

Uma explicação cognitiva do 'segue-se'

RESUMO

O principal ponto de partida de qualquer lógica dedutiva é o fato de que alguns enunciados se seguem necessariamente de outros. A lógica fornece regras que nos permitem demonstrar essas conexões entre enunciados, mas ainda é possível indagar por que devemos aceitar essas regras. Há várias respostas possíveis. Neste artigo, farei uma rápida análise de algumas delas, mas me concentrarei em expor e analisar a resposta cognitiva, segundo a qual as regras da lógica devem ser aceitas porque temos certos mecanismos inatos de processamento dedutivo que nos capacitam a ver que as inferências lógicas elementares são válidas. Ao analisar essa explicação, tentarei mostrar também que ela parece nos remeter a uma tese metafísica mais forte, a saber, a tese de que o desenho de nosso módulo de processamento lógico nos diz algo sobre as propriedades lógicas do nosso mundo.

Palavras-chave: Inferência dedutiva; base neurobiológica da dedução; realismo lógico.

ABSTRACT

The main starting point of any deductive logic is the fact that some statements necessarily follow from others. The logic provides rules that allow us to demonstrate that connections between statements, but you can still ask why we should accept these rules. There are several possible responses. In this article, I will briefly analyze some of them, but I will focus on exposing and analyzing the cognitive response, by which the rules of logic should be accepted because we have certain innate mechanisms of deductive processing that enable us to see that the elementary logical inferences are valid. By analyzing that explanation, I will also try to show that it seems to lead to a stronger metaphysical thesis, *viz.* that the design of our module of logical processing tells us something about the logical properties of our world.

Keywords: Deductive inference; neurobiological basis of deduction; logical realism.

* Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará. Email: cicero@lia.ufc.br

O que a tartaruga de Carroll disse para Aquiles

O título deste artigo talvez seja mais permissivo do que deveria. Um título mais preciso seria: "Uma explicação cognitiva da inferência dedutiva". Com efeito, na linguagem ordinária, podemos usar a expressão "segue-se", ou outras equivalentes ('conclui-se', 'logo', 'portanto', 'assim', 'consequentemente' etc.), para expressar diferentes variedades de inferência, e não me interessa aqui tratar de todas elas. Meu interesse primário é a inferência dedutiva.

Quando falo de inferência dedutiva, penso naquele tipo de inferência que fazemos quando, apoiados apenas nos aspectos formais dos dados de entrada, estabelecemos que certo enunciado se segue necessariamente daqueles dados. Dito de outro modo, quando falo de inferência dedutiva, penso em silogismos, em instâncias da redução ao absurdo, em instâncias da generalização existencial, em inferências estabelecidas por provas lógicas complexas etc., e penso ainda em alguns raciocínios que não são totalmente codificados em uma linguagem proposicional, dependendo também de diagramas ou representações gráficas (por exemplo, os raciocínios que fazemos para preencher um quadro de sudoku).

Se minha argumentação fosse depender de uma distinção rigorosa entre inferência dedutiva e não dedutiva, talvez essa caracterização inicial da inferência dedutiva não fosse suficiente. Talvez fosse preciso esclarecer melhor o que são esses aspectos formais que nos permitem montar raciocínios dedutivos, e fosse preciso especificar em que sentido a conexão entre a conclusão e os dados de entrada é necessária. Mas, para meus propósitos neste artigo, basta supor que há casos de inferência que a maioria das pessoas com uma instrução básica em lógica concorda em chamar de 'inferência dedutiva' ou 'dedução'. Gostaria que me fosse permitido começar com essa suposição. Posto isso, fica acertado que o foco deste artigo estará neste tipo de inferência.

Há várias questões que podemos levantar em relação à dedução, e diferentes disciplinas do conhecimento tentam responder diferentes questões. Algumas questões egrégias são as seguintes: (i) De que forma os falantes fazem deduções em suas práticas linguísticas? (questão investigada pela Sociolinguística); (ii) Quais processos mentais são solicitados quando fazemos uma dedução? (questão que interessa a alguns campos das Ciências Cognitivas); (iii) Com base em quais princípios e regras nossas deduções devem ser estruturadas? (questão que a Lógica busca responder); (iv) Por que nossas deduções devem ser estruturadas do modo como a Lógica prescreve? (questão do âmbito da Filosofia da Lógica). Meu objetivo principal neste artigo é dar uma resposta para a questão (iv). Não obstante, a resposta que oferecerei busca respaldo nas respostas que as ciências cognitivas têm dado para a questão (ii). Desse modo, embora minha discussão de fundo seja eminentemente filosófica, minha argumentação faz um uso razoável de resultados empíricos oriundos do campo das

ciências cognitivas. É exatamente esse uso que caracteriza a minha explicação da inferência dedutiva como uma explicação cognitiva.

Talvez não seja claro para todos por que deveríamos nos preocupar com a questão (iv). Alguém pode expressar a opinião de que uma lógica é apenas um jogo no qual a única coisa que temos que fazer é seguir as regras que foram estabelecidas pelo lógico. As regras em si não precisam de justificação, da mesma forma como as regras do xadrez não precisam de justificação; ambas as modalidades de regras seriam como são por causa de uma decisão arbitrária, uma decisão do criador do xadrez no caso do xadrez, e uma decisão do lógico no caso da lógica. No entanto, embora essa opinião seja possível, ela não parece coerente com o trabalho efetivo do lógico que cria uma lógica dedutiva. Aparentemente, o que uma lógica dedutiva pretende estabelecer em primeiro lugar é um método que nos permita demonstrar que uma fórmula α qualquer se segue necessariamente do conjunto de fórmulas Γ , sempre que é verdade que α se segue necessariamente de Γ . Mas, se é essa a pretensão, a demonstração de que α se segue necessariamente de Γ deveria nos convencer desse fato, pois se um fato logicamente necessário é demonstrado, não podemos negá-lo nem em imaginação. Dessa forma, parece que uma regra lógica não pode ser do jeito que der na cabeça do lógico, ela precisa propiciar inferências convincentes. Nesse sentido, parece legítimo levantar a questão (iv).

Uma forma mais divertida de entender a pertinência da questão (iv) é introduzi-la à *la Carroll*. A estória foi apresentada inicialmente em Carroll 1985 e hoje é bem conhecida. Aquiles e a tartaruga estão conversando sobre argumentos lógicos e Aquiles dá um exemplo de um argumento logicamente válido: dadas as premissas A e B, a conclusão Z se segue necessariamente. Só que a tartaruga não se convence. Ela aceita as premissas, mas não aceita a conclusão. Aquiles explica que há uma regra que diz que se você tem A e B, você tem Z. Isso parece razoável para a tartaruga. Ela aceita essa regra, que chama de C, assim como continua aceitando A e B. O problema é que ela ainda não aceita Z. Aquiles faz nova tentativa propondo a regra D que diz que se você tem A, B e C, é necessário que você tenha Z. Mas a tartaruga está irredutível. Ela aceita A, B, C e D, mas não aceita Z. Logo fica claro que as regras propostas por Aquiles não terão o poder de convencer a tartaruga a aceitar Z nem em um milhão de anos. Em todo caso, a intuição que temos ao ler essa estória é a de que a tartaruga não poderia sinceramente repelir para sempre a conclusão. Pensamos que em algum momento ela deveria se convencer de Z porque o fato de ela estar sinceramente convencida das regras lógicas e das premissas é suficiente para lhe fazer ver que Z é irrecusável. Mas, se pensamos assim, é porque compreendemos que as regras lógicas não podem ser de qualquer jeito, elas devem ser tais que não seja possível aceitá-las e ao mesmo tempo recusar uma conclusão que elas impõem.

Dessa forma, a questão (iv) se qualifica como uma questão legítima. Uma resposta geral a ela seria esta: nossas deduções devem ser estruturadas do modo como a Lógica prescreve porque elas precisam ser convincentes. Mas essa resposta não é suficientemente esclarecedora. Há que se buscar uma resposta que esclareça também o que faz com que uma dedução feita com base em certa regra seja convincente. Há várias explicações que visam dar esse esclarecimento, e uma delas é a cognitiva. Nas seções seguintes vou tratar basicamente da explicação cognitiva, mas, neste final de seção, cumpre dizer algumas coisas sobre outras três explicações, a saber, as explicações semântica, sintática e sociolinguística.

A explicação semântica se caracteriza pela tese de que os preceitos da lógica são aceitáveis na medida em que eles nos garantem a validade das provas. Assim, nessa explicação, uma dedução convincente é antes de tudo uma inferência preservadora da verdade. E, sem dúvida, essa é uma qualidade indispensável em uma dedução. O mínimo que se pode exigir de uma inferência dedutiva é que ela nos permita constatar que, quando as premissas são verdadeiras, a conclusão também necessariamente o é.

O problema com essa explicação é que ela parece deixar algo em aberto. Pense no trabalho do lógico! Primeiro ele estabelece uma meta: "os argumentos produzidos com a minha lógica devem ser válidos". Depois ele trabalha para achar um conjunto de regras que lhe possibilite alcançar essa meta e, quando finalmente compõe tal conjunto, ele tenta provar que o teorema da correção é válido para ele. Ora, para provar o teorema da correção, o lógico precisa de uma definição da verdade, mas não há apenas uma. É um fato inegável que a definição de verdade que adotamos depende da interpretação que fazemos dos conectivos lógicos. Então o que fica em aberto é qual definição de verdade se deve escolher. Há uma mais natural? Mas o que a torna mais natural? Talvez alguém argumente dizendo que não importa qual definição de verdade o lógico adota, o importante é que ela é a definição adequada para as interpretações que ele faz dos conectivos. Isso é plausível, mas ainda não fica claro como podemos saber que uma definição é adequada e outra não. Quem no final das contas pode nos dizer o que é mais adequado em termos de semântica e, conseqüentemente, o que é mais adequado em termos de regras de inferência?

A explicação sintática tenta uma abordagem diferente para responder por que os preceitos da lógica são aceitáveis. Ela se apoia na tese de que, se aceitarmos tais preceitos, teremos garantia de que nossas deduções serão analisáveis em termos de operações lógicas intuitivas. Isso certamente deve fazer com que nossos argumentos dedutivos sejam convincentes. Aqui também vemos uma tentativa de justificar o aparato lógico com base no argumento de que ele dota nossas deduções com uma propriedade altamente desejável. Nesse caso, a propriedade almejada é o caráter analítico da prova, a propriedade que permite que uma inferência mais complexa possa ser quebrada em

inferências mais simples e imediatas. Mais uma vez, parece totalmente justificado que desejemos a propriedade e tentemos mostrar que os preceitos da lógica são igualmente desejáveis pelo fato de proverem nossas deduções com tal propriedade. Mas ainda aqui ficamos com a impressão de que não explicamos tudo o que deveria ser explicado.

Dessa vez, o que não está bem explicado é algo que está na base da ideia de análise: o conceito de inferência elementar. Com efeito, quando se afirma que deduções são analisáveis, o que se supõe é que a inferência dedutiva é uma construção que pode ter diferentes medidas de complexidade, e que uma inferência mais complexa deve poder ser construída a partir de inferências mais simples, e assim também com essas mais simples, até que alcancemos a medida mínima de complexidade. Nesse ponto, encontramos as inferências elementares. Essas inferências já não são analisáveis e o único modo de justificá-las é alegando que elas são intuitivas. E é exatamente aí que sentimos falta de uma explicação adicional. O que torna certas deduções intuitivas? Não pode ser simplesmente o fato sintático de que com elas podemos construir qualquer dedução mais complexa. Deduções não intuitivas também poderiam servir igualmente bem a esse propósito. Destarte, uma resposta em termos de propriedades sintáticas não parece suficiente.

Uma terceira possibilidade de explicação é a sociolinguística. Ela se baseia na tese de que: "Princípios de inferência dedutiva são justificados por sua conformidade com a prática dedutiva aceita" (GOODMAN, 1983, p. 63). De acordo com essa explicação, portanto, o que o lógico faz é verificar os modos como pragmaticamente raciocinamos e expressá-los de modo formal e sistemático. Isso parece estar de acordo com o fato de que as pessoas em geral já conseguem raciocinar antes de estudar lógica e que muitas vezes esses raciocínios são sancionados pela lógica. Isso não pode ser simplesmente uma coincidência. Isso deve acontecer porque os preceitos da lógica derivam de preceitos pragmáticos de raciocínio.

O problema com essa explicação, porém, é que ela não parece oferecer uma elucidação plausível do fato de que algumas de nossas práticas dedutivas aceitas não são sancionadas pela lógica clássica (um exemplo dado por Oswaldo Chateaubriand é a falácia da afirmação do conseqüente, que é amplamente usada na prática dedutiva comum, mas não recebe a aprovação da lógica (cf. CHATEAUBRIAND, 2001, p. 21). Talvez se possa dizer que o lógico não pode sancionar todas as práticas dedutivas aceitas porque assim ele não poderia construir um sistema lógico consistente. Isso, certamente é verdade, mas ainda é um fato evidente que o lógico sanciona algumas inferências e rejeita outras, e a explicação sociolinguística não parece ter nada de elucidativo a dizer sobre o que justifica essa segregação.

Em suma, quando tentamos responder à questão de por que nossas deduções devem ser estruturadas do modo como a Lógica prescreve, nem a ex-

plicação semântica, nem a explicação sintática, nem a explicação sociolinguística nos dão uma resposta totalmente satisfatória, embora possamos concordar que elas põem em relevo alguns pontos importantes da questão. Em vista disso, parece que estamos justificados em procurar uma explicação alternativa. A explicação alternativa que proponho que passemos a considerar a partir deste ponto é a explicação cognitiva.

O que a Ciência Cognitiva tem dito sobre a lógica

A explicação cognitiva para a aceitabilidade das regras da lógica se vale de certos resultados de pesquisas empreendidas em diferentes áreas das Ciências Cognitivas, especialmente na Linguística, na Psicologia e na Neurociência. Esses resultados nos fornecem uma base tanto teórica quanto experimental para afirmar que nossa capacidade de fazer deduções elementares não é aprendida, o que significa que possuímos certos mecanismos cognitivos que são biologicamente programados para computar essas deduções. A tese da explicação cognitiva é a de que os preceitos da lógica são aceitáveis porque nossos mecanismos inatos de processamento dedutivo podem reconhecê-los como válidos. Eles são, por assim dizer, programados para reconhecê-los.

O nativismo lógico tem origens bastante antigas, mas sua formulação contemporânea está ligada às pesquisas de Noam Chomsky no campo da Linguística. Nessas pesquisas, ele concluiu que nossa capacidade para desenvolver e dominar a linguagem é inata. Um fato foi essencial para que ele adotasse essa perspectiva sobre a linguagem, o fato de que nós aprendemos a nossa primeira língua sem que ninguém nos ensine. Antes da *gramática gerativa transformacional* (a teoria linguística chomskyana) a explicação mais aceita para esse fato era a de que, embora os bebês não tenham aulas para aprender sua primeira língua, eles observam como as pessoas se comunicam e aprendem por imitação e condicionamento. Chomsky notou que essa explicação era muito simplista e propôs então que os bebês já nascem com um tipo de teoria de linguagem e aprendem sua língua materna testando essa teoria. O fato de crianças de todos os lugares do mundo cometerem os mesmos tipos de erro mais ou menos na mesma época, enquanto estão aprendendo a falar, seria uma evidência disso. O fato de elas desenvolverem uma competência linguística mínima aproximadamente no mesmo espaço de tempo também seria uma indicação. A evidência principal, porém, é o fato de que uma língua natural é uma estrutura extremamente complexa. O estímulo linguístico que nós recebemos é muito pobre para explicar a exuberância da linguagem que nós apresentamos em poucos anos de vida. É preciso postular que a estrutura básica da linguagem está enraizada no nosso aparato cognitivo. Se não fosse pelo fato de possuímos uma gramática embutida em nossas mentes, aprender uma língua seria uma tarefa absurda-

mente difícil ou mesmo impossível. É ancorado nessas evidências que Chomsky enuncia seu nativismo linguístico.

Ao postular que a estrutura básica da linguagem é inata, Chomsky está assumindo que a mente humana é um tipo de sistema computacional composto de diferentes programas interligados. Há programas responsáveis pela visão, pelas ações motoras, pelo raciocínio lógico e assim por diante. Em particular, há um sistema mental responsável pela linguagem. Chomsky o chama de "faculdade da linguagem". A faculdade da linguagem deve executar e gerenciar tarefas múltiplas tais como articulação e interpretação de fonemas, representação de aspectos semânticos, aplicação de regras de formação de expressões complexas etc. O fato de que nós humanos nascemos equipados com esse sistema é o que explica nossa capacidade de aprender e dominar uma língua. Em outras palavras, é isso que explica nossa competência e desempenho linguísticos.

A tese de que há uma faculdade da linguagem implica na afirmação de que há uma gramática universal, ou seja, há princípios que determinam as características fundamentais de todas as línguas naturais. A justificativa é a seguinte: se há estratégias de aprendizagem específicas para a aquisição da nossa primeira língua, isso é porque as rotinas envolvidas nessas estratégias devem nos predispor para assimilação da gramática da língua. Acontece que há uma grande diversidade de línguas naturais, mas a faculdade da linguagem deve ser a mesma em toda a espécie humana. Dessa forma, a mesma faculdade que possibilita que uma criança aprenda alemão, possibilita que outra criança aprenda swahili. Daí é possível concluir que todas essas línguas, aparentemente tão diferentes, em um nível mais profundo de análise, estão fundadas sobre os mesmos princípios, e são esses princípios que a faculdade da linguagem nos dá por antecipação. São esses princípios que constituem a gramática universal, o estado inicial da faculdade de linguagem. Tal gramática é, portanto, uma teoria que todo ser humano traz embutida na sua mente e que modela os modos que a linguagem pode assumir. Quando uma criança é exposta a uma língua natural, ela começa a testar sua teoria internalizada. À medida que os dados empíricos confirmam suas hipóteses, ela vai adquirindo domínio sobre a sua língua materna. De acordo com Chomsky, se não fosse assim, aprender a primeira língua seria uma tarefa virtualmente impossível.

Agora, um aspecto importante de nossa habilidade linguística é nossa capacidade de fazer relações inferenciais entre enunciados. De fato, essa capacidade parece central para a estruturação de nossa base linguística e para a nossa consequente competência conversacional. Muitas vezes, para entendermos o que os outros dizem, precisamos tirar conclusões a partir do que eles efetivamente afirmam e de outras coisas que já sabemos. Isso implica que a compreensão das palavras lógicas ('todo', 'ou', 'se', etc.) é fundamental para o nosso desenvolvimento linguístico. Como adquirimos o significado dessas pa-

lavras? Segundo Chomsky, não os adquirimos. Esses significados são fornecidos por nossa faculdade de linguagem, ou mais especificamente por um nível dessa faculdade, uma estrutura cognitiva que Chomsky chamou de *Logical Form* (LF). Crain & Khlentzos 2010 explicam que a LF funciona como uma definição de verdade. Em suas palavras:

LF contains an interpreted vocabulary of logical words, including sentential connectives expressed in human languages by words like 'and' and 'or' and quantificational devices like 'every' and 'some'. For example, a logical expression corresponding to 'and', call it '&', can be found at LF. The semantic representation of '&' is such that a structure of the form [S & S'] will be true iff both S and S' are true (regardless of order). Given that Universal Grammar is the initial state of the language learner, the task of the child exposed to English is to figure out that the English word 'and' maps onto the LF expression '&'; the task of a child exposed to Japanese is to figure out that 'mo' maps onto '&', and so on. This view leads to the expectation that children learning any human language will 'know' the truth conditions of its logical words as soon as these words enter their speech. (CRAIN & KHELENTZOS, 2010, p. 31-32).

Uma consequência imediata da existência de uma faculdade inata como LF é a de que nossa habilidade para fazer e avaliar inferências dedutivas é inata. Com efeito, quando deduzimos um enunciado a partir de certas premissas, os aspectos formais das premissas que nos permitem fazer a inferência resultam da interpretação das palavras lógicas que essas premissas contêm. Uma vez que aceitemos que nossa interpretação dessas palavras é inata, temos que aceitar que nossa habilidade dedutiva também é inata.

Essa teoria da base inata de nossa capacidade dedutiva tem sido corroborada por vários experimentos realizados tanto por psicólogos como por neurocientistas. Uma estratégia de experimentação comum no campo da psicologia cognitiva é a aplicação de testes que visam determinar o modo como crianças pequenas entendem os conectivos lógicos. Vários desses testes têm mostrado que a interpretação que as crianças fazem das palavras lógicas é condizente com a hipótese da LF (CRAIN *et al.*, 1996, CRAIN & KHELENTZOS 2010). É preciso notar, no entanto, que há controvérsias importantes em relação à interpretação do 'se' (JOHNSON-LAIRD & BYRNE, 2009).

Em paralelo com essa linha de investigação, tem se desenvolvido também a pesquisa a respeito da base neurofuncional da nossa habilidade dedutiva. Nesse domínio, a teoria hoje mais aceita é a Teoria do Processo Dual do Raciocínio (EVANS, 2003), segundo a qual temos dois módulos cognitivos distintos responsáveis por nossas habilidades inferenciais. Um desses módulos, que podemos chamar de MIBC (módulo de inferência baseada em crença), é especializado em inferências não dedutivas, inferências que dependem de nossas crenças a respeito do uso e da referência de termos não lógicos. O outro módulo, que podemos chamar de MRD (módulo de raciocínio dedutivo),

é especializado em inferência dedutiva e é anatomicamente separado de MIBC. Vários estudos têm encontrado evidência para a Teoria do Processo Dual do Raciocínio. Uma evidência desse tipo foi encontrada por Monti *et al* através de observações do cérebro por meio de imageamento por ressonância magnética funcional (MONTI, PARSONS & OSHERSON, 2009).

Os sujeitos no experimento de Monti e seus colaboradores tinham que avaliar raciocínios lógicos dedutivos e linguísticos enquanto tinham o cérebro imageado. O imageamento mostrou que o cérebro dos sujeitos tinha duas redes neurais distintas que entravam em ação durante os testes. Uma delas (que aparecia em verde nas imagens) era acionada quando os sujeitos avaliavam raciocínios dedutivos, e a outra (que aparecia em azul) era ativada quando os sujeitos julgavam raciocínios não dedutivos baseados em transformações sintáticas (especificamente, transformações da voz ativa para a voz passiva). Identificou-se ainda áreas ativadas em todos os testes, o que sugeria que elas eram áreas de apoio requeridas para a realização das duas tarefas cognitivas. A conclusão do estudo foi de que as áreas em verde correspondem à base neurofuncional de MRD e as áreas em azul correspondem à base neurofuncional de MIBC.

A ideia de que temos um módulo cognitivo inato especializado em raciocínio dedutivo levanta algumas questões interessantes. Vou encerrar esta seção discutindo três dessas questões, quais sejam: 1. Se já temos um MRD que nos permite fazer inferências dedutivas logicamente corretas, então para que serve a lógica?; 2. Se temos um MRD, como é possível que às vezes sejamos incapazes de distinguir deduções válidas de deduções inválidas?; 3. Como MRD funciona exatamente? As duas primeiras dessas questões têm respostas razoavelmente consensuais, enquanto que a última é objeto de uma acalorada controvérsia.

Em resposta à primeira questão, podemos dizer que a lógica é necessária porque ela funciona como uma teoria da inferência dedutiva e essa teorização da dedução nos permite uma expansão extraordinária do domínio de aplicações do raciocínio dedutivo. Explicando melhor, o que acontece é que nossa capacidade dedutiva inata nos fornece os padrões dedutivos elementares e isso nos permite fazer raciocínios dedutivos eficientes para as tarefas cognitivas da vida diária, mas a lógica nos permite fazer raciocínios mais complexos. O que a lógica nos dá é de certa forma semelhante ao que a aritmética nos dá. Sempre poderíamos fazer contas usando os dedos ou instrumentos como o ábaco, mas a aritmética nos permite edificar construções matemáticas mais sofisticadas. Da mesma forma, a lógica nos permite realizar operações lógicas muito mais sofisticadas do que aquelas que realizamos instintivamente, e graças ao simbolismo lógico, podemos inclusive programar máquinas para realizar tais operações.

À segunda questão, pode-se responder mostrando que há vários fatores que podem comprometer nossa capacidade de avaliar a validade das

deduções a despeito da acurácia do MRD. O que precisamos levar em conta é que:

- a) O MRD dá o resultado certo quando recebe os dados certos, mas isso nem sempre acontece. Podemos errar ao representar a informação inicial e isso muito provavelmente vai provocar um erro no resultado final.
- b) O MIBC concorre com o MRD. Podemos ser influenciados pela atmosfera dos dados iniciais e aplicar o MIBC em casos em que o correto seria aplicar o MRD. Como o MIBC não é apto para fazer ou avaliar inferências dedutivas, obtemos um resultado equivocado.
- c) O funcionamento do MRD exige um uso razoável da memória de trabalho. Uma dedução mais complexa é geralmente feita em passos que precisam ficar retidos na memória. Desse modo, se faltar espaço na memória, a operação de dedução pode não ser bem sucedida.

Finalmente, em relação à terceira questão, é importante esclarecer que há duas teorias principais competindo para respondê-la. De acordo com a primeira delas, a Teoria dos Modelos Mentais, uma teoria que se iniciou com algumas pesquisas de Philip Johnson-Laird, o MRD é uma estrutura que manipula modelos mentais, sendo que, nessa concepção, um modelo mental é uma representação icônica (não proposicional) dos dados envolvidos na dedução. Diferentemente, para a segunda teoria, a teoria PSYCOP, de Lance Rips, o MRD manipula principalmente regras de dedução formais internalizadas que se caracterizam por sua simplicidade e automatismo. Houve um debate intenso entre Johnson-Laird e Rips, com ataques mútuos e defesas elaboradas, mas não vou aqui entrar nos detalhes do debate e das teorias quem estiver interessado em se inteirar melhor sobre assunto, deve ver (RIPS, 1994 e 1997, e JOHNSON-LAIRD, 1997a e 1997b). Aqui, basta-me indicar que a questão de como o MRD funciona exatamente ainda não está resolvida, e que as respostas mais cotadas são dadas por duas teorias cognitivas rivais. Isso é o bastante porque o que importa para meus propósitos é mostrar que a existência do MRD é hoje amplamente aceita na psicologia cognitiva, seja qual for o modo como se tenta explicar o seu funcionamento.

O que a Filosofia pode dizer disso tudo

Voltemos ao paradoxo de Carroll sobre Aquiles e a tartaruga e pensemos como as pesquisas da ciência cognitiva sobre a dedução poderiam nos ajudar a resolvê-lo? Não é difícil ver como. A hipótese de que temos mecanismos cognitivos designados especialmente para a realização e a avaliação de inferências dedutivas nos sugere a ideia de que tudo o que alguém precisa para se convencer da validade de uma inferência sancionada pela lógica é usar seu

módulo de raciocínio dedutivo. De acordo com essa ideia, portanto, para a tartaruga, a fonte da justificação de uma regra não pode vir de Aquiles, tem que vir de seus próprios mecanismos internos de dedução. Se a tartaruga estiver neurobiologicamente programada para reconhecer a regra, ou se a regra puder ser definida com base em regras mais simples que a tartaruga esteja programada para reconhecer, ela não poderá recusar sinceramente as inferências que as regras propostas por Aquiles autorizam.

Com isso, fica imediatamente claro como a explicação cognitiva da dedução nos possibilita dar uma resposta adequada à questão sobre a justificação dos preceitos da lógica dedutiva. Esses preceitos não são justificados pelo fim que eles nos permitem alcançar, quer pensemos que o fim seja a analiticidade ou a validade das deduções, pois ainda precisaríamos explicar o que nos leva a estabelecer tais fins, e tampouco são justificados pelo fato da lógica tentar sistematizar regras de inferência que já são usadas na prática dedutiva aceita pela comunidade de falantes, pois ainda precisaríamos explicar qual é o critério usado pelo lógico para incorporar no seu sistema algumas regras de inferência pragmaticamente sancionadas e excluir outras. Os preceitos lógicos são justificados pelo fato de que, em certo nível, nosso MRD nos faz ver que eles são corretos. Dito de modo direto, nós simplesmente somos programados para aceitá-los. Mas neste ponto surgem pelo menos duas dificuldades.

Em primeiro lugar, há o problema da pluralidade lógica. Não existe apenas uma única lógica dedutiva e, portanto, os axiomas e regras deferidos por uma lógica podem ser desautorizados por outra. Em vista desse relativismo lógico, parece inadequado sustentar que os preceitos lógicos estão fundados na nossa estrutura cognitiva. Pode-se argumentar que, se fosse assim, todos aceitaríamos as mesmas verdades lógicas e a lógica seria única.

Para encontrarmos uma solução para esse problema, creio que devemos pensar no porquê de existirem várias lógicas. Por que, por exemplo, a lógica intuicionista rejeita a regra da dupla negação? Claramente, isso ocorre porque a interpretação BHK da negação não nos permite concluir que uma fórmula α é verdadeira quando a fórmula $\neg\neg\alpha$ é verdadeira. Então, o que acontece é que, quando temos em mente a interpretação clássica da negação, reconhecemos a dupla negação como válida, e quando temos em mente a interpretação intuicionista, reconhecemos que a dupla negação é inválida. Temos a capacidade de reconhecer as duas coisas. E isso parece explicar a principal razão de existirem várias lógicas. Descobrimos lógicas desviantes quando assumimos semânticas desviantes.

O que deve ser notado, porém, é que os preceitos de uma lógica desviante ainda vão nos parecer aceitáveis em face da sua semântica. Isso parece indicar que a pluralidade da lógica é compatível com a explicação cognitiva. O que sabemos sobre MRD é que ele nos permite fazer e reconhecer deduções elementares, ou seja, ele nos permite receber certos dados de entrada e a

partir daí produzir certos dados de saída. Mas, se aceitarmos o paradigma representacional do processamento cognitivo, temos que entender que tanto os dados de entrada como os dados de saída são representações mentais. O que essas representações representam? Aparentemente, se nós podemos reconhecer tanto regras da lógica clássica como regras lógicas desviantes, nós representamos as proposições (quando raciocinamos a partir de proposições) sobre o fundo de uma semântica determinada. Consequentemente, podemos dizer que MRD nos possibilita ver a pertinência de uma inferência dedutiva sempre em relação ao contexto em que ela é feita.

Um exemplo pode nos ajudar a entender ainda melhor esse ponto. Louis Rougier uma vez considerou a afirmação: "todo número maior do que 99 é escrito com recurso a pelo menos 3 algarismos" (ROUGIER, 1941, p. 152). Essa afirmação é verdadeira? Se você usar o sistema decimal para escrever o número, a resposta é 'sim', mas se você usar o sistema hexadecimal a resposta é 'não'. Um sistema computacional simplesmente não pode dar uma resposta à pergunta se não considerar a informação a respeito do sistema numérico. Da mesma forma, MRD não pode dar uma resposta a respeito da validade da lei do terceiro excluído, por exemplo, se não considerar alguma informação sobre o modo de interpretar a disjunção e a negação. Agora, se ele dispor de toda a informação que precisa, ele não terá nenhum problema de fornecer uma resposta. Vemos, assim, que é perfeitamente possível defender que os princípios lógicos têm uma justificação cognitiva e ao mesmo tempo reconhecer que diferentes lógicas admitem e rejeitam diferentes princípios.

A segunda dificuldade concernente à explicação cognitiva da dedução pode ser expressa através de uma pergunta: nossos cérebros poderiam ser programados de outro modo? Podemos imaginar que eles são programados, por exemplo, para reconhecer o *modus ponens* como um tipo válido de inferência e, como só podemos raciocinar por meio dessa programação, não podemos ver como o *modus ponens* poderia ser inválido. No entanto, se tudo é uma questão de como a fiação do nosso cérebro está configurada, é possível imaginar que uma configuração diferente poderia nos compelir a rejeitar o *modus ponens* e a reconhecer uma regra muito diferente. Consideremos, por exemplo, a seguinte regra que chamo de *modus spurius*¹:

$$\begin{array}{c} \alpha \\ \alpha \rightarrow \beta \\ \hline \neg \beta \end{array}$$

Seria possível que fôssemos programados para reconhecer a validade do *modus spurius*? (Note-se que o *modus spurius* não é preservador da verdade,

¹ A regra de inferência que chamo aqui de *modus spurius* é a mesma que Lance Rips chamou de *modus shmonens* no Prefácio de seu livro *Psychology of Proof* (cf. RIPS, 1994).

pelo menos não se atribuímos à implicação e à negação os seus significados clássicos). Considerando o que foi dito anteriormente sobre a base neurobiológica do nosso instinto lógico, creio que a resposta mais coerente é 'sim'. Eu diria que essa é uma resposta que podemos conceber, embora não possamos imaginar como seria a sensação de acreditar no *modus spurius*. Em todo caso, a resposta é concebível porque é concebível uma situação hipotética em que, por alguma razão, um neurocientista do futuro de fato reprograma o cérebro de um sujeito para que ele aplique *modus spurius* em vez de *modus ponens*.

É importante reparar, porém, que essa é uma possibilidade cuja efetivação depende de um evento não natural. Se pensarmos apenas sobre o que seria possível em face da seleção natural que os seres vivos enfrentaram ao longo da história evolutiva, a resposta mais plausível à pergunta do parágrafo anterior parece ser 'não'. Temos boas razões para acreditar que nosso módulo de raciocínio dedutivo implementa as deduções que efetivamente precisamos fazer para sobreviver no planeta Terra. Com efeito, se nossa arquitetura cognitiva tem utilidade prática, então nossas regras de inferência internas devem ser tais que nos possibilitem resolver problemas práticos para nossa ação no mundo. Desse modo, um mutante que implementasse regras diferentes provavelmente não sobreviveria por muito tempo. Em particular, um mutante que implementasse o *modus spurius* seria extinto bem rapidamente. Isso fica mais claro se examinarmos um exemplo.

Digamos que você compre um bolo e acredite que se guardar um pouco, poderá comer um pedaço mais tarde, e que, além disso, você queira comer um pedaço mais tarde. O que você deve fazer? Parece óbvio que você deve guardar um pouco. Mas isso só é óbvio porque você é capaz de usar *modus ponens*. Se você usasse *modus spurius* e guardasse um pouco, a conclusão necessária é a de que você não poderia comer um pedaço mais tarde. Isso parece mostrar que, de um ponto de vista prático, o *modus ponens* é mais vantajoso que o *modus spurius* (também em tarefas mais abstratas, como, por exemplo, quando se preenche um quadro de sudoku, o aplicador de *modus ponens* leva vantagem). Um exemplo mais dramático pode mostrar que o *modus ponens* não só é mais vantajoso como é indispensável para a sobrevivência do indivíduo. Imagine, por exemplo, um pastor que raciocina que se cavar em certo lugar, achará água. Dado que ele precisa de água e que ele raciocina de acordo com o *modus ponens*, ele cava, e isso lhe possibilita matar sua sede. Já um pastor que raciocina de acordo com o *modus spurius* provavelmente morrerá de sede. E, de modo geral, sempre que fazemos predições condicionais e agimos com base nessas predições, fazemos isso porque usamos *modus ponens*. Se trocássemos o *modus ponens* pelo *modus spurius*, toda a nossa capacidade de fazer planos para o futuro e agir de acordo com esses planos ficaria irremediavelmente prejudicada. Uma explicação de por que isso acontece parece ser a de que os princípios de dedução realizados em nossa malha neuronal foram selecionados ao

longo de nossa história evolutiva. Em outras palavras, em última instância, nós raciocinamos como raciocinamos porque a realidade, pelo menos a realidade de nossa experiência empírica, exige isso de nós (se fôssemos seres subatômicos inteligentes, talvez raciocinásemos de forma diferente).

Essas conclusões parecem nos levar a especulações ainda mais ousadas. De fato, o que nosso módulo de raciocínio dedutivo faz é nos dotar com a capacidade de ver que nossa representação dos dados de entrada está indissociavelmente conectada a nossa representação da conclusão. Vemos isso em virtude de um tipo de reação biológica involuntária: quando o MRD recebe certa representação dos dados de entrada, ele nos compele para certa representação da conclusão. Assim, em última instância, quando dizemos, por exemplo, que β se segue necessariamente de α e de $\alpha \rightarrow \beta$, dizemos isso porque nos sentimos compelidos a representar β no momento em que representamos α e $\alpha \rightarrow \beta$. Destarte, nossa compulsão é o sinal indicativo que nos permite identificar a necessidade.

Isso significa então que podemos reduzir a necessidade lógica a um tipo de compulsão psicológica? Creio que essa não é a conclusão apropriada aqui. Se nossos módulos cognitivos estão ajustados às demandas da realidade externa e, em particular, nosso módulo de raciocínio dedutivo responde adequadamente a certas exigências práticas da vida, então o fato de representarmos certas inferências como inferências necessárias talvez deva ser interpretado como uma indicação de que há de fato relações necessárias na realidade, relações entre propriedades formais de estados de coisas. Em outras palavras, o que estou sugerindo é que talvez tenhamos sido programados para ver relações necessárias entre representações porque de fato existem relações necessárias entre os aspectos da realidade que representamos. Não digo que essa hipótese seja certa, mas ela certamente é plausível. Tão plausível quanto é inferir que há flores de corola tubular a partir da observação do bico de algumas espécies de beija-flores.

Termino assim com uma sugestão metafísica mais arrojada do que se poderia esperar de um artigo que trata do problema da justificação dos princípios da lógica a partir de certas evidências científicas para o nativismo lógico. Isso acontece porque vejo a explicação cognitiva em primeiro lugar como uma explicação da nossa capacidade de reconhecer a necessidade das inferências lógicas, mas também como uma ponte que pode nos levar a entender melhor a necessidade em si. A ideia, em suma, é esta: a aceitabilidade das regras lógicas se deve a algo que encontramos no nosso cérebro, mas o que encontramos no nosso cérebro se deve aparentemente a algo que encontramos no mundo.

Referências

- BRAINE, M.D.S., O'BRIEN, D. P. (Eds.). *Mental logic*. Erlbaum, 1998.
CARROLL, L. What the Tortoise Said to Achilles. *Mind*, n. 4, 1895, p. 278–80.

CHATEAUBRIAND FILHO, O. *Logical Forms. part 1: truth and description*. Campinas: UNICAMP, 2001. (Coleção CLE, v.34).

CHOMSKY, N. "A Transformational Approach to Syntax". In: FODOR, J & KATZ, J. (Eds). *The Structure of Language: readings in the philosophy of language*. New Jersey: Prentice Hall, Inc., p. 211-245, 1964.

CHOMSKY, N. *Essays on Form and Interpretation (Studies in Linguistic Analysis)*. Elsevier Science Ltd, 1977.

CHOMSKY, N. *Language and the Problems of Knowledge: The Managua Lectures*. Cambridge, MA: MIT Press, 1988.

CHOMSKY, N. *New horizons in the study of language and mind*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000.

CRAIN, S. et al. Quantification Without Qualification. *Language Acquisition*, v. 5(2), 1996, p. 83-153.

CRAIN, S. & KHELENTZOS, D. The Logic Instinct. *Mind & Language*, v. 25, n. 1, 2010, p. 30–65.

EVANS, J. St. B. T. In Two Minds: Dual-Process Accounts of Reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 7, n. 10, 2003, p. 454-459.

GOODMAN, N. *Fact, Fiction and Forecast*. 4. ed. Harvard University Press, 1983.

JOHNSON-LAIRD, P. N. *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

_____. Rules and Illusions: a critical study of Rips's the psychology of proof. *Minds and Machines*, n. 7, 1997a, p. 387–407.

_____. An End to the Controversy? A Reply to Rips. *Minds and Machines*, n. 7, 1997b, p. 425–432.

JOHNSON-LAIRD, P. N. *How we reason*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2006.

_____. & BYRNE, R. M. J. 'If' and the problems of conditional reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, v. 13, n. 7, 2009, p. 282–287.

MONTI, M. M., PARSONS, L. M. & OSHERSON, D. N. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, v. 106, n. 30, 2009.

PRAWITZ, D. Remarks on some approaches to the concept of logical consequence. *Synthese*, v. 62, n. 2, 1985, p. 153-171.

RIPS, L. *The Psychology of Proof: Deductive Reasoning in Human Thinking*. A Bradford Book, 1994.

RIPS, L. Goals for a theory of deduction: reply to Johnson-Laird. *Minds and Machines*, n. 7, 1997, p. 409–424.

ROUGIER, L. The Relativity of Logic. *Philosophy and Phenomenological Research*, v. 2, n. 2, 1941, p. 137-158.