Universidade de São Paulo/Faculdade de Educação 1º. Semestre/2008
Seminários de Estudos em Epistemologia e Didática (SEED-FEUSP)
Coordenador: Nílson José Machado

Devlin[1] e o Gene da Matemática

Marisa Ortegoza da Cunha
marisa.ortegoza@bol.com.br

A matemática, olhada corretamente, possui não apenas verdade, mas suprema beleza – uma beleza fria e austera, como a de uma escultura... sublimemente pura e capaz de perfeição severa, tal como somente a arte de maior qualidade pode apresentar.
Bertrand Russell

Você só sabe realmente um assunto se consegue explicá-lo à sua avó.
Albert Einstein

O que é Matemática?

A Matemática parece ser, de forma única, a disciplina escolar que mais suscita insatisfação, insucessos, e a sensação de incapacidade, nos alunos. E isso, sob o olhar compreensivo da maioria dos pais – afinal – "Matemática é mesmo difícil".

Ao longo de seu livro, Keith Devlin alinhava argumentos, cita fatos históricos, enumera exemplos – enfim, tece uma narrativa, sem perder de vista a sua tese: TODOS os seres humanos nascem dotados da capacidade de aprender Matemática, visto que tal aprendizado exige as mesmas competências que o domínio de uma linguagem. Isto é, (se é que existe) o gene da Matemática e o a Linguagem são um só.

Mas, se é assim, por que, então, nem todas as pessoas gostam de matemática ou mostram facilidade para lidar com conceitos matemáticos, da mesma forma que dominam a linguagem? Para Devlin, isso deriva do fato de que essas pessoas não chegam a saber, realmente, o que é a matemática:

[1] Keith Devlin é PhD em Matemática, diretor executivo do Centro de Estudos de Linguagem e Informação e professor do Departamento de Matemática da *Universidade de Stanford*.

> *Não são apenas números e aritmética. Uma vez que você saiba o que a matemática realmente é, e uma vez que veja como nossos cérebros criam a linguagem, você achará muito menos surpreendente que pensar matemática é apenas uma forma especializada de usar a nossa capacidade para a linguagem. (p17).*

O primeiro passo, então, é determinar do que trata, exatamente, a Matemática. Devlin distingue as seguintes fases, no processo de evolução da Matemática:

- Até cerca de 500a.C.: *estudo do número* (a matemática do antigo Egito, Babilônia e China consistia quase que inteiramente em aritmética.)
- Entre 500a.C. e 300d.C.: *estudo dos números e da forma* (os gregos se preocupavam com a geometria)
- Século XVII: *estudo dos números, da forma, do movimento, da mudança e do espaço* (Newton e Leibniz desenvolveram, independentemente, o cálculo infinitesimal, que é o estudo do movimento e da mudança).
- Final do século XIX: *estudo dos números, forma, movimento, mudança, espaço e das ferramentas matemáticas que são usadas nesse estudo.* Surge interesse pela teoria matemática.
- E hoje? *A ciência dos padrões*. Devlin caracteriza o pensamento matemático como sendo o raciocínio lógico sobre padrões formalmente definidos ou estruturas abstratas. E destaca que há três faculdades unicamente humanas: a linguagem, a matemática (ambas possíveis devido às mesmas características do cérebro humano), e a capacidade de se antecipar ao futuro, de projetar.

Capacidade aritmética e capacidade matemática

Na busca de determinar onde e como surgiu no homem a faculdade de lidar com a Matemática, Devlin identifica os atributos mentais que colaboram, em diferentes graus, para essa capacidade. É feita uma distinção entre as capacidades aritmética e matemática, que fica clara quando observamos os atributos listados por Devlin:

- *senso numérico*[2]: nascemos com ele. Distinguimos um conjunto de um elemento de um de dois, ou de um de três elementos. Várias espécies animais também possuem essa capacidade.

---

[2] A expressão “senso numérico” foi introduzida por Tobias Dantzig, no livro Number: The Language of Science, de 1954: *O homem, mesmo nos estágios mais inferiores de desenvolvimento, possui uma faculdade que, à falta de melhor nome chamarei de senso numérico. Essa faculdade lhe permite reconhecer que algo mudou em uma pequena coleção quando, sem seu conhecimento direto, um objeto foi retirado ou acrescentado ao conjunto.*

- *capacidade numérica* (ou de contar) – exige um conceito de número como entidade abstrata. É uma capacidade adquirida, algo que o homem aprende.
- *capacidade algorítmica* – capacidade de seguir uma seqüência especificada de passos que levam a um objetivo determinado.

Esses três atributos, basicamente, possibilitam lidar com a aritmética. Os demais contribuem, em maior ou menor grau, para a capacidade matemática:

- *capacidade de lidar com abstrações* – capacidade adquirida pelo homem juntamente com a linguagem.
- *senso de causa e efeito* – presente também em muitas espécies animais.
- *capacidade de elaborar e seguir uma seqüência causal de fatos ou eventos* – capacidade aparentemente exclusiva dos humanos.
- *capacidade de raciocínio lógico* – faculdade de elaborar e seguir um raciocínio lógico.
- *capacidade de raciocínio relacional* – relacionar objetos (físicos ou abstratos).
- *capacidade de raciocínio espacial* – crucial para a sobrevivência de muitas espécies animais.

Devlin afirma que a busca pelas origens da capacidade matemática se reduz, então, à procura das origens das capacidades citadas acima: em que momento da evolução humana a vantagem fornecida teria compensado o custo representado pela sua aquisição? O cérebro humano tem menos de 2% da massa do corpo, mas consome cerca de 20% da energia total desse corpo. E por que, ao longo de toda a história da vida na Terra, somente a nossa espécie desenvolveu um cérebro relativamente tão grande e tão estruturado? Com que objetivo evoluiu até esse ponto? E o que o fez capaz de raciocínio matemático, cerca de meio milhão de anos depois?

Como a aposta é que a capacidade matemática convive com a capacidade lingüística, a pergunta a ser respondida, na seqüência, é: que capacidades matemáticas possuem as criaturas que não têm linguagem? Para respondê-la, o autor descreve inúmeras experiências realizadas com o intuito de comprovar a existência de senso numérico em animais. São estudos com corvos, gralhas, papagaios, pássaros, grupos de leoas e ratos. Além disso, apresenta estudos que demonstram alguma capacidade numérica em ratos e chimpanzés.

Nesse ponto, Devlin faz uma crítica contundente às conclusões de Piaget a respeito de as crianças não possuírem senso numérico até que o adquiram, por volta dos quatro ou cinco anos de idade. O autor alega que a criança, nessa faixa de idade, já pressente a expectativa do adulto que a interroga e tenta responder às perguntas da forma que o adulto espera que ela o faça.[3] Quando a experiência foi realizada com crianças mais novas, usando filas de pirulitos, as respostas foram corretas, em qualquer situação. Segundo Devlin,

O que o experimento original de Piaget realmente mostrou é que crianças de quatro ou cinco anos podem raciocinar logicamente sobre as motivações e expectativas de uma outra pessoa. É uma descoberta importante e útil. Mas não é a descoberta que Piaget pensou que tivesse feito! (p.49)

Finalizando a análise sobre se senso numérico é de fato inato, ou algo que se pode adquirir, Devlin menciona alguns casos estudados por um psicólogo britânico[4], envolvendo pessoas que perderam ou nunca tiveram senso numérico. E conclui que: *senso numérico não é algo que se possa aprender* (p.57).

Se todas as pessoas possuem senso numérico e podem adquirir capacidade numérica, por que tanta dificuldade, por exemplo, com as tabuadas de multiplicação? Vejamos: As tabuadas de 1 e de 10 são imediatas. Assim todo o conjunto de tabuadas de multiplicação abrange apenas 64 fatos isolados (cada um dos números 2, 3, ..., 8, 9 multiplicado por 2, 3, ..., 8, 9). As tabuadas de 2 e de 5 costumam ser facilmente aprendidas, o que diminui o total para 36 (cada um de 3,4,6,7,8,9 multiplicado por 3,4,6,7,8,9). Como a multiplicação é comutativa, isto é, 3x7 = 7x3, o total, na realidade, é de apenas 18 fatos individuais. Então, quanto é mesmo 7x8? 56? Ou 48? A dúvida parece familiar? Onde reside a dificuldade?

Em duas poderosas características da mente humana: ela é uma reconhecedora de padrões e a memória humana funciona por associação! As entradas 7x8 = 56, 6x9=54, 6x8=48 interferem, umas nas outras, uma vez que a mente humana enxerga as similaridades lingüísticas presentes nessas expressões. Na realidade, *nossa dificuldade em tentar manter essas três equações separadas não indica uma fraqueza de memória, mas uma de suas maiores forças – sua capacidade de ver semelhanças.* (p.81)

Quanto à capacidade matemática, Devlin destaca a faculdade humana, que nenhuma outra espécie parece possuir, de poder pensar sobre entidades abstratas. O autor considera quatro níveis de abstração:

- No nível 1 não há abstração: os objetos sobre os quais pensamos são todos reais, acessíveis à percepção no ambiente imediato. Aparentemente, muitas espécies animais são capazes de pensar nesse nível.

[3] Quando um adulto arruma duas fileiras igualmente espaçadas de uma mesma quantidade de objetos, e pergunta à criança qual das filas possui mais objetos, a criança “acerta”. Quando o observador afasta os objetos numa das fileiras, de forma a aumentar o comprimento dessa fila, e repete a pergunta, a criança “erra”, apontando para a fila alongada.

[4] Brian Butterworth

- No nível 2, pensamos em objetos reais, familiares, mas não acessíveis à percepção no ambiente imediato. Chimpanzés e outros primatas parecem capazes da abstração de nível 2.
- No nível 3 – acessível, ao que tudo indica, apenas aos humanos – os objetos de pensamento podem ser reais que o indivíduo conheceu de alguma forma, mas que nunca encontrou na realidade, ou versões imaginárias de objetos reais, ou variações imaginárias de objetos reais, ou combinações imaginárias de objetos reais (podemos pensar num unicórnio, como um cavalo com um único chifre na cabeça). Devlin destaca que, *a capacidade de pensar no nível 3 é, para todos os propósitos e objetivos, equivalente a ter uma linguagem.* (p.144)
- No nível 4 ocorre o pensamento matemático: os objetos são inteiramente abstratos, não tendo nenhuma ligação simples ou direta com o mundo real.

A evolução da linguagem

A explicação mais comum de como o cérebro humano adquiriu a linguagem é a de que os benefícios de um meio de comunicação cada vez mais rico, levaram de um sistema primitivo (protolinguagem) a outros, de crescente complexidade e riqueza de vocabulário, até uma linguagem plenamente desenvolvida.

Há evidências sugerindo um crescimento constante de vocabulário, num período que se estende por até três milhões e meio de anos. O segundo estágio na evolução da linguagem – a aquisição da sintaxe – ocorreu entre 75000 e 200000 anos atrás.

Essa teoria, no entanto, aponta Devlin, apresenta dois enigmas:

- Se as línguas evoluíram gradualmente, isso certamente ocorreria em velocidades distintas, e teríamos linguagens com diferentes graus de desenvolvimento e complexidade. Isso não ocorre: em todas as línguas do mundo, nenhuma tem uma estrutura mais simples entre a protolinguagem e uma linguagem plenamente desenvolvida. Parece, então, que não pode haver uma linguagem intermediária – sintaxe é tudo ou nada.
- Para sua sobrevivência, o homem não necessitava mais do que uma protolinguagem – associada a gestos e outros recursos de linguagem corporal. Não precisávamos da sintaxe – a estrutura gramatical da linguagem – ou da capacidade cerebral consumidora de energia que ela requer. Então, que benefícios adicionais para a sobrevivência foram propiciados pela aquisição da sintaxe?

Devlin apresenta três teorias que tentam resolver o primeiro enigma mencionado, ou seja, explicar a razão pela qual todas as línguas humanas têm a mesma estrutura:

- A hipótese da Eva lingüística: toda a espécie humana descenderia de um único indivíduo, nascido com uma alteração fundamental no cérebro, que propiciou o surgimento da linguagem.
- Uma mudança estrutural teria ocorrido em muitos indivíduos, à mesma época, num processo que o autor denomina "pequena mudança, grande efeito".
- Teoria do atrator: ao atingir um tamanho e complexidade suficientes, o cérebro humano *teve* que mudar estruturalmente

Quanto ao segundo enigma, a explicação, para Devlin, é que a linguagem não evoluiu primordialmente, para facilitar a comunicação, mas em conseqüência de uma compreensão cada vez mais rica do mundo – da capacidade de exercer um *pensamento desconectado.* A linguagem como recurso de representação, mais do que de comunicação. Para Devlin, o pensamento desconectado é a capacidade de raciocinar de uma maneira abstrata e hipotética. É poder falar de algo que não se encontra ali.

Para entender como o pensamento desconectado pode ter surgido, o autor menciona uma classificação de atividade inteligente, introduzida por um psicólogo britânico – Euan McPhail – que apresenta uma escala de três pontos para o comportamento inteligente:

O nível mais baixo corresponde ao comportamento estímulo-resposta, que não exige um cérebro para ser realizado; o nível seguinte corresponde ao comportamento estímulo-estímulo, que todos os animais possuem – é uma estratégia de sobrevivência importante, que permite ao animal adaptar seu padrão de resposta com base em experiências vividas. O terceiro nível envolve representação simbólica e linguagem e é exclusividade dos humanos. Nesse nível, é possível simular padrões de ativação, sem disparar o processo de resposta corporal – trata-se de uma atividade do cérebro originada no próprio cérebro. É a essa atividade que Devlin chama de pensamento desconectado. *Pensar desconectado é pensar sobre um mundo de símbolos gerados internamente.* (p.262)

Devlin cita Bickerton [1995], ao afirmar que *o mais importante dos benefícios do pensamento desconectado é a linguagem. Ele nos dá, automaticamente, a linguagem, ou mais precisamente: o pensamento desconectado e a linguagem são os dois lados de uma mesma moeda.* (p.264)

Então, a resposta à questão central: "como o cérebro humano adquiriu a capacidade de lidar com a matemática?" é "como conseqüência automática do pensamento desconectado".

Sim, mas por que demorou cerca de 75000 anos para que os humanos começassem, de fato, a raciocinar matematicamente?

Porque faltou à matemática algo de que a linguagem dispôs, milhares de anos antes: o uso imediato em ações que faziam sentido. A capacidade de falar de outra pessoa, sem que esta estivesse presente. E aqui Devlin faz o elogio da "fofoca", como recurso importante no processo evolutivo – os indivíduos vivem em grupos e os membros do grupo cuidam uns dos outros. *O cuidar dos outros ... é grandemente intensificado se cada membro do grupo conhece as vidas dos outros.* (p.282)

Então, se "conhecemos" os objetos matemáticos, se eles têm significado para nós, então podemos lidar com a Matemática do mesmo modo que lidamos com as palavras, com os amigos, com tudo o que nos cerca.

Devlin e Machado: convergências

A leitura do livro *O gene da Matemática* nos remeteu, naturalmente, ao livro de Machado - *Matemática e Língua Materna*, uma vez que a idéia defendida por Devlin – de que a Matemática e a linguagem possuem uma origem comum - vem ao encontro do que Machado defende em seu texto.

Enquanto Devlin foca sua atenção sobre as origens comuns à matemática e à linguagem, num processo que **antecede o nascimento** de uma pessoa, Machado parte do fato de que as pessoas já **nascem** dotadas, tanto da capacidade de dominar uma linguagem, quanto da de aprender Matemática.

Devlin recorre aos processos evolutivos para localizar a época histórica e as possíveis causas de o homem ter desenvolvido o raciocínio desconectado – o falar de algo não presente, não real – tornado possível pela linguagem, e que viabiliza o raciocínio matemático.

Machado aponta para a relação de impregnação mútua entre Matemática e linguagem (representada pela língua materna), para o paralelismo nas funções que desempenham nos currículos, para a imbricação nas questões básicas relativas ao ensino de ambas.

De modo abusadamente sintético, podemos resumir, afirmando que são obras complementares, no sentido de que o livro de Devlin dá um alento a todos que queiram aprender Matemática, a partir do domínio da linguagem, enquanto o livro de Machado fornece subsídios ao professor de Matemática, para que a aprendizagem dessa disciplina seja vista de modo tão natural quanto o da Língua Materna.

Epílogo

Uma vez que Devlin defende a idéia de que o que falta à matemática para que ela se torne tão palatável e acessível como a linguagem é a atribuição de significados aos objetos matemáticos, intimidade com eles, que possibilite uma espécie de "bisbilhotice matemática", o autor finaliza seu livro com uma história, que brinca com a geometria Euclidiana.

Ele descreve uma reunião num estúdio de televisão durante a qual o "chefão" explica aos seus funcionários a grande idéia para uma série.

Os personagens da tal série nada mais são do que os elementos da geometria Euclidiana (pontos e linhas) e as ações descritas seguem, numa forma irônica, os postulados de Euclides ("pontos não têm fala – assim, não gastaremos nada com eles..."; "uma linha não tem largura – logo, não necessitaremos de atores experientes...).

A narrativa se encerra com uma brincadeira específica sobre o quinto postulado e a relevância da idéia exposta:

"...

- Alguma pergunta?

(Alice:)

- Quanto tempo o senhor espera transmitir a série? Treze semanas? Cinqüenta e duas? Ou o senhor está planejando algo que dure anos?

O chefão deu uma risada.

- Garota, eu acho que você não captou bem a mensagem, no que diz respeito à minha idéia geral. – Ele fez um gesto apontando para as cinco diretrizes na tela. – Essa idéia é tão insanamente boa, tem tanto potencial, que vai mudar o mundo. Acredite em mim, uma vez que ela pegue e tenhamos bastante patrocinadores, essa criança irá ao ar durante milhares de anos. Ou não me chamo Euclides."

Bibliografia

Bickerton, Derek. *Language and Human Behavior*. Washington: University of Washington Press, 1995.

Devlin, Keith. *O gene da Matemática – O talento para lidar com números e a evolução do pensamento matemático*. Tradução de Sérgio Moraes Rego. Rio de Janeiro: Record, 2004.

Machado, Nílson José. *Matemática e Língua Materna – Análise de uma impregnação mútua*. 5ed. São Paulo: Cortez Editora, 1990.