

Estratégias de resolução de problemas de matemática em estudantes do ensino superior

Math problems solving strategies for higher education students

Rita Manuela de Almeida Barros, Cláudia Noémia Soares de Sousa

RECI – Research in Education and Community Intervention, Instituto Piaget, Portugal

Resumo

O estudo dos processos cognitivos complexos, nas quais se inclui a resolução de problemas, reveste-se de grande importância quando se reportam à construção de competências pelos estudantes do Ensino Superior. Este estudo recorre a um *design* quasi-experimental, com um grupo de estudantes submetidos a sessões de treino de resolução de problemas de matemática e um grupo de controle, no sentido de comparar as estratégias de resolução de problemas utilizadas por uns e por outros. A amostra é constituída por 72 estudantes a frequentar cursos de licenciatura. Os resultados mostram que as sessões de treino aumentam a rapidez da resolução e diminuem a existência de erros na mesma. No entanto, o contato prévio com problemas de natureza similar parece limitar os estudantes na escolha da estratégia de resolução a ser usada, o que diminui a eficácia da resposta em termos da utilização de alternativas de resolução mais diretas, intuitivas e rápidas de resolução dos problemas. São discutidas as implicações dos resultados encontrados, no que diz respeito à capacidade de transposição das estratégias de resolução a problemas congêneres.

Palavras-chave: resolução de problemas de matemática, estratégias de resolução de problemas, estudantes do ensino superior

Abstract

The study of complex cognitive processes, in which problem solving is included, is of great importance since they relate to building skills in college students. This study uses a quasi-experimental design, with a group of students submitted to training sessions of problem solving in mathematics and a control group, to compare the problem solving strategies used by the two groups. The sample consists of 72 higher students. The results show that the training sessions increase the speed of resolution and decrease the existence of errors. However, previous contact with problems of a similar nature seems to limit the students in choosing the resolution strategy to use, which reduces the effectiveness of the response in terms of the use of a more direct, intuitive and fast resolution of the problems. The implications of the findings are discussed with regard to the capacity of transposing solving strategies to similar problems.

Keywords: math problems resolution, problem solving strategies, higher education students

Autores de Correspondência:

R. Barros – rita.barros@gaia.ipiaget.pt C. Sousa – claudia.sousa@gaia.ipiaget.pt

Introdução

Funções cognitivas como a linguagem, o raciocínio, a tomada de decisão e a resolução de problemas têm vindo a granjear progressivo interesse por parte dos investigadores, não só no domínio da Psicologia Cognitiva (Sternberg, 2009), mas também no âmbito das Ciências da Educação (Sternberg & Grigorenko, 2000). A construção de modelos teóricos para a compreensão das estratégias de resolução de problemas tem subjacente um propósito de natureza prática que se sustenta na promoção do desempenho dos estudantes, mormente em disciplinas científicas, de que é exemplo a matemática.

A resolução de problemas ocupa um lugar de excelência no processo educativo, pelo que, no estatuto de competência básica e transversal, é assumidamente elemento de organização pedagógica nos conteúdos, processos e resultados do ensino e da aprendizagem, do estudo e adaptação social.

A formação superior visa promover e atualizar competências efetivas, em termos do uso de estratégias cognitivas, habilidades interpessoais, atitudes e valores que permitam a solução de problemas em contextos sociais específicos de intervenção.

Os processos cognitivos encerram um conjunto de operações de tratamento de informação, através das quais os sujeitos elaboram representações e efetuam transformações sobre elas. A partir da relação entre atividade cognitiva e comportamentos observáveis, a organização do comportamento reflete as operações mentais que o determinam (Eysenck & Keane, 2003).

As operações cognitivas estão envolvidas na gestão das emoções, na seleção de informação perceptiva e sua exploração, no funcionamento dos diferentes tipos de memória e processos de aprendizagem, na produção e compreensão da linguagem e nos processos de raciocínio, nos quais se inclui a resolução de problemas. A hierarquização das operações cognitivas permite incluir a resolução de problemas nas operações mentais de alto nível, operações seriais, conscientes e intencionais, mais exigentes em termos de tempo e orientadas para um fim.

Os passos do ciclo de resolução de problemas incluem a sua identificação, definição, formulação da estratégia de resolução,

organização da informação, alocação de recursos, monitorização e avaliação. A formulação da estratégia pode envolver a segmentação do problema e análise das partes e/ou a síntese de elementos numa reorganização. Estratégias complementares integram a diversificação de soluções com o recurso ao pensamento divergente, assim como o pensamento convergente que afunila as possibilidades para selecionar a mais adequada, após a análise do espaço do problema, ou seja, do universo de ações possíveis de resolução, dadas quaisquer restrições que se apliquem (Sternberg, 2009). De acordo com o método de resolução de problemas de Polya (1945/1973), em uma primeira fase deve-se compreender o problema, analisando os dados fornecidos e verificando, nomeadamente, se estes são suficientes ou se existem dados a mais. Posteriormente, estabelece-se e aplica-se uma ou várias estratégias de resolução e, por último, verifica-se a resposta. Nesta fase, poder-se-á resolver o problema de outra forma, para verificar se os resultados obtidos coincidem.

Os problemas podem ser classificados em função dos processos de resolução. Quando se trata de processos claros, os problemas são bem-estruturados ou bem-definidos (Davidson & Sternberg, 2003).

A resolução de problemas integra dois aspectos distintos. Por um lado a aquisição de competências de resolução e, por outro, a sua generalização ou transferência. A promoção da generalização por parte dos docentes implica a garantia de que os estudantes compreendem estruturalmente o problema a resolver, através da apresentação de problemas desafiantes e significativos, da aposta na intuição do estudante em chegar a uma solução plausível e do estímulo ao desejo de aprender (Bottge, 1999). Efetivamente, a apresentação de problemas isomórficos, isto é, problemas com estrutura formal idêntica mas com conteúdos diferentes (Sternberg, 2009), pode promover a performance, facilitando a aprendizagem durante a resolução dos problemas. De acordo com os Modelos Associativos de Aritmética (Siegler & Lemaire, 1997; Siegler & Shipley, 1995), a experiência com problemas parecidos ou com características idênticas permite aos indivíduos

generalizar as estratégias de resolução que utilizaram anteriormente para novos problemas. Contudo, os problemas isomórficos podem também provocar efeitos negativos no processo de transferência ou generalização. Entende-se por transferência a passagem de conhecimento de uma situação de problema para outra. A transferência pode ser negativa ou positiva consoante a resolução de um problema torne mais difícil ou mais fácil solucionar um problema posterior (Sternberg, 2009). Trata-se de um processo que depende claramente da capacidade de compreensão por parte dos estudantes e das características estruturais dos problemas em resolução (Scheiter & Gerjets, 2003). Neste processo de transferência, a natureza da tarefa, no que diz respeito à sua complexidade, é outro elemento essencial a ter em conta. Nos problemas mais simples, que não exigem conhecimentos específicos ou periciais, designados *knowledge-lean problems*, a resolução implica a ativação das estruturas de conhecimento necessárias para a mesma e a transferência é um processo relativamente automático, no qual as estruturas de conhecimento ativadas são mais facilmente disponibilizadas para a resolução das tarefas, designadamente as que implicam um processo de resolução sequencial. Em contraposição, nos problemas periciais, designados por *knowledge-rich problems*, a aprendizagem no processo de resolução não se resume à ativação das estruturas de conhecimento pré-existentes e o processo de transferência não ocorre de forma automática, em resultado da sua complexidade (Scheiter & Gerjets, 2003).

Para a resolução de problemas subjacentes às tarefas que envolvem raciocínio e tomada de decisão concorrem processos distintos. Por um lado, os processos associativos pressupõem a semelhança construída a partir da exposição repetida a situações/problemas congêneres, tratando-se de processos que operam de forma relativamente espontânea. Por outro lado, os processos que recorrem a regras explícitas de manipulação dos problemas e de procura de soluções, pressupõem conhecimentos simbolicamente representados e envolvem claramente a memória procedimental (Beilock & DeCaro, 2007).

A aprendizagem na resolução de problemas simples de matemática, de natureza

isomórfica, pode enquadrar-se na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Social de Bandura (1986). Efetivamente, autores como Glaser (1990) sublinharam o seu potencial explicativo em termos de investigação e outros (Pajares & Miller, 1994) apontaram o papel determinante da auto-eficácia na resolução de problemas de matemática, conceito central na Teoria de Bandura.

O reconhecimento de conexões entre os problemas familiares e os novos permite categorizar e construir esquemas que englobam problemas similares, de tal forma que os estudantes ampliam o domínio de problemas para os quais reconhecem ter meios matemáticos para encontrar soluções, ao mesmo tempo que facilitam a transferência para novos problemas. As estratégias que mais frequentemente são apresentadas na literatura integram:

- o estabelecimento de analogia com outros problemas conhecidos, o qual se traduz na "Aplicação de uma estratégia desenvolvida para resolver um dado problema a um outro problema similar (...) ou percebido como tal" (Costermans, 2001, p. 129);

- a tentativa erro, na qual "... o sujeito aplica aleatoriamente qualquer tipo de transformação autorizada; percorre assim no espaço de problema um caminho errático até ao momento em que, com a ajuda do acaso, se encontre no estado-fim" (Costermans, 2001, p. 117);

- a dedução lógica, "Quando há muitas informações, temos de usar raciocínio lógico para eliminar casos impossíveis e seleccionar as situações corretas" (Palhares, 2004, p. 35);

- o decompor os fins em subfins, através da "técnica de fracionamento de um problema complexo numa combinação de problemas mais simples" (Costermans, 2001, p. 129);

- o trabalhar do fim para o princípio, começando-se pelo fim ou pelo que se quer provar (Palhares, 2004);

- o descobrir um padrão/descobrir uma lei de formação implica centrar-se "em certos passos do problema e a solução é encontrada por generalizações de soluções específicas" (Palhares, 2004, p. 24).

- o fazer um desenho, diagrama, gráfico, esquema, lista organizada ou tabela, que podem ser utilizados como estratégias de

resolução ou, apenas, para representar, organizar e guardar informação (Palhares, 2004).

Dado que grande parte da literatura centrada na resolução de problemas de matemática privilegia populações com problemas de desenvolvimento associados, designadamente crianças (e.g. Fuchs et al., 2008; Kercood, Zentall & Lee, 2004; Montague, Enders & Dietz, 2013) e adolescentes (e.g. Coughlin & Montague, 2011; Montague & Bos, 1986), o nosso estudo contraria esta tendência ao atender a uma população adulta ainda em processo de aprendizagem formal, designadamente estudantes do Ensino Superior, à qual são exigidas competências em termos de resolução de problemas. A aprendizagem

sustentada em estratégias de resolução de problemas é frequentemente fomentada ao nível do Ensino Superior, supondo-se que, se forem devidamente trabalhadas, dotarão os estudantes de competências importantes para o exercício da sua futura atividade profissional. Efetivamente, a habilidade para resolver problemas é uma das competências formuladas no âmbito das licenciaturas integradas no novo paradigma educacional europeu. De acordo com os Descritores de Dublin para este nível de ensino (DGES, s/d), é necessário que os estudantes comprovem capacidade de resolução de problemas no âmbito da sua área de estudo, e que constituam e fundamentem a sua própria argumentação.

Metodologia

O objetivo fundamental deste estudo é comparar as estratégias de resolução de problemas na área da matemática em estudantes do ensino superior, na condição de estarem ou não submetidos a um programa de treino de resolução de problemas.

Objetivos específicos:

- comparar a frequência de utilização de cada estratégia nos dois grupos;
- comparar existência de erros nos dois grupos para cada um dos problemas;
- comparar a eficácia nos dois grupos para cada um dos problemas;
- descrever o rácio tempo/ (in)sucesso nos dois grupos.

Trata-se de um estudo quasi-experimental, na medida em que a amostra foi constituída não aleatoriamente, por conveniência, o que é comum nos estudos empíricos em ambientes educacionais.

A amostra foi definida intencionalmente, tendo em conta a acessibilidade aos sujeitos. Todos os sujeitos frequentam o 1º ciclo de estudos de nível superior, que confere o grau de licenciado, nas áreas de educação (26,4%) e saúde (73,6%). A idade média dos sujeitos é de 21,2 anos, com um mínimo de 18 anos e um máximo de 32 anos. No grupo experimental, 84,2% são do sexo feminino e, no grupo de controle, 80% são mulheres, o que revela um equilíbrio entre estes

dois grupos no que diz respeito à variável sexo e reflete a realidade do ensino superior português no que diz respeito a uma maior contingência de estudantes do sexo feminino.

Dos 72 sujeitos que integram o estudo, 19 foram submetidos ao programa de treino de resolução de problemas de matemática. Os sujeitos que integraram o grupo de controle não tinham no seu plano de estudos unidades curriculares de matemática centradas na resolução de problema, tendo sido este o critério de inclusão no grupo.

As sessões de treino decorreram em sala de aula, em tempos próprios definidos para o efeito. Os sujeitos foram submetidos a 6 sessões de 2 horas, distribuídas por 3 semanas. O treino integrou três componentes instrucionais: compreensão da estrutura matemática do tipo de problemas, reconhecimento do esquema básico do problema-tipo e resolução do problema com o recurso a diferentes estratégias. Na primeira sessão, de duas horas, foram apresentados aspectos teóricos relativamente à resolução de problemas, nomeadamente a sua importância no desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e na definição de estratégias para lidar com os problemas do dia-a-dia. Foram ainda exploradas, do ponto de vista teórico, as estratégias de resolução de problemas matemáticos mais frequentemente mencionadas na literatura: descoberta de um padrão, tentativa e erro,

diagrama/esquema/desenho, entre outros.

Nas sessões seguintes, os problemas foram apresentados individualmente e em grupo e as sessões de treino decorreram sob a supervisão de uma professora da área da matemática. Numa das sessões de treino foram trabalhados 5 blocos de problemas semelhantes ao utilizado na sessão experimental, sendo que cada bloco integra 2

problemas. O primeiro bloco foi apresentado e resolvido pela professora. Os restantes foram trabalhados individualmente, tendo-se verificado um progressivo sucesso na realização das tarefas e uma diminuição do tempo de resolução. Registou-se ainda uma gradual utilização da estratégia de resolução por analogia, tal como se pode verificar na tabela 1.

	PROBLEMAS			
	2º Bloco (problemas 3 e 4)	3º Bloco (problemas 5 e 6)	4º Bloco (problemas 7 e 8)	5º Bloco (problemas 9 e 10)
Sucesso (%)	78,9	84,2	84,2	89,5
Média tempo resolução (min.)	11	4,4	3,9	3
Resolução por analogia (%)	73,7	78,9	84,2	94,7

Tabela 1: Performance na resolução dos problemas das sessões de treino

Procedimentos

A coleta de dados foi realizada na semana após a conclusão das sessões de treino. Aos dois grupos de estudantes (grupo experimental e grupo de controle) foram apresentados dois problemas de matemática, similares a alguns dos que tinham sido trabalhados nas sessões de treino. Os problemas em questão são estritamente definidos, isto é, têm um estado inicial, um estado final e os movimentos intermediários perfeitamente explicitados. A informação contida no enunciado dos problemas é, por si só, suficiente para permitir a descoberta da solução ("knowledge-lean tasks"), dispensando conhecimentos específicos ou periciais acrescidos. Os problemas apresentados são da mesma natureza e perfeitamente equivalentes no que concerne às estratégias que podem ser utilizadas para a sua resolução. A utilização de dois problemas congêneres permitiu identificar (des)continuidades para cada sujeito.

Os dois problemas utilizados foram apresentados em simultâneo. Foi pedido aos estudantes que encontrassem a solução dos mesmos, tendo 20 minutos para o efeito. As instruções não apresentaram qualquer diretiva em

termos de resolução, sendo permitida qualquer forma de resposta: em texto, em linguagem matemática, com recurso a representação gráfica e outras. As respostas foram registadas numa folha branca previamente disponibilizada. O tempo de realização foi contabilizado pelo investigador logo que o estudante dava por terminada a tarefa. Os problemas apresentados foram formulados da seguinte forma:

- Problema A:

Imagine que tem três recipientes, vazios e não graduados, com as capacidades de 15 litros, 39 litros e 3 litros. Suponha que tem acesso a uma fonte de água. Como poderá obter, exatamente, 18 litros de água, usando apenas os três recipientes indicados?

- Problema B:

Como é possível medir exatamente 20 minutos quando dispomos de apenas três ampolhetas: uma de 23 minutos, uma de 49 minutos e outra de 3 minutos?

Resultados

A análise das respostas dos sujeitos foi realizada a partir de uma grade previamente definida, a qual integra diferentes estratégias de resolução de problemas, incluindo as que foram trabalhadas nas sessões de treino.

As respostas foram codificadas e

integraram uma base de dados, os quais foram tratados com o recurso ao SPSS (*Social Package for Social Sciences*), versão 19.0.

A tabela 2 permite comparar a frequência de utilização de cada estratégia para a resolução do problema A, nos dois grupos.

		Grupo experimental	Grupo de controle	Total
Estratégias de resolução do Problema A	Analogia	15	0	15
	Decompor os fins em subfins e dedução lógica	2	35	37
	Analogia e desenho, diagrama, gráfico, esquema, lista organizada ou tabela	2	0	2
	Decompor os fins em subfins, dedução lógica e desenho, diagrama, esquema, lista organizada ou tabela	0	10	10
	Tentativa erro e decompor os fins em subfins	0	6	6
	sem estratégia / resposta sem sentido	0	2	2
Total		19	53	72

Tabela 2: Estratégias de Resolução do Problema A – Grupo experimental / grupo de controle

No que diz respeito ao problema A, através do Chi-square (62,3), observaram-se diferenças estatisticamente muito significativas ($p < 0,001$) entre os dois grupos. No grupo experimental, 78,9% recorre à estratégia de analogia, enquanto que no grupo de controle, 66% utiliza

a decomposição em fins e subfins, bem como a dedução lógica.

A frequência de utilização de cada estratégia para a resolução do problema B, nos dois grupos, é apresentada na tabela 3.

		Grupo experimental	Grupo de controle	Total
Decompor os fins em subfins e dedução lógica		2	35	37
Analogia e desenho, diagrama, gráfico, esquema, lista organizada ou tabela		2	0	2
Decompor os fins em subfins, dedução lógica e desenho, diagrama, esquema, lista organizada ou tabela		0	10	10
Tentativa erro e decompor os fins em subfins		0	6	6
sem estratégia / resposta sem sentido		0	6	6
Total		19	53	72

Tabela 3: Estratégias de Resolução do Problema B – Grupo experimental / grupo de controle

No que diz respeito ao problema B, através do Chi-square (53,7), observaram-se diferenças estatisticamente muito significativas ($p < 0,001$) entre os dois grupos. No grupo de experimental, 78,9% recorre à estratégia de analogia, enquanto que no grupo de controle,

60% utiliza a decomposição em fins e subfins e a dedução lógica.

No que diz respeito à existência de erros nos dois grupos, para cada um dos problemas, os resultados são apresentados nas tabelas 4 e 5.

		Grupo experimental	Grupo de controle	Total
Existência de erros	Não	19	43	62
	Sim	0	10	10
	Total	19	53	72

Tabela 4: Existência de erros na resolução do Problema A – Grupo experimental / grupo de controle

		Grupo experimental	Grupo de controle	Total
Existência de erros	Não	19	39	58
	Sim	0	14	14
	Total	19	53	72

Tabela 5: Existência de erros na resolução do Problema B – Grupo experimental / grupo de controle

A análise comparativa dos dois grupos, no que concerne à existência de erros, permite detetar diferenças significativas. Relativamente ao problema A, o Chi-square é de 4,2, com $p = 0,041$. Efetivamente, 18,9% dos participantes do grupo de controle apresenta erros na resolução. No problema B, o Chi-square é de 6,2, com $p = 0,013$, sendo que 26,4% dos participantes do grupo de controle apresenta erros na resolução. Em contrapartida, o grupo experimental não evidencia qualquer tipo de erro, nos dois problemas apresentados. No grupo de controle, os erros mais comuns são os que envolvem

necessariamente erros de raciocínio.

Para além da comparação da existência de erros na resolução dos problemas, consideramos também a eficácia da resposta em termos de inclusão dos dados relevantes (e exclusões de elementos distrativos e dispensáveis), ou seja, a percepção por parte do estudante da existência de alternativas de resolução mais diretas, intuitivas e rápidas de resolução dos problemas. As tabelas 6 e 7 apresentam a eficácia de resposta, nos dois grupos, relativamente ao problema A e B, respectivamente.

		Grupo experimental	Grupo de controle	Total
Eficácia da resposta em termos de inclusão dos dados relevantes	Sim	2	45	47
	Não	17	8	25
	Total	19	53	72

Tabela 6: Eficácia da resposta ao Problema A – Grupo experimental / grupo de controle

		Grupo experimental	Grupo de controle	Total
Eficácia da resposta em termos de inclusão dos dados relevantes	Sim	4	36	40
	Não	15	17	32
	Total	19	53	72

Tabela 7: Eficácia da resposta ao Problema B – Grupo experimental / grupo de controle

Na comparação da eficácia nos dois grupos na resolução do problema A, através do Chi-square (34,1), observaram-se diferenças estatisticamente muito significativas ($p < 0,001$) entre os dois grupos. No grupo experimental, 10,5% dos estudantes recorre à resolução mais direta e intuitiva do problema, enquanto que no grupo de controle, essa resolução é apresentada por 84,9% dos elementos. O mesmo acontece relativamente ao problema B. Através do Chi-square (12,4), observaram-se diferenças estatisticamente muito significativas ($p < 0,001$) entre os dois grupos. No grupo experimental, 21,1% dos estudantes recorre à resolução mais

direta e intuitiva do problema, enquanto que no grupo de controle, essa resolução é apresentada por 67,9% dos elementos.

Por último, com o intuito de descrever o rácio tempo/(in)sucesso, verificámos que, no grupo experimental, a taxa de sucesso, considerando em simultâneo os dois problemas apresentados, é de 100%, com um tempo médio de realização de 1,95 minutos. No grupo de controle, o tempo médio é de 11,89 minutos e a percentagem de sucesso desce para 66,04%. Considerando apenas os sucessos nos problemas apresentados, o tempo médio de resolução é de 11,71 minutos.

Discussão

Ao comparar as resoluções dos Problema A e B, apresentadas pelo grupo experimental e pelo grupo de controle, verifica-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos, tanto na frequência das estratégias utilizadas, como na existência de erros e na eficácia de resolução. De fato, para ambos os problemas, a estratégia de resolução mais utilizada pelo grupo experimental é a estratégia de analogia, enquanto que no grupo de controle, a decomposição em fins e subfins e a dedução lógica é a estratégia mais frequente. Além disso, o grupo experimental não evidencia qualquer tipo de erro, nos dois problemas apresentados, contrariamente ao verificado no grupo de controle, onde se verificam, essencialmente, erros de raciocínio. No que diz respeito à eficácia da resposta, isto é, à percepção por parte do estudante da existência de alternativas de resolução mais diretas, intuitivas e rápidas de resolução dos problemas, verifica-se que esta aumenta no grupo de controle, isto é, no grupo que não teve qualquer treino prévio com problemas similares.

Para além dos três aspetos mencionados

anteriormente, comparou-se também, o rácio tempo/(in)sucesso na resolução dos dois problemas em conjunto, tendo-se verificado que, no grupo experimental, o tempo médio de realização da tarefa foi cerca de 6 vezes inferior ao do grupo de controle, correspondendo a uma taxa de sucesso de 100%, enquanto que, no grupo de controle, esta taxa é de 66,04%. É de salientar que o tempo médio de resolução dos dois problemas, no grupo de controle, não é muito diferente, quer se considere apenas os sucessos, quer se tenha também em consideração os insucessos, rondando os 11,8 minutos (valor muito semelhante à média de 11 minutos do grupo experimental, quando da resolução do 2º bloco de problemas, tal como de pode verificar na tabela 1).

Uma vez que as pessoas com treino prévio tendem a imitar as estratégias de resolução de problemas (Sternberg, 2009), os nossos resultados parecem indicar que, tal como mencionado nos Modelos Associativos de Aritmética (Siegler & Lemaire, 1997; Siegler & Shipley, 1995), o contato com a resolução de problemas similares é benéfico no que diz respeito à correta resolução

do problema e à rapidez da resposta. De fato, o grupo experimental começa por ter uma performance muito semelhante à do grupo de controle, melhorando rapidamente o seu desempenho. Ao analisar os dados da tabela 1, verificamos que, no segundo bloco de problemas, mesmo já tendo tido contato com um outro bloco de problemas semelhantes, o tempo médio de resolução e a percentagem de sucesso não diferem muito daqueles verificados no grupo de controle. Tais valores evoluíram favoravelmente nos blocos restantes, sendo a sessão experimental aquela que apresenta um tempo médio de resolução mais reduzido, bem como uma taxa de sucesso mais elevada (de 100%). Tal evolução parece dever-se à percepção da semelhança entre os diferentes blocos de problemas e à opção progressiva por uma estratégia de resolução por analogia. Esta opção acaba, no entanto, por limitar o estudante na procura de outras estratégias, por vezes mais rápidas, diretas e intuitivas, tendo-se verificado uma maior eficácia nas resoluções daqueles estudantes que não tinham tido qualquer contato prévio com problemas similares (estudantes do grupo de controle), corroborando a ideia de Sternberg (2009) de que os problemas isomórficos podem provocar efeitos negativos no processo de transferência ou generalização. De fato, o contato com problemas semelhantes parece levar os estudantes a avançar aquela que, segundo Polya (1945/1973), é a primeira etapa do processo de resolução de problemas, avançando diretamente para a escolha e aplicação de uma estratégia de resolução que sabem funcionar para aqueles problemas em concreto, o que poderá ter consequências negativas, nomeadamente, em contextos extra-escolares, no que diz respeito à simplicidade da resposta apresentada. Nestes contextos, o estudante poderá confrontar-se com problemas isomorfos ou quase isomorfos sem os representar como tal, o que remete para dificuldades na compreensão da categorização do

problema numa classe caracterizada por um certo nível de estrutura, com implicações na seleção da estratégia de resolução (Costermans, 2001).

Embora Costermans (2001) afirme não ser razoável proceder-se a generalizações quanto à imitação de estratégias de resolução de problemas já que o “facto de ter trabalhado sobre problemas similares não facilita regra geral a resolução de outros problemas do mesmo tipo, a menos que o sujeito seja informado de que a solução dos primeiros pode ser relevante para a resolução dos seguintes” (p. 128), no nosso estudo os sujeitos do grupo experimental, progressivamente, aperceberam-se da similitude dos problemas. Isto significa que, mesmo não tendo sido explicitamente informados quanto a essa similitude os estudantes foram capazes de identificar o mesmo tipo de estrutura nos diferentes blocos de problemas, à medida que foram sendo apresentados.

Assim, o recurso da imitação de estratégias de resolução de problemas isomórficos pode promover a performance na resolução dos mesmos, mas parece limitar a exploração de estratégias alternativas que caracteriza o pensamento divergente, restringindo a possibilidade de construção de novas soluções para os mesmos problemas.

Este estudo apresenta limitações em termos de validade interna, que decorrem do fato de os grupos poderem não ser equivalentes, isto é, existirem diferenças entre cada grupo, nomeadamente, no que diz respeito ao nível sociocultural e ao rendimento académico. Colocam-se, também, constrangimentos em termos de generalização de resultados que decorrem da opção por este tipo de estudo. Esta investigação permite, no entanto, levantar questões pertinentes para a elaboração de trabalhos futuros mais aprofundados e construir reflexões para uma fundamentação teórica mais sustentada sobre o tema em análise.

Referências bibliográficas

Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Beilock, S., DeCaro, M. (2007). From Poor Performance to Success Under Stress: Working Memory, Strategy Selection, and Mathematical

Problem Solving Under Pressure. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, vol. 33, nº6, 983-998.

Bottge, B. (1999). Effects of Contextualized Math Instruction on Problem Solving of Average and

- Below-Average Achieving Students. *The Journal of Special Education*, vol. 33, nº2, 81-92.
- Costermans, J. (2001). *As Actividades Cognitivas – Raciocínio, Decisão e Resolução de Problemas*. Coimbra: Quarteto.
- Coughlin, J. & Montague, M. (2011). Effects of cognitive strategy instruction on mathematical problem solving of adolescents with spina bifida. *Journal of Special Education*, vol. 45, nº3, 171-183.
- Davidson, J., Sternberg, R. (Eds.) (2003). *The psychology of solving problems*. New York: Cambridge University Press.
- DGES (s/d). *Descritores Dublin*. Recuperado em 22 de Abril de 2014, de <http://www.dges.mctes.pt/DGES/pt/Estudantes/Processo+de+Bolonha/Objectivos/Descritores+Dublin/>
- Eysenck, M., Keane, M. (2003). *Cognitive Psychology: a student's handbook*. New York: Psychology Press.
- Fuchs, L., Seethaler, P., Powell, S., Fuchs, D., Hamlett, C., Fletcher, J. (2008). Effects of Preventative Tutoring on the Mathematical Problem Solving of Third-Grade Students With Math and Reading Difficulties. *Exceptional Children*, vol. 74, nº2, 155-173.
- Glaser, R. (1990). The Reemergence of Learning Theory Within Instructional Research. *American Psychologist*, vol. 45, nº1, 29-39.
- Kercood, S. Zentall, S., Lee, D. (2004). Focusing attention do deep struscture in math problems: Effects on elementary education students with and without attentional deficits. *Learning and Individual Differences*, vol. 14, nº2, 91-105.
- Montague, M., Bos, C. (1986). The effect of cognitive strategy training on verbal math problems solving performance of learning disabled adolescents. *Journal of Learning Disabilities*, 19, 26-33.
- Montague, M., Enders, C., Dietz, S. (2013). Effects of cognitive strategy instruction on math problem solving of middle school students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, vol. 36, nº2, 80-92.
- Pajares, F., Miller, M. (1994). Role of Self-Efficacy and Self-Concept Beliefs in Mathematical Problem Solving: A Path Analysis. *Journal of Educational Psychology*, vol. 86, nº2, 193-203.
- Palhares, P. (2004). *Elementos de Matemática para Professores do Ensino Básico*. Lisboa: Lidel.
- Polya, G. (1973). *How to solve it*. New Jersey: Princeton University Press (Original publicado em 1945).
- Scheiter, K., Gerjets, P. (2003). *Sequence Effects in Solving Knowledge-Rich Problems: The Ambiguous Role of Surface Similarities*. 25th Annual Conference of the Cognitive Science Society. Boston: United States.
- Siegler, R., Lemaire, P. (1997). Older and young adults' strategy choices in multiplication. Testing predictions of ASCM using the choice/no-choice method. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126, 71-92.
- Siegler, R., Shipley, C. (1995). Variantion, Selection, and Cognitive Change. In Simon, T.J., Halford, G.S. (Eds.), *Developing Cognitive Competence: New approaches to process modeling* (pp.31-76). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sternberg, R. (2009). *Cognitive Psychology* (5th edition). Belmont: Wadsworth.
- Sternberg, R., Grigorenko, E. (2000). *Teaching for successful intelligence*. Arlington Heights, IL: Skylight.