proceder a uma análise dos itens sob o ponto de vista pedagógico. Para o refinamento dos itens foi também feita uma análise psicométrica.

### **Classificação dos itens**

Relativamente a cada um dos três conjuntos de itens optou-se por atribuir uma pontuação máxima de cem pontos. Na distribuição desses cem pontos pelo número de itens decidiu-se adoptar o seguinte critério: nos itens de resposta estruturada o número de pontos a atribuir a cada item era igual sempre que o nível cognitivo exigido fosse o mesmo.

A avaliação do desempenho do aluno na resolução de problemas não pode limitar-se a verificar se a resposta está correcta ou não. Deve tentar avaliar-se os processos e as atitudes manifestadas ao longo da resolução, no sentido de detectar o que ainda não está dominado e porquê.

No momento actual da investigação, sabe-se que há um conjunto de técnicas e de procedimentos inerentes ao processo de resolução de problemas que são susceptíveis de ser ensinados e aprendidos e que podem contribuir para melhorar o desempenho dos alunos (Fernandes, 1988).

Saliente-se que, porque a capacidade de resolução de problemas se vai desenvolvendo ao longo de um certo período de tempo, a sua avaliação deve assumir não só a forma de dados resultantes da análise de um trabalho escrito, mas também a forma de observações realizadas enquanto o(s) aluno(s) trabalha(m).

Numa primeira fase, para cada um dos problemas foi feita uma análise dos comportamentos e processos cognitivos envolvidos com vista a elaborar uma lista de abordagens plausíveis do aluno para a resolução do problema.

Do conjunto de técnicas de avaliação experimentadas, utilizaram-se as seguintes: a analítica em que se identificaram as várias fases do processo de resolução e se atribuiu uma pontuação igual a cada uma das categorias e a holística focada que assenta num modelo específico relativo ao processo de pensamento envolvido na resolução de problemas, não se pontua cada uma das categorias mas atribui-se uma cotação para a solução final. Esta última técnica pareceu mais adequada dado o elevado número de testes a classificar e porque

era importante considerar a fidelidade no procedimento da correcção. A escala de classificação desenvolvida por Charles, Lester e O'Daffer (1987) e adaptada por Fernandes (1988), constituiu o modelo de base para a correcção e cotação dos processos de resolução.

No que diz respeito à administração dos três conjuntos de itens acompanhou-se a calendarização do ano lectivo e a planificação efectuada pelos professores das turmas constituintes da amostra.

## Resultados

Os resultados apresentados referem-se à caracterização das turmas, à análise dos itens e ao desempenho dos alunos. Por não parecer oportuno não se apresentam dados relativos à análise da tarefa.

No que diz respeito à caracterização das quatro turmas que participaram no estudo salientam-se os aspectos evidenciados nas tabelas 2 e 3.

**Tabela 2.** Caracterização das turmas A, B, C e D.

	A	B	C	D	TOTAL
Número de alunos	22	27	26	25	100
Idade:					
- menos de 12 anos ou igual	15	22	23	22	82
- 13 e 14 anos	7	5	3	3	18
Sexo:					
- masculino	14	12	16	16	58
- feminino	8	15	10	9	42
Número de alunos que repetiram:					
- 1 ano	7	5	0	3	15
- 2 anos ou mais	4	4	2	0	10
Número de alunos com necessidades educativas especiais:	7	1	1	6	15

**Tabela 3.** Caracterização dos encarregados de educação das turmas A, B, C e D.

	A	B	C	D	TOTAL
Habilitações dos encarregados de educação:					
- 2º Ciclo ou menos	17	13	10	5	45
- 3º Ciclo ou est. secundários	4	11	12	11	38
- frequência universitária	1	3	4	8	16
Profissões dos encarregados de educação:					
-trabalhadores manuais	17	14	10	5	46
-trabalhadores dos serviços	4	10	12	11	37
-trabalhadores intelectuais	1	3	4	8	16

Pela análise das tabelas verifica-se que há uma grande heterogeneidade em relação às variáveis idade, número de alunos com necessidades educativas especiais, número de anos de repetência e ainda estrato sócio-económico.

### **Análise dos itens**

A análise dos itens reenvia para dois aspectos: um de natureza pedagógica e outro de natureza psicométrica. Relativamente à primeira pretende-se fazer um estudo da adequação da linguagem e da ambiguidade dos itens. Nesse sentido as sugestões apresentadas pelos professores nas sessões de trabalho e no questionário preenchido contribuíram para as reformulações dos itens. Consideraram-se ainda os comentários que os alunos fizeram por escrito e oralmente. No que diz respeito às actividades classificadas como resolução de problemas, solicitou-se ainda a orientação de um especialista em Educação Matemática. Como resultado final das sugestões fornecidas reformularam-se seis itens.

Quanto à segunda o refinamento dos itens fez-se através de uma análise quantitativa, calculando o índice de dificuldade e o índice de discriminação.

A figura 1 permite visualizar a distribuição dos itens por índice de dificuldade e por índice de discriminação.

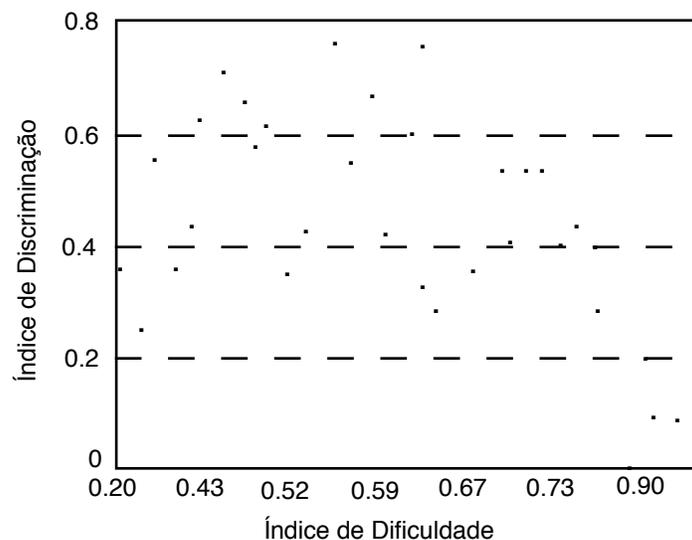


Figura 1. Relação entre o Índice de Dificuldade e o de Discriminação.

Na Figura 1 estão assinalados os itens que foram revistos ou eliminados. Verifica-se que cerca de 65% dos itens construídos são moderadamente difíceis e cerca de 10% são fáceis. Decorrente desta análise foram revistos cinco itens. Calculou-se um indicador de fidelidade para cada um dos conjuntos de itens cujos valores são aceitáveis (0,75 a 0,85).

### Desempenho dos alunos

No desempenho dos alunos consideram-se os resultados médios relativos a cada item dos três conjuntos: Números e Cálculo; Geometria, Estatística e Proporcionalidade e Resolução de Problemas.

No domínio *Números e Cálculo* os resultados médios dos itens no que diz respeito à compreensão de conceitos e a tarefas que envolvem problemas de rotina são francamente mais elevados do que os que se referem a itens categorizados como situações novas.

No domínio *Geometria, Estatística e Proporcionalidade* constata-se que os itens referentes a conceitos geométricos apresentam classificações médias elevadas. Quanto aos itens que exigem traçado de figuras geométricas as classificações médias são muito baixas (respectivamente 10% e 20%), principalmente porque as respostas não apresentam rigor e precisão na construção das referidas figuras. O mesmo se verifica em relação aos itens que requerem do aluno a explicitação de raciocínios, quer no domínio da Geometria, quer no

da Estatística e Proporcionalidade.

O terceiro conjunto de itens, relativo à *Resolução de Problemas*, foi elaborado para avaliar a capacidade dos alunos em utilizar heurísticas diversas e testar aptidões complexas que requerem do aluno saber organizar, integrar e sintetizar conhecimento, em suma, usar informação para resolver situações novas. A resolução dos dois últimos problemas consistia em várias sub-tarefas abrangendo diversos aspectos do conhecimento matemático e da sua integração.

As percentagens médias obtidas nos itens 1, 2 e 3, problemas de processo que envolviam na sua resolução a aplicação de uma tabela, trabalhar do fim para o princípio e reconhecer um padrão, foram respectivamente de 73%, 52% e 43%.

No estudo das estratégias adoptadas pelos alunos no item 1 verificou-se que a sistematização dos dados nem sempre passou pela construção de uma tabela (73% das respostas certas).

Para o item 4, cerca de 28% dos alunos resolveram o problema, seleccionando estratégias adequadas, formulando hipóteses e justificando a solução, como se pode ver no exemplo:

A Joana comprou uma porção de tecido com 2 m de comprimento e 1,8 m de largura.

Com esse retalho quer fazer uma toalha com 3 m<sup>2</sup> de área e 1,5 m de largura.

Se, com o restante tecido, quiser fazer guardanapos com forma quadrangular tem várias hipóteses de escolha.

Escolhe uma hipótese e justifica a tua escolha.

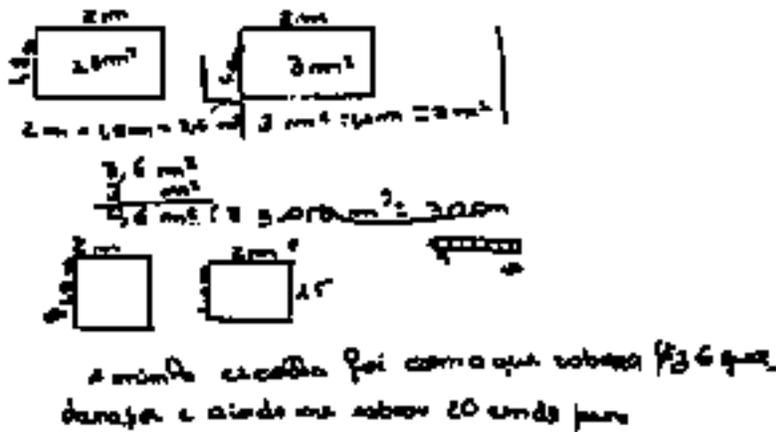


Figura 2. Item 4.

O item 5, cujo enunciado é:

Imagina que tens uma folha de cartão rectangular, de 30 cm por 21 cm, para construir uma caixa sem tampa.

A base da caixa deve ter 62 cm de perímetro.

Elabora o teu plano de construção da caixa e explica-o pormenorizadamente.

levantou muitas dúvidas e nenhuma resposta foi considerada totalmente certa. Os alunos consideraram este item difícil, tendo mesmo referido que não sabiam como elaborar um plano.

Do total da amostra, cerca de 60% de alunos não esboçaram qualquer tentativa de resposta. De facto, os alunos demonstraram dificuldades na realização de um plano. Embora cerca de 45% tenham conseguido iniciar estratégias (apresentam esboços, cálculos, diagramas, mantêm uma das condições e esquecem outras), não foram capazes de prosseguir-las e avaliar a solução.

## Discussão dos resultados

A intenção deste estudo era o desenvolvimento de um teste de avaliação da aprendizagem com função diagnóstico, naturalmente enfatizando-se os processos de resolução de problemas.

Do total de itens avaliados seleccionaram-se vinte e oito com os quais se elaborou um teste final constituído por duas secções: Secção I, formada por

vinte e dois itens distribuídos pelos quatro domínios reflectindo a importância atribuída no programa e com a qual se pretende avaliar a aquisição de conceitos e procedimentos; a Secção II, com seis itens, tenta avaliar as capacidades de comunicação e de resolução de problemas.

Em termos de estudos futuros é fundamental que este teste seja aplicado a uma amostra maior de alunos do 6º e 7º ano de escolaridade que a inicialmente usada com vista ao seu refinamento e posterior divulgação junto dos professores.

Sugere-se que o teste seja usado como um instrumento de diagnóstico no início do 7º ano de escolaridade, permitindo obter para cada aluno dois tipos de dados. Uns dizem respeito a um conjunto de conhecimentos, referente a um determinado domínio, que engloba conceitos, regras, fórmulas e algoritmos; outros são relativos à capacidade de resolução de problemas (estratégias de pesquisa sistemática envolvendo o uso de diversas heurísticas).

No final do 6º ano de escolaridade, o teste também pode ser usado como um instrumento de validação externa, enquanto avaliativo do desempenho de um dado aluno em domínios específicos, atribuindo-lhe uma classificação que está em relação com a dos outros e desde que o professor estabeleça um critério de sucesso.

Relativamente às técnicas aplicadas na avaliação dos processos de Resolução de Problemas a técnica analítica parece mais eficaz quando o professor deseja fazer uma apreciação do trabalho escrito de cada aluno, no sentido de conhecer melhor as suas dificuldades, relativamente aos métodos heurísticos e aos “erros”. A técnica holística focada parece mais adequada quando o professor pretende comparar os resultados dos seus alunos, uma vez que o valor final atribuído corresponde à mesma fase no processo de resolução de problemas.

Não parece possível fazer uma avaliação criteriosa dos processos sem que se assuma uma técnica consistente e sistemática. De outro modo a avaliação será mais subjectiva dado que o avaliador usa sempre critérios, ainda que implícitos.

No que diz respeito às capacidades avaliadas o pior desempenho foi na resolução de problemas. Parece haver vários motivos para explicar estes resultados que são consonantes com os obtidos no projecto International Assessment of Educational Progress (IAEP) coordenado pelo Educational Testing Service em que Portugal participou (Neves e Serrazina, 1992). Pela sua importância apontam-se duas razões: sendo a resolução de problemas um dos aspectos inovadores do programa, estes alunos não tiveram um ensino especí-

fico nesse sentido durante o 1º Ciclo; por outro lado, os professores das turmas da amostra referiram a pouca insistência em actividades deste tipo e as muitas dificuldades que os alunos têm em justificar os seus raciocínios e tomadas de decisão, principalmente quando o fazem por escrito.

É importante referir que, como diz Corte (1990), a aprendizagem da resolução de problemas é um processo longo e gradual que requer a aquisição integrada e a aplicação das três categorias de aptidões seguintes: a aplicação flexível de um conhecimento base bem organizado que envolve conceitos, regras, princípios, fórmulas e algoritmos; métodos heurísticos e capacidades metacognitivas.

Um outro aspecto a evidenciar é o fraco desempenho dos alunos nas actividades que exigiam comunicar raciocínios, validar conjecturas e formular argumentos para justificar as suas opiniões.

Importa aqui referir como os alunos progridem ao mesmo tempo à superfície e em profundidade, mas com um acentuado desfasamento no tempo, o que torna difícil dizer quais são os domínios em que estão seguros num dado momento (Allal, Cardinet e Perrenoud, 1986).

No sentido de complementar o estudo sugere-se a elaboração de instrumentos de avaliação que facilitem os registos de observações de atitudes em relação à resolução de problemas, na selecção de estratégias, na perseverança e na colaboração em trabalhos de grupo, nomeadamente no modo como exprimem os seus raciocínios e no maior ou menor entusiasmo que colocam na realização das actividades.

Uma última recomendação diz respeito à necessidade de manter informados os professores de modo a que construam os seus próprios instrumentos de avaliação com confiança.

O instrumento e a escala elaborados representam um contributo para ajudar os professores a avaliar processos, constituem uma pista que os mesmos naturalmente irão desenvolver.

Pensa-se que numa perspectiva de desenvolvimento, a ênfase não deve ser tanto na eficiência da medida mas na descrição do nível de funcionamento cognitivo de um aluno, em termos da presença ou ausência de capacidades associadas à proficiência no domínio a ser testado.

Esta análise está em consonância com os princípios enunciados no programa do 2º Ciclo, no qual se assume que a avaliação deve ter um carácter eminentemente formativo. Uma avaliação com estas características implica uma mudança na escolha de instrumentos e técnicas de avaliação.

**Referências**

- Allal, L., Cardinet, J. e Perrenoud, P. (1986). *A avaliação formativa num ensino diferenciado*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Brown, S. (1990). Criterion-referenced assessment. Em N. Entwistle (Ed.), *Handbook of educational ideas and practices* (pp. 865-874). London: Routledge.
- Charles, R., Lester, F. e O'Daffer, P. (1987). *How to evaluate progress in problem solving*. Reston, Virgínia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Chase, C. (1978). *Measurement for educational evaluation*. Massachusetts: Addison-Wesley.
- Corte, E. (1990). Toward powerful learning environments for the aquisition of problem solving skills. *European Journal of Psychology of Education*, V(1), 5-19.
- Fernandes, D. (1988). *Comparison of the effects of two models of instruction on the problem-solving performance of preservice elementary school teachers and on their awareness of the problem-solving strategies they employ*. Dissertação de doutoramento não publicada, Texas A&M University, College Station, Texas.
- National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, Virgínia: NCTM.
- Neves, L. e Serrazina, L. (1992). O desempenho em Matemática aos 9 e aos 13 anos. *Educação e Matemática*, 22, 26-28

---

*Isolina Oliveira, Judith Silva Pereira, Instituto de Inovação Educacional, Travessa das Terras de Sant'Ana, 15, 1200 LISBOA.*