

# Viagem pela criatividade

com Jaime Carvalho e Silva

Nesta viagem pela criatividade vamos conhecer a opinião do Professor Jaime Carvalho e Silva, do Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, sobre a criatividade matemática ao longo da História, perspetivando implicações para a formação de professores.

—ENTREVISTA CONDUZIDA POR LINA FONSECA (LF)

**LF:** *A associação da matemática com a criatividade não é natural aos olhos do cidadão comum. No entanto qualquer pessoa a associa facilmente, por exemplo, com a literatura, a pintura, a música ou a dança. Que razões podem sustentar esta situação?*

**JCS:** Infelizmente a resposta é fácil. Existe uma ideia errônea, generalizada e por vezes mesmo tenebrosa sobre a própria Matemática, associada à «Ciência dos Números e do Cálculo» que se reconhece ser uma área difícil e exigindo muito trabalho, mas fornecendo poucas coisas novas atualmente, pois praticamente «já foi tudo inventado». Paul Halmos (1916–2006) queixava-se de as pessoas que encontrava não fazerem ideia do que fazia um matemático; diz de uma pessoa que certo dia viajava junto a si num avião: «Se eu lhe digo que sou um matemático, a sua resposta mais provável é que ele próprio nunca conseguiu acertar as contas do seu livro de cheques, e que deve ser divertido ser especialista em matemática. Se o meu vizinho for um cientista (...) ele pensa que eu passo o meu tempo (ou deveria passar) a converter diferentes ordens de grandeza, comparar coeficientes binomiais e potências de 2, ou resolver equações envolvendo taxas de reação.»

Ultimamente muitos matemáticos têm-se desdobrado em iniciativas para desmistificar ideias simplistas sobre a ciência Matemática como os Medalhas Fields Artur Ávila (o primeiro Medalha Fields brasileiro, de 2014) e Cédric Villani (francês, medalhado em 2010). Recentemente Artur Ávila participou numa Feira Literária no Brasil como «uma oportunidade para diminuir o medo que a matéria provoca no público em geral» (FLIP, Paraty, 2015). Numa das entrevistas que concedeu afirma claramente: «A matemática é uma atividade criativa assim como outras expressões artísticas como a música, a literatura e a dança» (entrevista à Agência Brasil, 4/7/2015) e «As partes mais difíceis de um trabalho matemático são as que envolvem a criatividade, que o levam a fazer uma descoberta que está fora, obviamente, das regras básicas.» (entrevista à REVISTA FAPESP, ed. 223, 2014). Cédric Villani tem-se desdobrado em intervenções públicas e tem uma página na internet extremamente rica e com muito para ler e refletir — <http://cedricvillani.org/>.

No texto «Plant your math and let it grow», o autor defende que o trabalho de um matemático «não é apenas de

provar coisas; mais geralmente é o de fornecer uma melhor compreensão, e isto pode também depender de um novo ponto de vista» e «é sempre (ou quase sempre) bom ser curioso». Numa intervenção na RSA (Royal Society for the encouragement of Arts, Manufactures and Commerce) intitulada «Where does creativity come from?» aponta claramente que «ninguém realmente sabe como aparece uma ideia», mas que existem condições que favorecem o aparecimento de ideias, tendo uma importância determinante a motivação, ao mesmo tempo que chama a atenção para um problema muito grave: «As pessoas que pensam que a falta de motivação é a maior ameaça para a Ciência na Europa», trazendo assim para a arena pública os problemas da falta de motivação dos jovens pelas atividades científicas. Também chama a atenção para a ideia linear errada que o público tem da ciência, sendo esta na realidade um processo «very messy, very tricky» e «crazily complicated».

Já o grande matemático e pedagogo português José Sebastião e Silva (1920–1972), para contrariar a ideia de que «ciência e poesia são dois polos contrários» citava Antero de Quental com o seguinte e significativo extrato, transcrito no seu modelar «Guia para a utilização do Compêndio de Matemática»:

«O chão sobre que assenta a *certeza* de hoje, formou-se pelas aluções sucessivas da *intuição* antiga. O que é ciência foi já poesia: o sábio foi já cantor, o legislador poeta; e a evidência uma adivinhação, um admirável *palpite*, cujas profundas conclusões são ainda o espanto, e porventura o desespero das mais rigorosas filosofias. E, se nadamos hoje em plena luz da razão, foi entretanto a poesia, foi essa doce mão que nos guiou por entre o pálido crepúsculo dos velhos sonhos. Velhos? Não: sonhos eternos» (Guia para a utilização do Compêndio de Matemática, 2<sup>o</sup>–3<sup>o</sup> vol., ed. GEP, p. 127).

**LF:** *Se a matemática é criativa, que evidências da criatividade apresenta a história da matemática?*

**JCS:** Aqui temos de nos entender sobre o que significa ser criativo. Para mim a criatividade tem a ver com os novos caminhos na resolução de problemas matemáticos ou na criação de estruturas matemáticas que saiam dos métodos e técnicas antes conhecidos. Uma resolução de um problema, por muito difícil e trabalhoso que seja, que consista na mera aplicação direta de uma técnica conhecida, não envolve criatividade; uma resolução de um problema onde nenhuma técnica conhecida permita obter uma solução e em que é preciso encontrar um caminho novo, uma técnica nova, uma formulação nova do próprio problema, isso revela criatividade. Assim, todas as descobertas da História da Matemática revelam criatividade. Arquimedes foi criativo ao tentar calcular o valor aproximado de PI através do enquadramento da medida da área do círculo entre as me-

didadas das áreas de dois polígonos com um número suficientemente grande de lados concluindo que PI está entre  $3 \frac{1}{7}$  e  $3 \frac{10}{71}$ . Pedro Nunes foi criativo ao inventar o Nónio para melhorar a exatidão das medições com instrumentos. Scipione del Ferro foi criativo ao ser o primeiro a obter uma fórmula resolvente para certas equações polinomiais do terceiro grau. Al-Khwarizmi foi criativo ao encontrar métodos aproximados para resolver todas as equações polinomiais do terceiro grau com soluções reais. Cantor foi criativo ao criar uma abordagem nova da contagem do número de elementos de um conjunto infinito quando tentava resolver um outro problema. E poderia continuar longas horas a enumerar exemplos.

**LF:** *Há ramos da matemática mais criativos? Por que razão(ões) isso acontece? A criatividade em matemática tem sido uma constante ao longo da história da humanidade ou houve períodos de maior criatividade?*

**JCS:** A análise dos momentos ou áreas de maior ou menor criatividade já é mais difícil de fazer. Não creio até que a criatividade dependa das diversas áreas da Matemática ou do tipo de problemas abordados, mas antes do estado de desenvolvimento dessas áreas e dos estímulos que recebe do exterior. Por exemplo, a Teoria dos Números (a área da matemática que estuda os números inteiros e suas propriedades) sempre despertou interesse dos matemáticos ao longo da história, desde Euclides que provou que há uma infinidade de números primos, até à atualidade em que os códigos criptográficos baseados nas propriedades dos números primos são a base das comunicações secretas modernas. Mas não podemos dizer que o interesse pela área tenha sido constante. Surpreendentemente, em muitos cursos superiores hoje nem sequer existe uma disciplina de Teoria de Números. Quando existe um estímulo específico, aparecem mais descobertas, sendo exemplo a instituição da Casa da Sabedoria em Bagdade entre os séculos IX e XIII, ou a criação de institutos de investigação como o brasileiro IMPA do Rio de Janeiro, onde estudou o Medalha Fields Artur Ávila. É sempre imprevisível o momento de resolução de um novo problema (como o célebre último Teorema de Fermat que demorou 300 anos a ser resolvido) ou a criação de uma nova área (como a Geometria Fractal, que esteve mais de 100 anos a germinar desde exemplos como o Floco de Neve de von Koch até ao estudo do conjunto de Mandelbrot que levou este último matemático a criar a Geometria Fractal). Mas um estímulo à Ciência e à Investigação produz sempre frutos de conseqüências por vezes retumbantes. E a sua ausência pode ser nefasta, como sabiamente escrevia Sebastião e Silva: «Um ensino

das ciências, que não seja acompanhado de uma boa educação estética e que não fale à imaginação dos alunos, está condenado a priori pela sua própria aridez, a afastar muitos dos melhores talentos. Por isso acontece, especialmente entre nós, que muitos se voltam para outros interesses» (ibidem, p. 129).

**LF:** *Pensando nas ideias matemáticas e no modo como podem surgir — descobertas defendem uns, obviamente inventadas dizem outros — que papel estaria destinado à criatividade em cada uma destas correntes filosóficas? Numa perspectiva absolutista da matemática parece difícil encontrar lugar para a criatividade ...*

**JCS:** Não me parece que o platonismo, o logicismo (formalismo) ou o intuicionismo (construtivismo) sejam perspectivas absolutistas ou não reconheçam a criatividade; o mal está em transcrições apressadas do platonismo, do logicismo ou de qualquer outra teoria filosófica para a sala de aula, sugerindo que primeiro se deve dominar «tudo» o que é conhecido antes de se começar a tentar «descobrir» o que não é conhecido, esquecendo-se que a própria Matemática não evoluiu desse modo. Philip Davis e Reuben Hersh até comentam que «o matemático típico é tanto um platonista como um formalista — um platonista secreto que põe uma máscara de formalista quando é caso disso». (A experiência Matemática, Gradiva, 1995, p. 302)

O medalha Fields Artur Ávila contraria mesmo radicalmente essa ideia ao dizer que «Em matemática, é possível avançar sem ter um conhecimento mais profundo da literatura. É mais importante ter uma compreensão bem precisa das coisas fundamentais» ou ainda que «Conheço bastante coisa porque já resolvi muitos problemas. Muitas vezes começo a trabalhar numa área já fazendo pesquisa antes mesmo de estudar essa área. Antes de estudar, tento resolver um problema» (entrevista à Agência Brasil, 4/7/2015).

Se um programa escolar valorizar a resolução de problemas, como em quase todos os países do mundo (uma das estranhas exceções é Portugal), então está-se a valorizar o caminho do conhecido para o desconhecido, seguindo-se essencialmente o caminho que o matemático George Polya tornou claro: «Uma grande descoberta resolve um grande problema, mas há sempre uma pitada de descoberta na resolução de qualquer problema. O problema pode ser modesto, mas se desafiar a curiosidade e puser em jogo as faculdades inventivas, quem o resolver pelos seus próprios meios experimentará a tensão e gozará o triunfo da descoberta. Tais experiências, numa idade susceptível, poderão criar o gosto pelo trabalho mental e deixar, por toda a vida, uma marca indelével na mente e no carácter» (Como resolver Problemas, Gradiva, 2003).

**LF:** *Parecendo a criatividade essencial para a matemática e tendo a quase totalidade dos cidadãos frequentado a escola e estudado matemática, como se pode explicar então o facto de não se associar a criatividade também à matemática?*

**JCS:** A criatividade está efetivamente praticamente ausente da aula de Matemática em Portugal e noutros países e esta é uma das causas da má imagem da própria Ciência Matemática. Se se acha normal que um estudante brilhante possa produzir uma obra literária premiada, mesmo no Ensino Básico, já o estímulo à investigação em Matemática está ausente de muitos programas escolares, sendo mesmo excluída nalguns como é o caso das atuais Metas de Matemática em Portugal. Quando existe uma perspectiva tão redutora da Matemática, não nos podemos admirar de a ciência ser tão pouco valorizada. Se é verdade que atualmente já se estimula mais um pouco a atividade Matemática dos estudantes do que há 50 anos atrás, com a visibilidade que têm competições como as Olimpíadas de Matemática, também é verdade que os concursos de cálculo mental têm mais visibilidade do que, por exemplo, o Campeonato Nacional de Jogos Matemáticos onde a criatividade na descoberta de estratégias ganhadoras é muito mais determinante para se ser vencedor.

Estamos de qualquer modo muito distantes de um ensino que proporcione «uma primeira ideia de como se pode fazer investigação, que proporciona a aventura do espírito e a conhecer as emoções — alegrias e desenganos», como Sebastião e Silva refere a propósito de um aluno do ano final do Ensino Secundário, do então Liceu D. João de Castro, que foi encorajado a prosseguir as suas próprias investigações (ibidem, p. 147).

**LF:** *Este aspeto leva-nos à formação de professores que ensinam matemática. A criatividade não devia ser aspeto a realçar durante a formação (inicial, contínua ou pós-graduada)? E é? Por que razão isto acontece?*

**JCS:** Efetivamente, um professor que não seja minimamente criativo não irá conseguir estimular a criatividade em terceiros. Um dos problemas atuais tem a ver com o estudo algo redutor das principais áreas da Matemática (Álgebra, Análise e Geometria) na formação inicial de professores onde se estudam as teorias tal como estão estruturadas hoje, não como foram sendo estruturadas ao longo de tempo ou que problemas foram tentando resolver. Como muito bem assinalava Sebastião e Silva:

«na logificação da análise, perde-se um elemento precioso, sem o qual é impossível qualquer progresso na ciência: o *dinamismo da intuição criadora*. Por isso mesma, é de toda a conveniência que, na fase inicial da investigação, bem como na fase *heurística* do



ensino, e nas aplicações concretas, se continue a usar a linguagem intuitiva, embora contraditória, dos infinitésimos, como se pode ver claramente a propósito dos integrais. Se não se proceder assim, corre-se o grave risco de criar sucessivas gerações deformadas mentalmente, inibidas de criar, por uma preocupação intempestiva de rigor lógico.» (ibidem, p. 70).

Ou seja, falta mais História da Matemática, faltam mais Seminários de Investigação e Resolução de Problemas, falta o Desenvolvimento de Projetos Aplicados e Computacionais em Matemática. Ensina-se muito sobre a estrutura atual, mas não se ensina como se chegar a essa estrutura nem as técnicas que permitem melhorar essa estrutura, muito menos os avanços e recuos que permitiram chegar onde se está hoje. E, pior, não se estimula a imaginação criadora, como também muito bem assinalava Sebastião e Silva no livro já citado: «uma das graves deficiências do ensino tradicional, sobretudo entre nós, é a de não falar à imaginação dos alunos» (ibidem, p. 149).

**LF:** *A formação remete para outro aspeto que é o de saber se se pode ensinar alguém a ser criativo.*

*Nasce-se criativo ou pode aprender-se a ser criativo? Se se aprende, em que ambientes pode ocorrer essa aprendizagem? Como é que a criatividade pode entrar na sala de aula? Como se espera que professores que ensinam matemática possam desenvolver a capacidade criativa dos seus alunos, já que hoje em dia se procura criatividade e inovação? Como podem manifestar-se se não forem desenvolvidas?*

**JCS:** A Ciência Neurológica está sempre a descobrir aspetos novos do funcionamento do nosso cérebro, sendo difícil dizer o que é inato e o que não é. O próprio trajeto de vida dos Matemáticos e outros Cientistas é tão díspar que não podemos dizer com certeza como se forma um Matemático ou um Cientista. Mas podemos observar que os estímulos externos têm uma influência grande e que a ausência de estímulo positivo faz com as atividades mudem de rumo, por vezes de forma dramática. Citando mais uma vez Sebastião e Silva: «A criação científica tal como a criação artística, não obedece a regras.» (ibidem, p. 134). Cédric Villani, na conferência já citada, enumera 7 condições necessárias para favorecer o aparecimento de ideias novas:

- 1) documentação (acesso ao conhecimento já estabelecido)
- 2) motivação (para resolver problemas novos)
- 3) ambiente (que estimule a criatividade)
- 4) comunicação (com outros criativos)
- 5) restrições (que forcem a ultrapassar o obstáculo)
- 6) mistura de inspiração e trabalho metódico
- 7) mistura de sorte e tenacidade

Podemos dizer que estas 7 condições deverão também ser contempladas em ambiente educativo se pretendemos estimular a criatividade; aliás Cédric Villani dá um exemplo de um grupo de crianças de 10 anos, juntamente com alguns investigadores seniores, que viram o seu trabalho publicado numa revista científica e que viram «quão motivador e divertido isto é».

Termino chamando a atenção para um projeto que decorre em França há já bastante anos chamado «Math.en.jeans» (Matemática em jeans) cujo lema é «Ne subissez pas les maths, vivez-les!» (Não sofram a matemática, vivam-na!). Os seus objetivos são os de criar condições para e apoiar a «geminção entre um matemático e estabelecimentos escolares, a fim de colocar os jovens em situações de investigação, permitir que os alunos e também os seus pais criem uma outra imagem da matemática que não a de disciplina seletiva ou campo científico estrito e acabado.» No fim de um ano letivo todos os jovens apresentam os seus trabalhos num congresso e são incitados a redigir esses trabalhos sob forma de publicação que são colocados em linha na página da associação:

<http://www.mathenjeans.fr/Congres>

Os títulos dos trabalhos dos alunos são significativos: «Decomposição de polígonos com a mesma área», «Poliedros regulares», «Brincar com as velas», «Partilha de um bolo», «Número de ocorrências de triângulos em mosaicos», «Triângulos equilibrados», «As 7 figuras mágicas», «Tabuleiro de xadrez igualitário de Hadamard», «atchoum ou blabla», «Questão de vida ou de morte: autómato celular», etc., etc., etc..

Porque não em Portugal?

#### Notas

- [1] George Polya assinala, acertadamente que «a matemática em criação apresenta-se como uma ciência indutiva, experimental».
- [2] Sebastião e Silva escreveu, algo profeticamente: «Na verdade, a uso dos computadores tem vindo a acentuar a importância do método experimental na investigação matemática, permitindo aperfeiçoar processos ou mesmo abrir caminhos inteiramente novos» (ibidem, p. 90).

ENTREVISTA CONDUZIDA POR LINA FONSECA  
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO DO IPVC