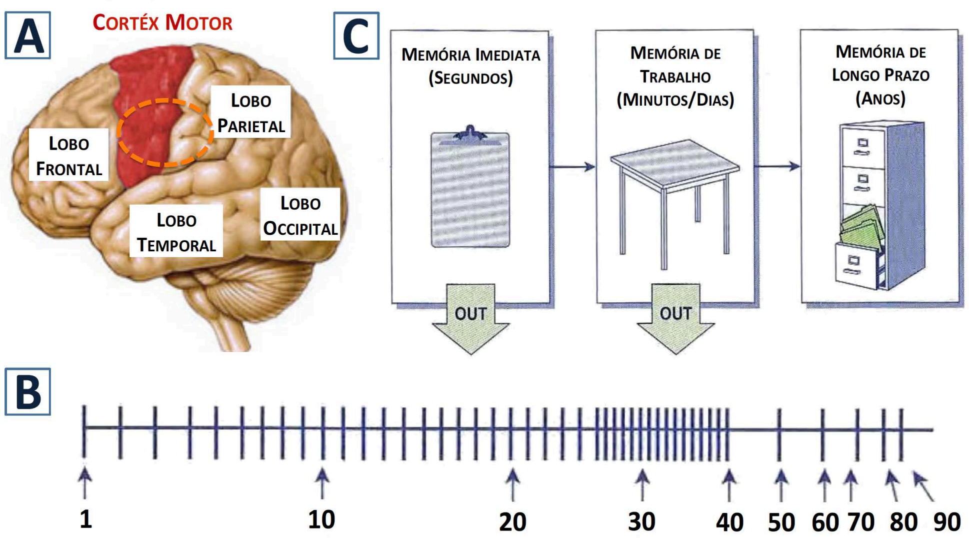
Ensino da Matemática

Como é que o nosso cérebro aprende Matemática?

RICARDO CUNHA TEIXEIRA
Departamento de Matemática da Universidade dos Açores, rteixeira@uac.pt



A investigação em Neurociências Cognitivas tem sofrido um grande desenvolvimento nas últimas décadas, o que impulsionou algumas descobertas sobre a forma como funciona o nosso cérebro e como se desencadeia o processo de aprendizagem. Estas descobertas oferecem aos educadores, professores e encarregados de educação uma visão aprofundada sobre as experiências de aprendizagem que podem potenciar o desenvolvimento intelectual das crianças e adolescentes. Para além de abrir caminho a algumas ideias inovadoras, a investigação proveniente das Neurociências Cognitivas tem validado várias práticas do passado e questionado outras. Neste artigo, apresentamos alguns resultados dessa investigação sobre a forma como o nosso cérebro aprende Matemática.

A Matemática é a ciência dos padrões. Ao longo das últimas décadas, esta tem sido a definição de Matemática eleita por muitos autores (Walter Warwick Sawyer, Lynn Arthur Steen, Michael Resnik, Ian Stewart, Keith Devlin, Adrián Paenza, entre outros). O conceito matemático de padrão é bastante abrangente; vai muito além dos padrões de repetição que encontramos na Calçada Portuguesa ou no Artesanato; inclui a procura incessante por uma ordem e por uma estrutura; esses padrões podem ser descobertos na Natureza, podem ser detetados no dia a dia ou podem emergir dos debates internos da mente. Célebre é a frase atribuída a Godfrey Hardy (1877-1947): "Um matemático, tal como um pintor ou um poeta, é um criador de padrões. Se os seus padrões são mais permanentes que os dos outros, é porque eles são feitos de ideias." Curioso é que a forma como o nosso cérebro aprende Matemática está intimamente relacionada com esta definição. Segundo David Sousa, autor do livro *How the brain learns Mathematics*, publicado pela Corwin, o nosso cérebro é um poderoso detetor de padrões. Este aspeto deve ser tido em conta no ensino-aprendizagem da Matemática.

Vários estudos apontam para um facto curioso: o ser humano nasce com um sentido de número rudimentar, nomeadamente com a capacidade de distinguir dois objetos de três e, provavelmente, três objetos de quatro. Este sentido de número, inato e primitivo, comum a vários animais, tem uma justificação evolutiva. Quando o homem primitivo saía à procura de comida, era chamado a avaliar com alguma rapidez se a quantidade de animais que avistava representada uma oportunidade ou um perigo, em termos da distância a que se encontravam, da sua velocidade de corrida e do seu tamanho. Um erro de avaliação poderia ser fatal. Por conseguinte, os indivíduos bons nesse tipo de avaliação rápida sobreviveram e contribuíram para fortalecer a capacidade genética da sua espécie em termos do sentido de número.

A capacidade de reconhecer o número de objetos em pequenas coleções, sem efetuar uma contagem, designa-se por *subitizing* (do latim *subitus* - súbito). Alguns autores distinguem dois tipos de *subitizing*: o inato, sem recurso a outros processos matemáticos, e o conceptual, em que se recorre a um padrão familiar para reconhecer o número de objetos (por exemplo, a disposição de pontos nas faces de um dado tradicional ou nas peças do dominó clássico). A prática do *subitizing* conceptual é fundamental para desenvolver a capacidade de contar. E é precisamente este o passo que distingue o homem dos restantes animais com sentido de número inato.

Não se sabe quando e como o ser humano desenvolveu a capacidade de contar. Segundo David Sousa, talvez tenha começado do modo como ainda hoje as crianças o fazem: usando os dedos da mão. Estudos recentes defendem esta conexão número-dedo. Quando executamos cálculos de aritmética, a atividade cerebral centra-se no lobo parietal esquerdo e na região do córtex motor que controla os dedos (ver figura A). Alguns investigadores especulam que os nossos antepassados usaram os dedos nas suas primeiras experiências com números. Por esse motivo, a região do cérebro que controla os dedos passou a ser também a área onde a atividade aritmética mais abstrata ficou localizada nos seus descendentes. A utilização dos dedos das mãos nas primeiras contagens deve, por isso, ser encarada com naturalidade.

Estudos realizados nos últimos 40 anos têm revelado resultados intrigantes, que apontam para a existência de uma reta numérica mental que nos ajuda a comparar números, sendo que a rapidez com que comparamos dois números depende não só da distância entre eles como também da sua ordem de grandeza. Por exemplo, é mais rápido reconhecer que 73>34 do que 73>72 e que 3>2 do que 73>72. Tudo indica que a nossa reta numérica mental difere da reta numérica que aprendemos na escola pelo facto de os números não se encontrarem igualmente espaçados entre si (ver figura B). É, portanto, mais rápido decidir que 10>1 do que 90>80.

Qual a importância desta descoberta? Percebemos que a reta numérica mental oferece uma intuição limitada sobre os números, estando apenas contemplados os números inteiros positivos. Este facto pode explicar a falta de intuição quando lidamos com números negativos, com frações e com números irracionais, que não correspondem a qualquer categoria natural no nosso cérebro. Números como o 1, o 2, o 3, ... estão incluídos no nosso sentido de número inato, sendo compreendidos inclusive por crianças de tenra idade. Já outro tipo de números não apresentam essa conexão natural. Para os compreender, é necessário construir modelos mentais adequados. Por exemplo, para introduzir os números negativos, é habitual recorrer a metáforas como dinheiro emprestado ou temperaturas abaixo do zero. Para a aprendizagem das frações também é fundamental a construção de modelos mentais diversificados.

Tal como o treino da consciência fonológica é importante para a aprendizagem da leitura e da escrita, o desenvolvimento do sentido de número, partindo do que é inato, é um pré-requisito essencial para alcançar o sucesso a Matemática. Existem vários níveis de amadurecimento do sentido de número que passam pelo domínio progressivo dos números, das operações e das suas propriedades.

Quando um professor é questionado sobre quanto tempo gostaria que os seus alunos se lembrassem do que lhes ensinou, a resposta óbvia é: "Para sempre!". Mas isso não é o que acontece na maioria dos casos. Tudo depende da forma como a memória é utilizada. David Sousa apresenta na figura C um diagrama que ilustra uma teoria defendida por vários investigadores, em que se supõe a existência de três tipos de memória: a memória imediata (gere informação durante poucos segundos; na figura C é representada por uma prancheta, um local onde colocamos a informação que requer uma decisão rápida sobre o que devemos fazer com ela, de forma consciente ou inconsciente; um exemplo é a capacidade de repetir imediatamente um número de telefone que nos é transmitido), a memória de trabalho (com a duração de alguns minutos ou dias; permite gerir um conjunto limitado de itens de cada vez; na figura C é representada por uma mesa com espaço limitado, onde colocamos a informação a ser trabalhada; este tipo de memória requer, em geral, a nossa atenção; por exemplo, quando estamos num restaurante e pretendemos decidir se queremos jantar carne ou peixe) e a memória de longo prazo, que se subdivide em dois tipos - a memória declarativa (capacidade de reter nomes, factos e objetos) e a memória de procedimentos (capacidade de reter informações que não podem ser verbalizadas, como tocar um instrumento ou andar de bicicleta).

A memória de trabalho apresenta limitações de tempo e de capacidade de gestão da informação. Em média, crianças entre os 5 e os 14 anos conseguem gerir 3 a 4 itens de informação de cada vez, num período de tempo que varia entre 5 e 10 minutos. A partir dos 14 anos, os valores alteram-se para 3 a 5 itens e 10 a 20 minutos. Eventualmente alguns itens podem permanecer na nossa memória de trabalho durante minutos ou mesmo dias (uma resposta que procuramos ou um problema por resolver) e isso pode requerer alguma da nossa atenção e interferir com a gestão de outra informação. Este aspeto deve ser tido em conta pelo professor quando planifica as suas aulas. A máxima deve ser "trabalhar poucos itens de cada vez, em intervalos de tempo de curta duração", em suma, "ensinar a Matemática passo a passo".

Estudos recentes revelam que o uso massificado das novas tecnologias pelos jovens tem como consequência habituar o seu cérebro a alternar constantemente entre diferentes tarefas, reduzindo a sua capacidade de concentração. Dada a capacidade limitada da memória de trabalho, o alternar constantemente de tarefas faz com que alguma informação se vá perdendo antes de ser possível alcançar um conhecimento aprofundado das novas aprendizagens, condicionando a memória de longo prazo. Abordar poucos tópicos de cada vez e estimular os jovens a serem participantes ativos no processo de aprendizagem são algumas medidas a ter em conta.

A figura C mostra que a informação presente na memória de trabalho pode ser transferida para a memória de longo prazo ou eliminada definitivamente. Qual o critério que determina esta decisão? Em geral, uma informação associada a uma forte experiência emocional é rapidamente armazenada na memória de longo prazo. Em ambiente de sala de aula, estudos revelam que a possibilidade de uma nova informação ser armazenada na memória de longo prazo aumenta significativamente quando essa informação faz sentido e tem algum significado. Segundo David Sousa, se um professor não conseguir responder à pergunta "Por que razão precisamos saber isto?", de uma maneira que faça sentido e tenha significado para os seus alunos, então terá que repensar necessariamente aquilo que está a ensinar.