

9

A FILEIRA DOS NÚMEROS

Neste capítulo, veremos as bases da numeracia, ou seja, a capacidade que tem o cérebro de trabalhar com números.

A NUMERACIA OU A CAPACIDADE DO CÉREBRO EM LIDAR COM NÚMEROS

De forma semelhante ao que ocorre com a linguagem, o cérebro humano tem características programadas geneticamente que o habilitam a lidar com números. Para isso, ele é capaz de processar, muito precocemente, o conceito de quantidade. Crianças com poucos meses conseguem discriminar quantidades e até mesmo realizar cálculos simples, ao contrário do que se pensava até recentemente.

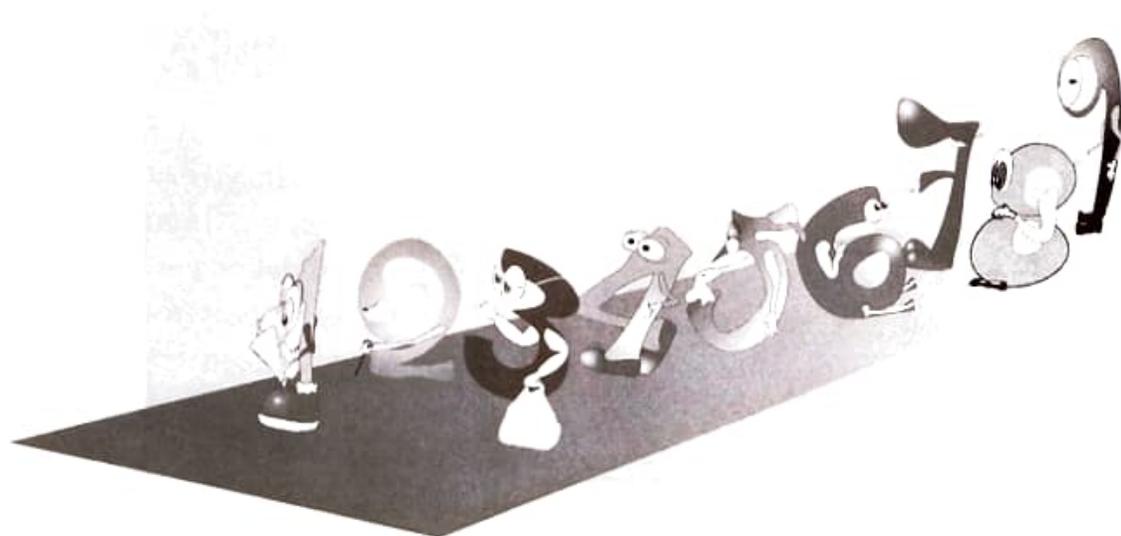
Essa capacidade encontrada nos bebês humanos foi evidenciada em experiências nas quais eles observam bonecas que podem ser ocultas por um anteparo. Os bebês veem uma, duas ou três bonecas serem escondidas atrás do anteparo, que depois é retirado. Nesse momento, se o número de bonecas corresponde ao que eles viram sendo escondidas, o interesse é relativamente pequeno. Contudo, se houver uma boneca a mais ou a menos, observa-se que eles fitam demoradamente a cena, intrigados com o resultado inesperado.

A competência para estimar quantidades e fazer comparações entre elas pode ser observada não só nos bebês humanos, mas também em outros animais. Está presente, por exemplo, em ratos, pombos, golfinhos, papagaios e macacos que discriminam magnitudes, seja sob a forma da percepção visual de um grupo de objetos, seja sob a forma da percepção auditiva de uma sequência de sons. Os

animais podem realizar aproximações simples de adição ou subtração, além da comparação de quantidades.

Tudo indica que o senso numérico, ou “numerosidade”, é uma propriedade básica da representação dos objetos no cérebro dos animais. Ou seja, os objetos são categorizados pela quantidade, da mesma forma que o são pela cor, forma ou localização no espaço. Claro que isso é vantajoso, pois um macaco que não consiga distinguir qual cacho de bananas tem mais frutos encontrará sérias dificuldades na sua sobrevivência diária. Aliás, macacos podem ser treinados para discriminar até mesmo símbolos numéricos, como os algarismos arábicos de zero a nove, relacionando-os com a quantidade.

As pessoas geralmente podem avaliar com rapidez qual de dois números é o maior, respondendo com mais brevidade quando os números não são próximos. Por exemplo, a diferença entre 13 e 5 é percebida mais rapidamente que a diferença entre 7 e 6. Existem evidências de que isso é feito por intermédio de uma representação mental de que todos nós fazemos uso: uma linha ou fileira de números (Fig. 9.1). Em nossa cultura¹, a magnitude dessa fileira vai aumentando da esquerda



↪ **FIGURA 9.1**

A representação mental da magnitude é feita por meio de uma fileira dos números que se dispõe da esquerda para a direita.

¹ Nas culturas em que a escrita é feita da direita para a esquerda, entre os árabes por exemplo, a representação mental da fileira de números também ocorre nesse sentido.

para a direita, de forma que as diferenças de quantidade se relacionam com a distância entre os números e, portanto, têm uma correspondência espacial.

A questão espacial é interessante, porque a percepção da quantidade parece depender de um circuito localizado no córtex parietal (Fig. 9.2), uma região do cérebro que se ocupa também do processamento da percepção do espaço. Coincidentemente, nos resultados dos testes de inteligência, geralmente as habilidades matemáticas e as habilidades espaciais estão correlacionadas. Ou seja, indivíduos que têm bom desempenho nas tarefas espaciais tendem a se sair bem nas tarefas que envolvem a matemática.

Experiências feitas com técnicas modernas de neuroimagem indicam uma ativação do lobo parietal quando os indivíduos estão envolvidos na comparação de quantidades. Lesões localizadas nessa região podem ter como sintoma uma incapacidade de realizar operações matemáticas, uma discalculia, ao mesmo tempo em que aparecem problemas espaciais, como uma dificuldade de distinguir entre esquerda e direita.

É importante afirmar, contudo, que não existe no cérebro um “centro” para a matemática, pois muitas regiões e sistemas cerebrais contribuem para o seu processamento. As atividades matemáticas que utilizamos em nossa cultura exigem o recrutamento e a adaptação de vários circuitos nervosos que, embora não sejam programados geneticamente para os processos matemáticos, passam a executar essas funções de forma integrada com os circuitos que originalmente lidam com

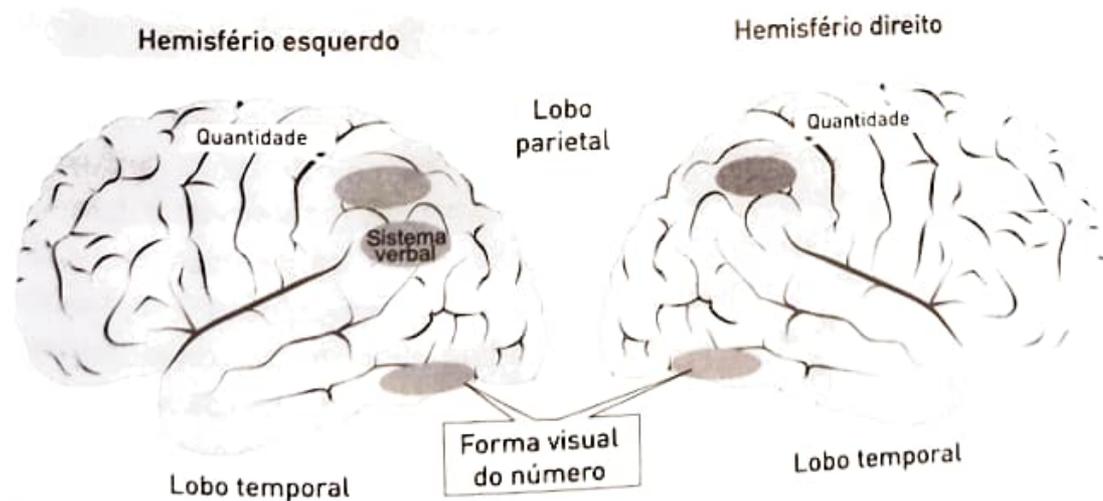


FIGURA 9.2

A figura mostra as regiões corticais associadas ao processamento numérico. Os detalhes são descritos no texto.

a noção de quantidade. É bom lembrar que já observamos um fenômeno semelhante quando estudamos os circuitos cerebrais que se ocupam da leitura no Capítulo 8.

As pesquisas visando a compreensão de como o cérebro lida com os números, realizadas com as técnicas de neuroimagem funcional, mostram que pelo menos três regiões cerebrais estão envolvidas nessa função. Existem diferentes interpretações para os resultados obtidos, mas o **modelo do triplo código**, que descreveremos a seguir, tem sido o mais adotado.

Segundo ele, os números são processados em três circuitos diferentes, que se relacionam com: 1) a percepção da **magnitude** (fileira numérica); 2) a representação visual dos **símbolos numéricos** (algarismos arábicos); e 3) a **representação verbal** dos números (quatro, sete, vinte e um, etc.). Portanto, áreas cerebrais diferentes são ativadas para a decodificação dos numerais arábicos ou dos números apresentados sob a forma verbal.

O primeiro desses circuitos, relacionado com a percepção das quantidades, localiza-se, como já vimos, no córtex do lobo parietal dos dois hemisférios cerebrais, ao redor de um sulco horizontal denominado sulco intraparietal. O segundo, que se ocupa da decodificação dos algarismos arábicos, está localizado em uma porção do córtex na junção occipito-temporal, também em ambos os hemisférios cerebrais. O terceiro circuito, que nos possibilita perceber a representação verbal dos algarismos, se localiza em uma região cortical do hemisfério esquerdo e parece envolver regiões temporo-parietais, que são ligadas ao processamento da linguagem (Fig. 9.2).

Portanto, o processamento das quantidades e dos números envolve circuitos distintos, mas interligados. Dessa forma, a informação é passada de um para os outros sob a coordenação do lobo parietal, que é uma região fundamental para o processamento matemático. Esse padrão de organização parece já estar estabelecido nas crianças aos 5 anos.

Como vimos, as crianças têm um senso inato da representação de quantidade. Posteriormente, a exposição à linguagem e à educação matemática desenvolve o reconhecimento dos algarismos, sua expressão verbal, bem como os procedimentos para a realização de cálculos com múltiplos algarismos, por exemplo. O treino nessas atividades promove a formação e a estabilização das conexões nervosas necessárias, permitindo o funcionamento integrado dos sistemas cerebrais envolvidos.

Diferentes habilidades matemáticas se dissociam no cérebro. Ambos os hemisférios cerebrais identificam e comparam números, mas só o hemisfério esquerdo é capaz de decodificar a representação verbal dos algarismos, já que, como vimos no Capítulo 8, é ele que se ocupa do processamento da linguagem.

Indivíduos com uma lesão no lobo parietal esquerdo podem perder a capacidade de fazer cálculos, ao mesmo tempo em que conservam a noção da quantidade do número e ainda são capazes de fazer estimativas aproximadas (somas aproximadas, por exemplo). Isso é feito por intermédio do seu lobo parietal direito, ainda intacto. A capacidade de fazer cálculos de forma precisa parece depender de uma participação das áreas da linguagem e, portanto, do envolvimento do hemisfério esquerdo.

As pesquisas com neuroimagem mostram que, quando as pessoas comparam números ou quantidades, ocorre ativação do lobo parietal bilateralmente, com predomínio do lado direito. Quando elas executam uma multiplicação, a ativação se desloca para o hemisfério esquerdo. A realização de cálculos precisos faz uso, portanto, das áreas relacionadas com a linguagem, enquanto a estimativa aproximada depende de regiões não verbais, que lidam com o processamento espacial e visual.

Resumindo, o hemisfério esquerdo calcula, o direito faz estimativas que se aproximam do resultado correto. Ambos os hemisférios são capazes de fazer comparações de quantidades e de avaliar números.

As crianças têm habilidades elementares para lidar com somas e subtrações e começam a aprender a contar aos 2 anos, paralelamente ao grande desenvolvimento da linguagem que ocorre nessa época. As operações matemáticas precisas vão depender da maturação das áreas corticais da linguagem. Os fatos da multiplicação, por exemplo, são aprendidos com o envolvimento da linguagem e da memória declarativa e, uma vez aprendidos, não utilizam a representação de quantidade para sua execução. Podemos constatar isso por meio dos erros cometidos na resolução desses fatos. Para a solução de 6×7 , é mais comum a resposta errada 36 (que é 6×6) do que 41 ou 43, que seriam mais próximos, do ponto de vista quantitativo, da resposta correta, 42.

Por isso, é bom ter em mente que uma criança com dificuldades de leitura ou de linguagem pode acabar tendo dificuldades na aprendizagem de matemática, embora possua as outras capacidades necessárias para lidar com ela.

Vimos no capítulo anterior que algumas crianças têm uma dificuldade inata com a leitura, denominada dislexia. Da mesma forma, existem crianças nas quais a numeracia não se desenvolve, embora tenham bom nível de inteligência e treinamento adequado em um ambiente saudável. Essas crianças têm uma **discalculia do desenvolvimento**, um problema que parece resultar de uma deficiência do senso numérico (a noção de quantidade e suas relações)².

² A discalculia que aparece nas crianças é uma **discalculia do desenvolvimento**, pois uma incapacidade de realizar cálculos matemáticos (uma discalculia) pode aparecer repentinamente em adultos, como sintoma de uma lesão cerebral.



Nas crianças que sofrem de discalculia, a capacidade de adquirir as habilidades matemáticas está seriamente prejudicada. Elas não conseguem lidar nem mesmo com o conceito de número, e as situações que envolvem matemática tornam-se um problema não só na escola, mas também nas atividades cotidianas. Para elas, a matemática e seus conceitos são como uma língua estrangeira desconhecida.

Deve-se levar em conta que essas crianças podem ter habilidades normais em outras áreas cognitivas, mas serem rotuladas de “burras” por causa dos seus problemas com a matemática. Por outro lado, as dificuldades com a matemática podem trazer medo e ansiedade, que interferem no funcionamento de outras áreas cognitivas, ainda que preservadas.

Não se conhecem ainda as causas para a discalculia, mas parece haver uma alteração dos circuitos do lobo parietal, causados ou por lesão precoce ou por defeito genético no momento de sua formação. A suspeita de uma causa genética é reforçada pelo fato de que a discalculia tem uma incidência maior em algumas famílias.

Existem evidências de que os indivíduos com discalculia podem se beneficiar de um treinamento específico para desenvolver a capacidade de identificar e manipular quantidades. Ao final, eles podem ser capazes de executar, pelo menos, as operações matemáticas básicas. Além disso, ferramentas externas também podem ser utilizadas para minimizar o problema. Calculadoras, por exemplo, podem ser utilizadas por eles, desde que sejam capazes de identificar os números e tenham noção das quantidades envolvidas.

Como já vimos, a dislexia e a discalculia são problemas diferentes e independentes, mas podem ocorrer concomitantemente no mesmo indivíduo. Há necessidade sempre de uma avaliação neuropsicológica para o diagnóstico e orientação quanto às intervenções adequadas, mesmo porque a discalculia pode vir acompanhada de outros transtornos, como o déficit de atenção e a hiperatividade.

É preciso lembrar, além disso, que uma criança que apresenta dificuldades com matemática não tem, necessariamente, uma discalculia do desenvolvimento. Um ambiente socialmente empobrecido ou pouco estimulante pode levar a esses sintomas. Por outro lado, sabe-se que o senso numérico pode ser aperfeiçoado por meio de jogos e outras atividades promovidas pela interação social. Essas intervenções parecem aumentar a habilidade de utilizar a fileira mental de números.

Sabemos que a noção de quantidade, que está associada ao uso da fileira mental de números, por um lado, e a habilidade de contar e realizar computações simples, por outro, não estão inicialmente vinculados. A criança pode saber contar e ainda não identificar qual número é o maior ou o menor. O desenvolvimento da fluência e da proficiência nos cálculos básicos e a exatidão e eficiência nas estraté-

gias de contar são objetivos importantes nas intervenções para o aprendizado da matemática. A contagem deve ser substituída, aos poucos, pela memória verbal nos cálculos simples, ou seja, deve passar do concreto (uso dos dedos, por exemplo) para o mental. Para isso, o treinamento, na escola ou informalmente, é importante e não deve ser negligenciado.

As relações entre a matemática e o cérebro só começaram a ser desvendadas recentemente. Hoje temos uma compreensão razoável de como o cérebro lida com os números e a matemática básica, que são as habilidades mais necessárias no nosso dia a dia, para lidar com problemas prosaicos como saber as horas, manipular o dinheiro ou mesmo cozinhar. As habilidades matemáticas mais complexas ainda não foram suficientemente estudadas, e podem envolver outros sistemas cerebrais.

Nosso conhecimento atual nos permite afirmar que a memória operacional e a atenção têm de ser envolvidas na resolução dos problemas matemáticos e, portanto, os circuitos com elas relacionadas serão certamente mobilizados. Como vimos no Capítulo 7, sobre as funções executivas, o monitoramento e a correção de erros terá que envolver a região do cíngulo anterior, bem como a região pré-frontal. Esta última é também fundamental na elaboração de estratégias para a resolução de problemas que exigem etapas sequenciais.

As investigações continuam, e achados estimulantes podem ser esperados para um futuro não muito distante.



C834n

Cosenza, Ramon M.

Neurociência e educação : como o cérebro aprende / Ramon M. Cosenza,
Leonor B. Guerra. – Porto Alegre : Artmed, 2011.

151 p. : il. ; 23 cm.

ISBN 978-85-363-2548-4

1. Neurologia. 2. Educação. I. Guerra, Leonor B. II. Título.

CDU 616.8:37

Catálogo na publicação: Ana Paula M. Magnus – CRB 10/2052