Rematec
Revista Matemática, Ensino e Cultura

O Netz-Works de deduções gregas: uma revisão de The Shaping of Deductions in Greek Mathematics de Reviel Netz[1]

Bruno Latour

RESUMO

O livro de Netz é, sem dúvida, o trabalho mais importante em estudos científicos desde Shapin & Schaffer Leviathan and the Air Pump. Recorrendo a um método semiótico e construtivista muito original, consegue redescrever inteiramente a prática da dedução no início da geometria grega. Mostra como essa prática quase não tem conexão com as várias teorias de abstração e convicção que foram oferecidas por filósofos de Platão em diante. Ele oferece a primeira descrição não-formalista sistemática do formalismo em seu estágio histórico inicial. Ao fazê-lo, oferece a melhor ocasião para elaborar uma metalinguagem para falar concretamente da abstração.
Palavras-chave: Filosofia. Matemática. Filosofia matemática. Matemática grega. Deduções.

The Netz-Works of Greek Deductions – A Review of Reviel Netz's The Shaping of Deductions in Greek Mathematics

ABSTRACT

Netz's book is, without question, the most important work in science studies since Shapin & Schaffer Leviathan and the Air Pump. By resorting to a very original semiotic and constructivist method, it manages to redescribe entirely the practice of deduction in the beginning of Greek geometry. It shows how this practice bears almost no connection with the various theories of abstraction and conviction that have been offered by philosophers from Plato onwards. It offers the first systematic non-formalist description of formalism at its early historical stage. In doing so it offers the best occasion to elaborate a metalanguage to speak concretely of abstraction.
Keywords: Philosophy. Mathematics. Mathematical philosophy. Greek mathematics. deductions.

Las obras de Netz de las deducciones griegas: una revisión de Reviel Netz La formación de las deducciones en las matemáticas griegas

RESUMEN

El libro de Netz es, sin duda, el trabajo más importante en estudios científicos desde Shapin & Schaffer Leviathan and the Air Pump. Recurriendo a un método semiótico y constructivista muy original, consigue redescribir por completo la práctica de la deducción en los inicios de la geometría griega. Muestra cómo esta práctica casi no tiene conexión con las diversas teorías de abstracción y convicción que han ofrecido los filósofos desde Platón en adelante. Ofrece la primera descripción no formalista sistemática del formalismo en su etapa histórica temprana. Al hacerlo, ofrece la mejor ocasión para elaborar un metalenguaje para hablar concretamente de abstracción.
Palabras clave: Filosofía. Matemáticas. Filosofía matemática. matemáticas griegas. Deducciones.

Este é, sem dúvida, o livro mais importante de estudos científicos a aparecer desde Leviathan and the Air-Pump, de Shapin e Schaffer. Eu digo isso mesmo que seja autor, Reviel Netz, um classicista sério de Stanford, prefere se distanciar do nosso campo (que com toda a probabilidade ele considera um pouco desonroso). Desde o início ele afirma, com um trocadilho adicional com seu próprio título, que "Este livro não deve ser lido como se fosse 'o Shapin da

[1] Este artigo foi traduzido por Iran Abreu Mendes para fins didáticos, a partir do original intitulado A review of Reviel Netz (2003). The Shaping of Deduction in Greek Mathematics: a Study in Cognitive History. (Cambridge: Cambridge University Press). Este artigo foi publicado originalmente em Social Studies of Science, Vol 38, n°3, pp. 441-459, 2008. A tradução desta obra é uma homenagem ao filósofo e sociólogo francês Bruno Latour, após termos notícias do falecimento do autor no dia de 09 de outubro de 2022 em Paris.

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

dedução" (p. 3). Em vez disso, ele prefere chamar seu esforço de "história cognitiva" – o que significa exatamente o que por "estudos de ciência", ou seja, uma atenção obsessiva ao material, condições históricas e práticas necessárias para a descoberta de novas habilidades.

Mesmo que Netz não seja um sócio-historiador da ciência de carteirinha, um olhar para outro de seus livros impressionantes (NETZ, 2004) – desta vez sobre a história do arame farpado das fazendas de gado das grandes planícies, até Pearl Harbor , as trincheiras da Primeira Guerra Mundial e depois todo o caminho para Auschwitz – seria suficiente para assegurar a qualquer leitor de SSofS que ele é um de nós, e um dos nossos melhores. Que o campo dos estudos científicos seja muito maior (e também, infelizmente, muito menor!) do que a lista de seus membros oficiais não deveria ser uma grande surpresa. Tenho uma memória vívida de Thomas Kuhn aceitando o Prêmio Bernal de nossa sociedade com mais do que um leve embaraço... importância crucial para o nosso campo que, mesmo não sendo um classicista nem um filósofo da Matemática, devo correr o risco de envergonhá-lo da mesma forma, colocando seu livro no centro do corpus STS.

Uma descrição não formalista do formalismo

O livro de Netz faz exatamente o que ele diz não querer: oferece para a origem do formalismo o que Shapin e Schaffer fizeram pela origem da ciência experimental. Se, para propor uma história alternativa da ciência, o berço da ciência experimental – o espólio de Boyle enquanto laboratório – tivesse que ser revisitado, é claro que essa revisão teria permanecido grosseiramente incompleta enquanto o berço da dedução não foram revisitados da mesma maneira. Em *O Leviatã*, a divisão entre um estilo científico e um literário, a própria distinção entre ciência e política, a autonomia do raciocínio científico e a invenção de uma nova forma de persuasão foram tomadas como tópicos da investigação histórica em vez de recursos para escrever esta história. Nesse trabalho estávamos testemunhando o surgimento dessas novas habilidades cognitivas e dessa nova forma de vida: o laboratório, o estilo experimental. Isso é exatamente o que podemos testemunhar novamente no livro de Netz, só que desta vez com uma disciplina muito mais antiga, mais dura, menos documentada e ainda mais influente: o próprio coração do que é deduzir, demonstrar e raciocinar, como dizem, "rigorosamente".

> Não é de admirar, então, que a matemática grega enfatize a forma. Ao longo do livro, enfatizei a forma ao invés do conteúdo, em parte como um método de chegar à realidade cognitiva por trás dos textos, mas em parte – e esta é a justificativa fundamental de minha abordagem – porque este é o lugar onde o estresse deve ser colocado, se devemos ser sensíveis ao contexto histórico da

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

> matemática grega. A matemática grega, para resumir, era uma prática cultural na qual a forma dominante era a forma (p. 311)

Em vez de tomar o “milagre grego” como recurso para recontar, mais uma vez, a gloriosa história do raciocínio apodíctico, é a própria invenção desse estilo de raciocínio que é escolhido como tema da investigação. Esta é realmente uma grande surpresa, porque as fontes parecem estar totalmente ausentes, à primeira vista. Se foi uma grande conquista recontar a Revolução Científica do século XVII como se tivéssemos o mesmo tipo de dados que temos para as vidas laboratoriais contemporâneas, quão maior seria a dificuldade de recuperar a prática da dedução operacionalizada por algumas centenas de matemáticos pouco conhecidos da Antiguidade, dos quais possuímos apenas textos fragmentários e corrompidos? E, no entanto, você obtém a mesma sensação de praticidade deste livro que você obtém, por exemplo, de Cognition in the Wild (1995), de Ed Hutchins, sobre um tópico não tão diferente – cálculo coletivo com instrumentos. A semelhança se mantém mesmo que Hutchins tivesse o benefício de vídeos, gravadores e arquivos de todos os tipos, ali, no local, como um etnógrafo vivo. Graças a Netz, o leitor é genuinamente transportado para o “laboratório plano” da matemática grega e pode testemunhar suas invenções passo a passo de uma forma que muito poucas etnografias de matemáticos no trabalho foram capazes de emular (ROSENTAL, 2003). Como eu disse, pode não ter havido “Milagre Grego” em ação naquela época, mas encontramos aqui e agora um milagre de Netz de algumas proporções…

Esse milagre reside no nível de prática que é tomado como foco de investigação: as invenções scripto-visuais[2].

> Argumentarei que as duas principais ferramentas para a formação da dedução foram o diagrama, por um lado, e a linguagem matemática, por outro. Diagramas - na forma específica em que são usados na matemática grega são a maneira matemática grega de explorar os recursos cognitivos visuais humanos. A linguagem matemática grega é uma maneira de explorar os recursos linguísticos humanos (...) Mas observe que não há nada de universal na forma precisa de tais métodos cognitivos. Eles não são neurais; são uma construção histórica. (...) Há necessidade de estudos em história cognitiva, e ofereço aqui um desses estudos (p. 6-7)

Como pode ser visto nesta citação, o materialismo de Netz não se encontra em alguma “construção social da matemática”, no contexto econômico da Grécia clássica, mas nas

[2] Este é um local comum para o pequeno número de analistas ousados o suficiente para lidar com uma descrição não formalista do formalismo. Ver, por exemplo, Bastide (1990); Rotman (1987, 1993).

tecnologias intelectuais[3] nas quais grande parte dos estudos científicos hoje consiste. Como você demonstra algo para alguém? Aquilo é, como você mostra isso? Como você desenha isso? Como você aponta o dedo para ele enquanto fala? Como você escreve isso? Como você obtém aprovação na ausência de seus correspondentes? Como você compartilha a convicção? É em grande parte o nível semiótico, uma vez devidamente focado nas mãos inteligentes de Netz, que uma quantidade impressionante de informações sobre a prática agora ausente pode ser fornecida. O que prova, mais uma vez, que "prática" não é algo que você observa visualmente, mas é mais um paradigma explicativo. É um gênero que pode recuperar tanto de documentos mortos e tempos imensamente distantes quanto de sítios visitáveis ("Meu plano é proceder, como sempre, da prática" p. 241). Os significados que Netz é capaz de extrair de papiros e pergaminhos são tão impressionantes quanto aqueles que os paleoarqueólogos são capazes de recuperar do sílex disperso em alguma pedreira distante de ferramentas de pedra – minuto a minuto, gesto por gesto em cadeia de ações realizadas por pessoas sobre as quais nada sabem.

Este livro pode não ser a primeira descrição não-formalista do formalismo, mas é certamente a primeira instância em que uma descrição não-formalista se relaciona com a própria origem da dedução, geometria e raciocínio apodíctico no século V a.C. É claro que essas são as próprias formas de raciocínio no cerne da imaginação científica. Não importa quão excelentes tenham sido os outros estudos de práticas matemáticas em períodos posteriores, eles sempre se basearam (como seu assunto) em um já rico repertório de técnicas e gêneros literários, alguns dos quais podem ser rastreados até o grego. Isso significa que eles deram por certo o que significava deduzir algo de outra coisa, demonstrar um resultado, convencer através de uma figura[4]. O que Netz faz é nos transportar de volta no tempo para onde não havia geometria, nem raciocínio apodítico, sem dedução, e até quando cada uma dessas práticas teve que ser concebida do zero sem depender de nenhum precedente. Se você teve que sofrer com demonstrações geométricas na escola (o que certamente é o meu caso), há algo emocionante em testemunhar, página a página, após página, neste livro luminoso e lúcido: a dificuldade que os próprios geômetras gregos tiveram em inventar, uma após a outra, as micro técnicas necessárias para navegar nos diagramas e o "transporte da necessidade" (termo crucial que

[3] O paradigma é mais ou menos o do livro mestre de Jack Goody (1977). Para uma apresentação geral, ver Latour, 1990.

[4] Para alguns exemplos recentes, veja Dear (1995); Galison (1997); MacKenzie (2001); Warwick (2003), mas seus matemáticos já sabiam tanto que não poderiam colocar os componentes elementares do que era quando ninguém ainda sabia o que é pensar matematicamente no centro do palco.

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

explicarei mais adiante) para levar uma prova do início ao fim[5]. Mais uma vez, mudar a própria noção de forma e formalismo de um recurso para um tópico possui um efeito libertador — o que se poderia chamar de iluminação própria dos "estudos científicos"!

Por causa da minha falta de credenciais em matemática grega, o presente artigo não pode ser mais do que um poste de sinalização para a comunidade de estudos de ciências ser direcionada para um livro que, de outra forma, poderia ter perdido. Limitar-me-ei, portanto, a extrair três argumentos principais da obra-prima de Netz (sem seguir o ordem dos capítulos) que me parecem especialmente decisivas: a) o mau uso da matemática grega pelos filósofos; b) a autonomia do formalismo e, por fim, c) o cerne do livro, a tecnologia dos diagramas de letras e o que estes fazem para a transferência de necessidades.

Quando Platão vai para Hollywood

É fácil estudar as práticas laboratoriais porque são tão fortemente equipadas, tão evidentemente coletivas, tão obviamente materiais, tão claramente situadas em tempos e espaços específicos, tão hesitantes e dispendiosas. Mas o mesmo não acontece com as práticas matemáticas: noções como "demonstração", "modelagem", "provação", "cálculo", "formalismo". A "abstração" resiste a ser deslocada do papel de recursos indiscutíveis para o de tópicos inspecionáveis e responsáveis. É como se não tivéssemos nenhuma ferramenta para manter tais noções sob nossos olhos por mais de um momento fugaz, ou simplesmente nenhuma metalinguagem para registrá-las. Parece que estamos inevitavelmente contaminados por eles, como se a abstração também nos tornasse abstratos! Um momento de desatenção e, com certeza, eles terão evaporado, terão saltado de volta, por assim dizer, atrás de nós, em vez de permanecer sob nosso olhar. Em vez de ser o que deve ser descrito por uma nova linguagem descritiva, ainda a ser inventada, as abstrações facilmente voltam a fornecer a metalinguagem de nossas descrições. Assim, a explicação materialista do ato de abstrair tornou-se uma representação abstrata da abstração[6]. Muitos estudantes de ciência confiáveis voltaram a ser epistemólogos e acabaram simplesmente acumulando formalismo sobre formalismo... é tão fortemente inclinado a favor das ciências experimentais; para duas dezenas de estudos de experimentos e maquinários, encontramos apenas um sobre equações, modelização, formalismo ou lógica.

---

[5] "Deve-se fazer um esforço para perceber quão mundanas são as palavras matemáticas gregas. Traduzimos tome por 'seção', tmema por 'segmento', tomeus por 'setor'. Tente imaginá-los, como, digamos, 'cortar', 'cortar' e 'cortar'. Os gregos não tinham gregos ou romanos para emprestar seus termos" (p. 124).

[6] Provavelmente foi isso que enredou Eric Livingston (1985) no circuito do qual Netz extraiu maravilhosamente: há mais de uma maneira de alcançar a "adequação única"

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

A grande decisão libertadora do livro de Netz é que esse estado de coisas pode não ser devido à natureza inerentemente “abstrata” da dedução, mas sim a uma estranha operação de canalização (para não falar de sequestro), por filósofos platônicos de um conjunto de habilidades, nutrido dentro de pequenas redes de praticantes cosmopolitas da geometria grega… Uma citação bastante longa, mas hilária, será suficiente para ver onde seu argumento está indo:

> Para ser mais preciso: todos conhecemos o destino de um livro que subitamente torna-se um best-seller após ser transformado em filme – na versão “de acordo com o filme”. Esse processo se originou no sul da Itália no final do século V a.C., mas foi Platão quem transformou ‘Matemática: o Filme’ em uma visão convincente. Essa visão permaneceu para assombrar a cultura ocidental, remetendo-a repetidas vezes para “O Livro segundo o Filme” – a numerologia associada ao pitagorismo e ao neoplatonismo. Algumas pessoas, especialmente na tradição aristotélica, voltaram ao original, até que, emergindo do último renascimento platônico do Renascimento, a matemática explodiu no século XVI e deixou o platonismo para trás com o resto da filosofia e das humanidades. Agora tomamos como certa a centralidade da matemática; não devemos projetá-lo no passado (p. 290).

Para grande surpresa dos que acreditam no Milagre Grego, a característica marcante da matemática grega, segundo Netz, é que ela era completamente periférica à cultura, mesmo à altamente letrada. Medicina, direito, retórica, ciências políticas, ética, história, sim; matemática, não. “Há algo muito radical no isolacionismo da matemática grega, comparado com o fundo” (p. 309). Com uma exceção: a tradição plato-aristotélica. Mas o que essa tradição (ela própria muito pequena na época) tirou dos matemáticos? Não os diagramas com letras (horresco referens), não muito do vocabulário, quase nenhuma das tecnologias intelectuais, mas apenas uma característica crucial: que pode existir uma maneira de convencer que é apodíctica e não retórica ou sofística. A filosofia extraída dos matemáticos não era uma prática de pleno direito. Foi apenas uma forma de se diferenciar radicalmente através da maneira correta de conseguir a persuasão.

As palavras *apodeixis* e *epideixis* têm quase a mesma raiz etimológica e para muitos séculos eram totalmente indistinguíveis (CASSIN, 1995). São apenas os filósofos platônicos que, padronizando seu discurso a partir do efeito resultante na persuasão das demonstrações geométricas, introduziram na filosofia uma diferenciação radical entre um modo de se convencer (por demonstrações rigorosas), *apodeixis* e outro caminho, que contou com floreios de retórica, sofismas, poesia, imaginação e manobras políticas, *epideixis*. Seria esse o efeito real das práticas filosóficas? Céus, não! O grande escândalo para os filósofos na Antiguidade,

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

um escândalo que ainda hoje está conosco, é que dois filósofos não concordam um com o outro. A filosofia platônica era uma emulação real das práticas do geômetra? que produzia convicção em torno da inspeção coletiva de diagramas com letras, apegando-se às conclusões a que as formas, e apenas as formas, poderiam levar?[7] Claro que não, já que não havia diagrama para começar. A filosofia não se limitou cuidadosamente às formas, como faziam os geômetras (mais sobre isso abaixo), mas, em vez disso, afirmou se falar de conteúdos: a Boa Vida, o modo próprio de buscar a Verdade, as Leis da Cidade, etc. É como se Platão não extraísse da geometria mais que um estilo de convicção e lhe acrescentasse um conteúdo totalmente alheio; é como se o tipo de persuasão que os matemáticos obtiveram com muito esforço (porque se limitaram às formas) pudesse, no entanto, ser alcançado, quase sem custo demonstrativo, pelos filósofos em relação ao que eles viam como o único conteúdo relevante! Uma imitação da matemática, apenas o suficiente para expulsar os sofistas da filosofia. Uma proeza de fato, que continua sendo a fonte secreta de muitas das Guerras da Ciência, passadas e presentes.

E, no entanto, o "Livro segundo o filme", para invocar novamente o símile de Netz, aquele que foi lido e ensinado durante vinte e seis séculos, afirma que "há uma diferença radical entre convicção e persuasão". Afirma, ainda, que essa diferença é o que define a filosofia, a epistemologia, a ciência e até a Razão com R maiúsculo... Quando admiramos a admoestação de Sócrates ao sofista Cálicles: "geômetrias gar ameleis![8]" o filme de sucesso. Podemos exibir o filme de vez em quando, mas ninguém, ninguém, exceto Netz, ainda lê o minúsculo roteiro esotérico com o qual o filme de Hollywood e o best-seller posterior foram produzidos... Depois de ser libertado do best-seller da Revolução Científica , podemos agora ser libertados do best-seller do Milagre Grego. De volta aos originais. Mais uma vez, a história da Razão se mostra ainda mais esclarecedora do que o Iluminismo insinuou.

[7] Aqui está a avaliação de Netz da conexão de Platão com a técnica: "As obras de Platão sugerem que os matemáticos tinham uma certa terminologia – Platão faz isso permitindo que suas passagens matemáticas sejam preenchidas com o que parece ser um jargão. Esse jargão é muitas vezes diferente do euclidiano, mas não há razão para supor que Platão esteja tentando usar o jargão correto. Fora isso, Platão é estranhamente reticente sobre aspectos da prática matemática como, por exemplo, o uso de letras em diagramas. Em geral, seu uso da matemática é feito a uma distância considerável dela, e não nos permite ver claramente qual era a forma da matemática que ele conhecia" (p. 276)

[8] "Você não percebeu quanto poder a igualdade geométrica tem entre deuses e homens, e essa negligência da geometria levou você a acreditar que se deve tentar ganhar uma parte desproporcional das coisas" (GORGIAS 508a) e meu comentário sobre isso diálogo mais famoso em Latour (1999).

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

Inventando uma nova autonomia

Mas não devemos ser muito duros com os filósofos: afinal, mesmo os maus filmes de peplum podem desencadear as vocações de grandes classicistas! Séculos antes que a física pudesse dominar a filosofia, previram que o que os matemáticos gregos conseguiram fazer poderia funcionar para eles também. Aderir aos formulários poderia fornecer uma nova e fabulosa fonte de certeza se apenas um certo tipo de conteúdo pudesse ser tratado do mesmo jeito. Quando “objetos galileus” fossem adicionados às provas arquimedianas, os conteúdos finalmente se ajustariam às formas e a demonstração assumiria o controle. De certa forma, a filosofia (pelo menos do tipo platônico) era um espaço reservado para esse desenvolvimento futuro. Mas ainda assim, isso não é, definitivamente não, o que os matemáticos gregos desejavam fazer naquela época. Pelo contrário, eles se esforçaram consideravelmente para fazer exatamente o tipo de sequestro a que os filósofos se entregavam, impossível. Como Netz documenta uma e outra vez, os geômetras mantinham uma separação estrita entre matemática de primeira ordem (trabalho feito em formulários) e matemática de segunda ordem (a busca de conteúdo deixada inteiramente para forasteiros).

> O importante não é como o léxico de segunda ordem é diferente, mas que é diferente. Os dois estão separados. Na verdade, eles estão isolados um do outro, literalmente. Interlúdios de segunda ordem entre provas, para não mencionar dentro de provas, são notavelmente raros. Os dois são definidos como opostos. E é claro que é o discurso de primeira ordem que é marcado por isso, já que o discurso de segunda ordem é simplesmente a continuação da prosa grega normal (p. 120).

Aqui, novamente, o paralelo com o método de Shapin e Schaffer é impressionante: autonomia não é o ponto de partida para explicar como a dedução milagrosamente aparece como Atena da coxa de seu pai. O que tem de ser explicado surge pela introdução de um conjunto de técnicas novas e altamente especializadas. Assim como Boyle inventou um estilo chato de testemunho virtual que permitia uma relativa autonomização da prosa científica do resto da literatura, Netz mostra que, da mesma forma, os matemáticos gregos inventaram deliberadamente um estilo que lhes permitiu diferenciar-se de qualquer outro intelectual. prática — especialmente da filosofia. Não fazer nenhuma reflexão de segunda ordem sobre as provas é um aspecto central desse estilo, “selando-o” do restante da literatura:

> O diagrama com letras fornece um universo de discurso. Falando de seus diagramas, os matemáticos gregos não precisam falar sobre seus princípios ontológicos. Esta é uma característica da matemática grega. As provas foram feitas em nível de objeto, outras questões foram deixadas de lado. Um foi

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

> direto para os diagramas, fez o trabalho sujo e, quando perguntado qual era a ontologia por trás disso, resmungou algo sobre o tempo e voltou ao trabalho. (...) Há uma certa obstinação sobre a matemática grega, uma escolha deliberada de fazer matemática e nada mais. Que isso fosse possível é parcialmente explicável pelo papel do diagrama, que atuou, efetivamente, como substituto da ontologia (p. 57).

É por isso que Netz é tão importante por nos permitir finalmente estudar a abstração com métodos etnográficos. Muitas vezes ficamos paralisados pela ontologia da dedução (o best-seller do filme) e, portanto, raramente conseguimos focar no "universo do discurso" fornecido, neste caso, pelas técnicas scripto-visuais. Para entender a "forma da dedução" temos que reverter a substituição novamente, temos que substituir a ontologia pela prática. Então, e só então, aparecem características marcantes: a referência constante no texto aos diagramas e especialmente às letras neles[9], o vocabulário limitado ("Todo o corpus de Arquimedes é composto de 851 palavras". p. 107), o uso de fórmulas bem encapsuladas e constantemente repetidas. Aqui está como Netz resume como seu corpus consegue obter provas:

> – Cerca de 100-200 palavras usadas repetidamente, responsáveis por 95% ou mais do corpus (na maioria das vezes, o artigo, as preposições e as pseudopalavras 'cartas').
> – Um número semelhante de fórmulas –estrutura de palavras- dentro das quais um uma proporção ainda maior do texto é escrita (na maioria das vezes, fórmulas de objetos com letras). Essas fórmulas são extremamente repetitivas.
> –Tanto as palavras quanto as fórmulas são um sistema econômico (tendendo, especialmente com palavras, mas também com fórmulas, ao princípio de um item lexical por conceito).
> –As fórmulas são flexíveis, sem perder sua identidade clara. A flexibilidade geralmente toma a forma de elipses graduais, o que, por sua vez, torna a semântica do texto "anormal".
> – Além disso, cerca de metade do texto é composto por fórmulas fortemente marcadas semanticamente, o que serve ainda para marcar o texto como um todo.
> – A flexibilidade às vezes toma a forma de transformações de um fórmula em outra e, mais geralmente, as fórmulas são estruturalmente relacionadas (ou verticalmente – uma fórmula é constituinte de outra – ou horizontalmente – as duas fórmulas são cognatas).
> – Assim, uma teia de fórmulas é lançada sobre o corpus (pág. 161).

Claramente, não é nisso que os epistemólogos diriam que consiste o coração material da dedução. No entanto, é isso que se torna visível a partir da prática da dedução, uma vez que a ideologia do rigor foi posta de lado. Mais precisamente, em vez de "deduzir com rigor", vamos descobrindo, um a um, os vários ingredientes com que se faz o "rigor". Dedução, torna-se uma

[9] Esta é uma distinção semiótica chave "As letras nos diagramas são indicadores úteis. Eles não representam objetos, eles estão sobre eles" (p. 47).

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

atividade tão difícil quanto caminhar em uma margem traiçoeira, tentando não se desviar do pequeno caminho por onde nossos poucos predecessores passaram, para não ser engolido por rachaduras rápidas. O "problema com deduções" é uma leitura tão fascinante quanto o "problema com experimentos" nas mãos de Shapin e Schaffer. Se há uma coisa que você não pode fazer enquanto caminha por uma dedução, é olhar ao redor e admirar a paisagem e se gabar de ter encontrado um novo caminho para a verdade! A um passo de distância, e aqui vai você...

> Sugiro, portanto, que uma parte da resposta para "por que os gregos provas matemáticas do jeito que são?" é que as provas são compartimentadas de discussões mais amplas, de modo que sua estrutura é totalmente autônoma. Ao fazer matemática, não se faz mais nada. Em vez da estrutura multidimensional de interesses e implicações do discurso natural, a matemática grega abstrai as relações matemáticas. Isso talvez seja óbvio para uma ciência, mas a matemática grega não tinha ciência anterior para imitar a esse respeito (p. 214).

Sim, a ciência é autônoma, mas essa autonomia tem que ser alcançada. E alcançado a um grande custo. Exatamente o tipo de custo que a filosofia de Platão tentou evitar ao trazer a dedução (ou sua imitação) a todos os grandes problemas da época. O que fascina Netz, é como havia poucos matemáticos: ele chega a fazer sua prosopografia (em média, três nascem por ano em toda a bacia do Mediterrâneo –p.285!). A escassez deles é tão grande que nem mesmo Arquimedes consegue ter colegas…[10]

> Era um empreendimento perseguido por redes ad hoc de autodidatas – redes para as quais a forma escrita era essencial; constantemente surgindo e desaparecendo, quase nunca conseguindo qualquer apoio institucional. O motor não desliza para frente de maneira uniforme e suave: ele dá solavancos e solavancos, sempre dando partida e reiniciando. Nossas expectativas de uma "disciplina científica" devem ser esquecidas. Um 'jogo intelectual' será uma aproximação mais próxima (pp. 291-292).

Novamente, "a centralidade da matemática, não deve ser projetada para trás no tempo". Mas então há um problema, afinal, em insistir tanto na construção da autonomia: se esse novo estilo dedutivo é tão difícil de dominar, tão esotérico, se é um jogo perseguido por tão poucas pessoas, que se abstêm de qualquer comentários gerais, quaisquer alegações de segunda ordem, qualquer aplicação à prática (por medo de parecer muito banal), que se afastam dos assuntos públicos, o que é que fascinou os platônicos? filósofos tanto que viram em tal "jogo" a invenção

---

[10] "Arquimedes, no Método e em outros lugares, dá uma sensação de energia intelectual sem limites, clamando por alguma colaboração; o mundo não colaborou" (p. 286).

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

crucial que poderia ajudar a expulsar os sofistas da cidade? Pode não haver nenhum Milagre Grego, mas há um mistério de fato: como é que o candidato menos provável para o público – a formação da dedução – foi arrancado de seu uso apropriado e trazido para os assuntos públicos como *O Caminho para a Razão*? E pode-se acrescentar: o milagre é ainda maior, pois essa manobra deu certo até hoje: não há funcionário público que ouse esquecer o que Cálicles esqueceu: que a matemática é a chave do Bem Público e da Boa Vida. Esse best-seller ainda está à venda em qualquer banca de jornal.

Como todas as boas investigações em estudos científicos, Netz não toma o contexto como explicação para a ciência, mas, ao contrário, mostra como qualquer ciência específica elabora sua própria maneira altamente específica de se relacionar com um contexto. Mesmo assim, tenho que admitir, sua resposta é menos original sobre isso do que o resto do livro. O que ele faz é confirmar o conhecido argumento de Geoffrey Lloyd (1990; 2005): é justamente porque a vida pública na Grécia era tão invasiva, tão polêmica, tão inconclusiva, que a invenção, por "redes de autodidatas altamente especializadas", de outra forma de encerrar uma discussão interminável assumiu um aspecto tão tentador. "Esses homens, que vivem em total obscuridade, parecem ter encontrado um nova maneira de concluir um argumento! Que alívio! Podemos usá-lo também?" Em nenhum outro lugar, exceto na Grécia, isso teria sido visto como um novo recurso bem-vindo.

> (...) o desenvolvimento de argumentos rigorosos tanto em filosofia quanto em a matemática deve ser vista contra o pano de fundo da retórica, com suas próprias noções de prova. Foram as óbvias deficiências da retórica que levaram à aposta pela incontroversidade, por uma prova que vai além da mera persuasão. pág. 309 (…) Na cultura polêmica grega, essa característica da matemática adquiriu um significado que não possuía na China ou na Mesopotâmia[11]. Para os gregos, a matemática era radicalmente diferente a esse respeito de outras disciplinas e, portanto, os matemáticos seguiam seus estudos com certo grau de isolacionismo (p. 310).

Todos os grandes livros de estudos científicos pertencem à "epistemologia política", ou seja, eles não estendem a política à ciência, nem a ciência à política. Em vez disso, eles tentam entender de onde vem a diferença e como a distribuição de habilidades entre os diferentes domínios foi julgada. O livro de Netz consegue fazer exatamente isso para a mais resistente de todas as distinções, aquela entre ser convencido e ser persuadido, demonstração e retórica, *apo* e *epi-deixis*. Daí esta frase mais audaciosa: "Podemos agora dizer que a *apodeixis* matemática é, em parte, um desenvolvimento da *epideixis* retórica" (p. 293). Ele não diz que eles são

[11] Veja o contra-caso sobre a China em Chemla, et al 1999.

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

diferentes desde o início, ele aponta onde e por que eles começam a divergir. Com isso, os estudos de ciência devem poder avançar: mesmo este mais consagrado dos todas as distinções podem ser explicadas e trazidas de volta à sua origem material precisa.

Mas com uma condição. A condição mais radical e original deste livro mais radical e original é que se designe a própria "deixis", aquilo que é designado pelo dedo indicador... Isto é o que temos agora de compreender.

> Voltemos agora ao matemático grego: nós o vemos formulando para si mesmo - silenciosamente, em voz alta ou mesmo por escrito - frases gregas. Muito provavelmente, ele não escreve muito - afinal, não há nada escrito especificamente sobre seu uso da linguagem. Por quatro capítulos, procuramos o matemático grego. Agora finalmente o encontramos: pensando em voz alta, em algumas fórmulas compostas por um pequeno conjunto de palavras, olhando para um diagrama, rotulando-o. Esta é a realidade material da matemática grega. Passamos agora a ver como a dedução é moldada a partir de tal material (p. 167).

Como transferir necessidades por meio de transformações

O que realmente vemos quando confrontados com um fenômeno científico? Nós somos levou a uma cena mais ou menos como esta: —"Isto, aqui", diz um praticante designando a janela de algum instrumento com o dedo indicador. — "Não vejo nada" retruca um colega. — "Mas sim com certeza aqui, está vendo esse espinho?" — "Ah, sim, é isso que você quer dizer, isso é ótimo, agora eu vejo". Tantos estudos científicos têm conseguido recuperar esse tipo de visibilidade emergente, esses dêiticos e a importância crucial que eles têm na simplificação de percepções desde que acompanhados por um monitoramento intersubjetivo atento e concentrado (GARFINKEL, et al. 1981; GOODWIN, 1995; KNORR e AMANN, 1990; LYNCH, 1985). A forma de vida experimental está constantemente criando esse tipo de cenas na interface entre o que os instrumentos inscrevem, o que o grupo local de colegas consegue extrair das inscrições, o que é finalmente definido como o fenômeno estável que foi testemunhado coletivamente e progressivamente endurecido em um fato genuíno — ou rapidamente dissipado como um artefato. Grande parte da força de convicção proporcionada pelos sítios experimentais vem dessa possibilidade de dêiticos passo a passo examinando os mundos locais scripto-visuais[12], constantemente inspecionáveis e coletivamente responsáveis.

O que era verdade de observação e experimentação, era precisamente o que não era suposto ser verdade de dedução. Aqui, argumentou-se que não havia dêitico e que não deveria

[12] Essa colaboração entre o script e o visual é uma característica dos diagramas mesmo em suas instanciações mais recentes (BASTIDE, 1990; KAISER 2005; LYNCH, 1991), exceto quando não são sobre nada (LYNCH, 1990)!

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

haver nenhum[13]. O próprio pensamento assume e faz sua mente percorrer os passos lógicos sem a ajuda de qualquer corda, qualquer diagrama, qualquer inscrição – exceto, na escola, para fins puramente pedagógicos (LAKATOS 1976). É por isso que a matemática, continuou o argumento, é tão diferente do resto da ciência. Não se baseia na inspeção passo a passo de uma realidade material previamente transformada para extrair de seus instrumentos novas intuições sobre o mundo empírico. É por isso que apenas uma explicação formalista do formalismo é necessária: nenhuma ênfase nas técnicas intelectuais explicará como uma mente de repente consegue evitar a referência e se afasta da realidade cotidiana para acessar uma realidade superior – uma que nenhuma quantidade de conhecimento empírico manifestação pode alguma vez expressar. Como todo garoto francês aprendeu com Poincaré "la géométrie est l'art de raisonner juste sur une figure fausse" ("a geometria é a arte de raciocinar corretamente sobre figuras que são mal construídas" – tradução de Netz, p.33). Não importa quão pouco confiável seja a figura, o raciocínio flui corretamente e sem esforço dela, pois está em outro dimensão completamente.

Isso pode ser verdade, hoje, entre matemáticos bem treinados. Depois de anos de prática, eles podem não ver mais o que é necessário para pensar, não mais do que um acrobata se lembra do que levou para pegar um trapézio em pleno andamento quinze metros acima do solo. Mas certamente não era verdade na Grécia, lembra-nos Netz, quando cada aspecto desse novo "jogo intelectual" teve de ser inventado aos poucos. Na época, os diagramas eram essenciais para alcançar uma certeza coletivamente inspecionável passo a passo. Quando escreveu o livro em análise, a presença indispensável dos diagramas foi por ele deduzida da semiótica dos textos (eles faziam alusão a características que não faziam sentido a menos que uma figura agora ausente tivesse sido designada pelo dedo dos matemáticos neste exato momento na argumentação). E ele perseguiu isso contra muito da sabedoria comum dos especialistas da matemática grega. Mas então algo extraordinário aconteceu com Netz: ele teve a sorte de ser justificado mais tarde pela descoberta de diagramas reais de uma cópia muito antiga de Arquimedes (NETZ, 2006).

> Por que o diagrama é confiável? Primeiro, porque as referências a ele são referências a uma construção que, por definição, está sob nosso controle. Se alguém encontrasse um diagrama anônimo, seria impossível raciocinar sobre ele. O diagrama que se construiu, no entanto, também é conhecido por si mesmo porque é verbalizado. Observe a combinação: a presença visual permite uma visão sinótica, um fácil acesso ao conteúdo; a verbalização limita

[13] Peter Galison (2002) contou a história da forma específica de iconoclastia própria da tradição formalista.

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

> os conteúdos. O texto por si só é muito difícil de seguir[14]; o diagrama sozinho é selvagem e imprevisível. A unidade composta pelos dois é o assunto da matemática grega (p. 181).

Aqui vai outra divisão radical, aquela, desta vez, entre experimentação e dedução, o mundo empírico da física e o mundo "puramente lógico" da matemática. Para os matemáticos gregos, pelo menos, não era um mundo ideal, era de fato um experimento, altamente específico e totalmente surpreendente. O que acontece quando esta combinação única de um vocabulário limitado e a sintaxe estereotipada é obsessivamente aplicada às figuras, e apenas às figuras, não por causa da qualidade de seus desenhos, mas por causa de suas relações? Ou melhor, o contrário (veja como é fácil escorregar): o que chamamos de relações, e relações lógicas, são precisamente a descoberta feita pelos matemáticos gregos ao extrair esse tipo de fenômeno recém-visível do mundo empírico, à exclusão de todos os outros. O que agora consideramos uma "relação lógica" é o que você obtém quando refaz os passos dos geômetras gregos. A relação lógica também tem um acesso histórico a qualquer texto matemático com diagramas (EISENSTEIN, 1979).

> A dedução, na verdade, é mais do que apenas deduzir. Para fazer a dedução, um deve ser adepto de perceber fatos relevantes, não menos do que combinar fatos conhecidos. O olho para o obviamente verdadeiro não é menos importante do que o olho para o resultado óbvio e, como mostra o entrelaçamento de pontos de partida e afirmações argumentadas, os dois olhos agem juntos (p. 171).

A matemática é empírica por completo. Se foi estranho Boyle descrever o que aconteceu com pássaros e velas dentro da armadilha artificial de uma bomba de ar, pense em quão bizarros experimentos matemáticos podem ter sido. Pense em experimentos em que diagramas mal desenhados (mas cuidadosamente rotulados) foram submetidos a inspeção para extrair apenas um tipo de conexão, a das relações transitivas entre diferentes partes dos diagramas em diferentes momentos da prova escrita. Se você acha estranho que os micróbios de Pasteur, uma vez cultivados em um prato, pudessem se tornar visíveis e responsáveis, então você deveria

[14] Lembre-se que os gregos não separavam letras e tinham o sistema de notação mais complicado para cálculos. Por causa disso, os diagramas eram como oásis de clareza. Isso também está relacionado a uma razão técnica devido aos pergaminhos: os pergaminhos passaram a ser muito mais fáceis de ler para demonstrações do que os volumes, já que os diagramas estão no final poderia facilmente dobrar ou desdobrar os pergaminhos para ter sempre sinopticamente a conexão entre textos e visuais — algo muito difícil de se fazer com livros. Lembre-se também que antes da impressão ninguém tinha acesso a nenhum texto matemático com diagramas (EISENSTEIN, 1979).

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

achar o fato de que “relações lógicas” emergindo da placa de Petri dos “laboratórios planos” dos geômetras gregos não mais e não menos estranho[15].

Na verdade, Netz é um pouco mais prudente aqui do que eu sobre o impacto ontológico de tal descoberta (lembre-se que ele é um classicista sério, não um estudante de ciências febril (LATOUR, 2007)):

> Somos historiadores – não temos que responder a essas perguntas. Tudo o que temos a notar é que há uma decisão aqui, de focar nas relações na medida em que elas são transitivas. Se eles realmente existem independentemente da decisão é uma questão que cabe ao filósofo responder; o historiador registra a decisão[16]. Em algum momento, alguns gregos – impelidos pela aposta pela incontroversidade, descrita em Lloyd (1990) – decidiram focalizar as relações na medida em que são transitivas, para exigir que nas discussões das relações de áreas e afins, o faz-de-conta da transitividade ideal deve ser entretido. Aqui está finalmente o faz-de-conta, a abstração verdadeiramente exigida pela matemática grega. Se a esfera é feita de bronze ou não é apenas imaterial. O requisito importante – o ponto em que a matemática decola do mundo real – é que se a esfera é igual em volume a alguns outros objetos, digamos 2/3 do cilindro circunscrito, e este cilindro por sua vez é igual a algum outro objeto X, então a esfera será igual a X. Isso vale para 'igual' apenas em um sentido ideal, um sentido divorciado das aplicações e medições da vida real. E esta é a operação que, o faz de conta no coração da matemática grega (pp. 197-198).

Devemos ter cuidado neste momento. Basta um segundo de desatenção e corremos o risco de perder o ponto: o “ideal” não deve ser tratado “idealmente”, mas “materialmente”. Na verdade, “faz de conta” é um termo um tanto infeliz, uma possível reversão a um idioma (des)construtivista mais solto, mas a característica chave da descrição de Netz é indiscutível. A tecnologia intelectual de aderir às formas dessa maneira altamente específica permite que o “mundo ideal” emerja – ou melhor, permite que o mundo empírico seja deduzido como “ideal”. Do que é feito esse “ideal”? Como Poincaré diz, da tão tênue distância entre “raciocinar corretamente” e “uma figura mal desenhada”…

Poderíamos dizer que o ideal finalmente pousou em segurança! Uma façanha. Todos os outros — bem, quase todos — tomam o mundo ideal das relações lógicas como um outro mundo, simplesmente “descoberto” pelos gregos, e que sempre existiu em si mesmo sem

---

[15] Deve-se lembrar que a extração de uma constante por meio de transformações só é possível porque o minúsculo mundo artificial da prova foi incrivelmente reduzido: “Para resumir, então, nossa primeira descrição: o léxico matemático grego é minúsculo, fortemente enviesado em direção a objetos particulares (cujas propriedades e relações são apenas esquematicamente dadas) e é invariável, dentro da obra e entre autores” (p. 108).

[16] No entanto, todo o teor do livro de Netz claramente põe de lado, como muitos estudos científicos, a oposição tradicional entre construtivistas e idealistas: objetos matemáticos são reais porque são construídos. O mundo responde a essa prática com fecundidade por causa da artificialidade do laboratório plano. Esta é a solução de Netz para o quebra-cabeça kantiano do “julgamento sintético a priori”.

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

esforço. E, no entanto, toda a ideia de um mundo ideal de formalismo é tão irrealista como se você continuasse imaginando que todos os planos que cruzam os céus azuis de verão nunca pousam nem decolam e nunca são atendidos por qualquer equipe de terra da linha aérea. Aqui assistimos à própria colocação do próprio macadame da própria pista de ar de onde decola o "avião ideal" e ouvimos o rugido dos motores que o permitem voar! Tal é a determinação desse livro incrível. Mas qual é exatamente o fenômeno que tornou os matemáticos gregos tão entusiasmados e tão rapidamente produtivos, pelo menos no início? Podemos nomear mais precisamente a materialidade desse plano ideal?

> Meu argumento é simples. Algumas declarações e argumentos são vistos como diretamente necessários – eles são os blocos de construção, os 'átomos' da necessidade. Estes, então, combinam-se de maneira preservadora da necessidade para produzir a necessidade da matemática grega (p. 168).

Os matemáticos gregos inventaram um caminho completamente novo: a preservação das necessidades por meio de sucessivas transformações. De repente, eles perceberam que, extraindo apenas as relações que o texto poderia descrever, você poderia transferir a necessidade do início de uma prova para o seu fim. Desde que você indique cada transformação através dos diagramas com o ponto do dedo, e que você nunca deixe este procedimento passo a passo para o "conteúdo" ou para "o que realmente significa". Certamente, todo leitor, por pior que tenha sido ensinado, deve ter sentido a mesma estupefação ao fazer geometria na escola: junto, sim, este é o mesmo que este, e este de novo é o mesmo que este, sim – Ok, e, oh, surpresa, surpresa, isso também é verdade para este. Tudo mudou, nada mudou. Se os maus alunos do século 20 ficaram tão surpresos com esse feito de *salva veritate*, imagine como deveria ter sido descobrir esse caminho incrível no meio da ágora no século V a.C. De fato, o suficiente para entorpecer o pequeno escravo do Mênon. Mas por que isso é tão extraordinário? Por que focar em apenas um tipo de relação permite decolar da realidade? Por causa da cadeia. Inventa uma "corrente que nunca se rompe".

> A maioria das afirmações [em Euclides] é a de equivalências. Eu tenho já notei no capítulo anterior a enorme repetitividade da relação 'igualdade' na matemática grega. Agora vemos a lógica significado dessa centralidade. (…)
>
> Podemos dizer que a matemática grega é, em última análise, dedutiva, porque lida com relações transitivas. Esta resposta é parcialmente válida. O mundo empírico é recalcitrante, não cede à lógica, e isso porque se comporta por graus, por sombras finas, por múltiplas dimensões. Sombreando-se umas às outras, as cadeias de relações que operam no mundo real se desfazem após uma série de etapas; a quantidade de líquidos transferidos repetidas vezes de

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

> vaso para vaso, finalmente diminuirá; a preferência de A a B e de B a C nem sempre implica a de A a C. Os objetos matemáticos são diferentes (p. 197)[17].

Esse é o "ideal" – um copo de água que você pode esvaziar em outro copo sem parar, sem que nenhuma gota caia e que nenhum sol ardente evapore. No "mundo real" não há transformação que não adultere o que é transportado. No "mundo ideal", aquele que os matemáticos estão inventando, ou descobrindo, você pode ter quantas transformações desejar (Netz é muito cuidadoso em realmente contar os passos nas provas sempre obtidas localmente: nunca são mais de quarenta) e ainda assim você consegue conservar a constante. Em outras palavras, você é capaz de ter ao mesmo tempo mobilidade e, ao mesmo tempo, imutabilidade (LATOUR, 1990)[18]. sombra da espada do soldado romano que vai te matar!

Sim, mas todos nós já sabemos disso. Esta é a curiosidade ocidental sobre o diferença entre o real e o ideal. Não, porque o que Netz faz é mostrar a você que "ideal" é um efeito gerado por um trabalho experimental não ideal e totalmente prático na própria superfície do diagrama com letras. Não é que a matemática seja "abstrata" — a abstração não é feita de abstrações mais do que o queijo é feito de queijo. É que fazer abstração é o que a matemática aprendeu a extrair do mundo empírico. As cadeias nunca se romperão e a imutabilidade será obtida através de todas as transformações apenas com a condição de que o caminho seja estritamente limitado às formas.

Mesmo a generalização requer ferramentas práticas, um princípio essencial dos estudos científicos. Com certeza, mas que ninguém se atreveu a aplicar à "generalidade" de teoremas e provas que geralmente tomamos como garantidos. E, no entanto, a generalidade também deve ser alcançada passo a passo. Temos que voltar a um ponto anterior que Netz faz aqui, e que é totalmente contra-intuitivo para aqueles que consideram o mundo ideal da matemática como já totalmente feito:

> As proposições geométricas gregas não são sobre o espaço universal e infinito. Como se sabe, linhas e planos na matemática grega são sempre seções finitas da linha e do plano infinitos que projetamos. Eles são, é verdade,

---

[17] E novamente: "O crucial é que a matemática grega depende tanto de relações de equivalência, como identidade, igualdade, proporcionalidade. Essas fórmulas operam em um duplo papel: uma vez como substrato para manipulação, mais uma vez como licença para manipulação a:b::c:d é ao mesmo tempo um conjunto de objetos, no qual 'a:b', por exemplo, está pronto para substituição por outras proporções equivalentes, e é também uma afirmação sobre objetos, afirmando a substituibilidade de 'a:b' e 'c:d'. As relações de equivalência são tanto a matéria-prima quanto as máquinas na fábrica de provas gregas" (p. 196).

[18] "A matemática grega é a troca de propriedades entre objetos. Os argumentos geralmente partem da existência de um conjunto de propriedades, para concluir que outra propriedade também é válida. Teoremas em geral afirmam que quando uma certa propriedade é obtida, outra também ocorre. As definições são mais práticas onde fornecem o edifício blocos para tais estruturas" (pp. 92-93).

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

> indefinidamente extensíveis, mas são finitos. Cada proposição geométrica estabelece seu próprio universo - que é seu diagrama (p. 32).

Em outras palavras, as provas de Euclides não se desdobram em um espaço euclidiano — pelo menos, não ainda, não antes que séculos de trabalho tenham acabado por construí-lo. O grande paradoxo da demonstração cuidadosa de Netz do que é fazer demonstração, é que a extensibilidade da prova está diretamente correlacionada ao minúsculo mundo fechado no qual ela se baseia. É precisamente porque não é abrangente que pode se espalhar "por toda parte" — embora apenas "localmente"! Um ponto que não deve surpreender os de nós que estudamos redes, mas que ainda é maravilhosamente refrescante quando aplicado a teoremas...

A diferença é especialmente reveladora quando contrastada com o tipo de generalidade que a linguagem filosófica pretende alcançar (lembre-se que os diálogos de Platão tentam imitar a prática passo a passo dos matemáticos).

> Bem pode Sócrates argumentar que a arte da medicina não estuda seu próprio interesse, mas as necessidades do corpo (...). Sim, tendemos a responder, isso tem alguma verdade nisso. Mas quanto? Como geral? Quão bem a afirmação poderia ser repetida, com outras artes substituindo a medicina? Verificar alguns casos (como faz Sócrates) é útil, mas não resolve nosso problema. Simplesmente não podemos prever como os termos podem se estender, porque as fronteiras e os próprios constituintes do universo conceitual que habitam são vagamente marcados. A simplicidade do léxico matemático, por outro lado, torna-o inspecionável. Sabemos não apenas o que o texto afirma, mas quais são as opções disponíveis se tentarmos manipulá-lo, esticá-lo.
> Em suma, então, a simplificação do universo, tanto em termos de diagrama qualitativo e em termos de linguagem pequena e bem regulada, possibilita a inspeção de todo o universo. Assim, a generalidade é possível (p. 26).

Sócrates e os platônicos podem tentar exagerar as vantagens do recém-descoberto "jogo intelectual" — generalidade, necessidades, universalidades — mas nunca conseguirão esconder que, para obter todas essas guloseimas, você deve primeiro restringir incrivelmente o universo e se ater a ele. as formas dos diagramas com letras sem nunca pular para o conteúdo - exatamente o que eles desejam fazer. O "laboratório plano" produz resultados apenas nas condições em que permanece plana.

Conclusão: o ditado de Poincaré

Eu apenas dei uma olhada na superfície do livro de Netz. Quase todos os parágrafos oferecem um tesouro de métodos, bem como de resultados para estudos científicos. Se algum dia conseguirmos escrever uma história alternativa da Razão, a metalinguagem para redescrever esse tipo de prática científica certamente se assemelhará – em precisão, em tom, em humor também – muito ao que este livro alcançou no mais difícil de todos os temas: o que é deduzir rigorosamente uma consequência de uma premissa. Gostaria de terminar no seguinte ponto. Uma das grandes lições deste trabalho é que, embora passe tanto tempo nos diagramas, não se trata do visual em si, e certamente não se trata da dimensão imaginária da ciência. Pelo contrário, trata-se da literalidade obsessiva dos trabalhos diagramáticos, o foco principal dos matemáticos gregos, e precisamente o tipo de trabalho e foco que a "abstração" e o "formalismo" não deveriam precisar para alcançar resultados.

> Ao delegar algumas, mas não todas, ações à 'imaginação', os matemáticos implicam que, no curso normal das coisas, eles literalmente querem dizer o que dizem: o círculo da prova é desenhado, não imaginado para ser desenhado. Não adianta dizer que o círculo foi desenhado em algum espaço geométrico, pois nesse espaço geométrico pode-se desenhar com a mesma facilidade uma esfera. Assim, a ação da prova é literal, e o objeto da prova deve ser o próprio diagrama, pois é somente no diagrama que se pode dizer que os atos de construção literalmente ocorreram (p. 53).

Nos estudos de ciência há agora uma grande atenção (para evitar dizer uma moda) para a dimensão da imagem da ciência. Com certeza, é um bom contrapeso ter prestado tanta atenção apenas às "ideias". E, no entanto, a nova atenção às imagens pode não levar a lugar algum, porque, estritamente falando, não há imagem na ciência, mas apenas cascatas de transformações (PINCH, 1985) de uma inscrição para outra. Isolada, ou retirada de sua série de transformações, uma imagem científica não tem referente. O idealismo de uma ciência feita de ideias corre o risco de simplesmente ser substituído por um "imaginismo" de uma ciência feita de imagens. Em outras palavras, o fenômeno real sobre o qual se deve concentrar não são as ideias nem as imagens e o que elas podem se referir, mas é a troca entre o que se conserva e o que se descarta ao passar de um traço scripto-visual para outro na linha. Isso não é uma dimensão visual, mas, por outro lado, é exatamente o tipo de transferência de conservação de necessidade em que consiste a dedução[19]. Netz fornece as ferramentas para focalizar simultaneamente o material e as propriedades visuais dos diagramas sem ficar fascinado por suas imagens. A máxima de Poincaré, não diz que não precisamos de nenhum diagrama. O que realmente diz é que existe uma distância entre "pensar corretamente" e "desenhar mal". A posição de Poincaré, portanto, não é de iconoclastia, pois não prega a abstinência de todas as figurações. A questão é definir

[19] Também está no centro da atenção de Hutchins: "Dentro dessa unidade maior de análise, o que costumava parecer internalização agora aparece como uma propagação gradual de propriedades funcionais organizadas através de um conjunto de meios maleáveis" (1995, p.312) e mais genericamente do que chamei, por isso, de "móveis imutáveis".

REMATEC, Belém (PA), v. 17, n. 41, p. 119-140, Maio-Ago., e-ISSN: 2675-1909, 2022
DOI: 10.37084/REMATEC.1980-3141.2022.n41.p119-140.id440

essa distância entre o pensamento e o desenho (esse aspecto de “faz de conta” em que Netz viu a maneira adequada de deduzir o “plano ideal”) com alguma precisão.

> É só porque há um faz de conta inerente no diagrama que o faz de conta da transitividade é naturalmente entretido. ‘Isso é igual a isso, e isso a isso, então isso a isso’ – ‘Ah, é mesmo? Você as mediu?” – “Vamos, não seja tolo. Não há nada para medir aqui – é apenas um diagrama.” “Nada para medir aqui”: eu inventei esta réplica. Mas está lá no original – no comportamento do diagrama. É justamente esse aspecto métrico, essas relações de medida, que o diagrama não se propõe a representar. Diagramas e fórmulas são, portanto, funcionalmente relacionados em um único estrutura (p. 198).

Se, como argumentei, há uma “guerra às imagens” tanto na ciência quanto na religião (LATOUR, 2002), a tentativa de Netz pode ser um dos poucos trabalhos a percorrer seu caminho, para usar a análise de Galison (2002), entre iconoclastia e idolatria: “Se ao menos não tivéssemos imagem; não podemos prescindir de imagens”. Pela primeira vez, então, temos um estudo verdadeiramente iconofílico do formalismo.

BIBLIOGRAFIA

Bastide, Françoise. (1990) 'The Iconography of Scientific Texts: Principle of Analysis', in M. Lynch and S. Woolgar (eds), Representation in Scientific Practice, (Cambridge, Mass: MIT Press): 187-230.

Cassin, Barbara (1995) L'effet sophistique. (Paris: Gallimard). Chemla, Karine, Donald Harper and Marc Kalinowski (1999) Divination et rationalité en Chine ancienne. (Paris: PUF).

Dear, Peter (1995) Discipline and Experience: The Mathematical Way in the Scientific Revolution. (Chicago: University of Chicago Press).

Eisenstein, Elizabeth (1979) The Printing Press as an Agent of Change. (Cambridge: Cambridge University Press).

Galison, Peter (1997) Image and Logic. A Material Culture of Microphysics. (Chicago: The University of Chicago Press).

Galison, Peter. (2002) 'Images Scatter into Data. Data Gather into Images', in B. Latour and P. Weibel (eds), Iconoclash, (Cambridge: MIT Press): 300-323.

Garfinkel, Harold, Michael Lynch and Eric Livingston (1981) 'The Work of a Discovering Science Construed with Materials from the Optically Discovered Pulsar', Philosophy of Social Sciences:131-158.

Goodwin, Charles (1995) 'Seeing in Depth', Social Studies of Science 25:237-284.

Goody, Jack (1977) The Domestication of the Savage Mind. (Cambridge University Press: Cambridge).

Hutchins, Edwin (1995) Cognition in the Wild. (Cambridge, Mass: MIT Press).

Kaiser, David (2005) Drawing Theories Apart : The Dispersion of Feynman Diagrams in Postwar Physics. (Chicago: The University of Chicago Pres).

Knorr-Cetina, Karin and Klaus Amann (1990) 'Image dissection in natural scientific inquiry', Science, Technology, & Human Values 15: 259-283.

Lakatos, Imre (1976) Proofs and Refutations. (Cambridge: Cmabridge U.P.).

Latour, Bruno. (1990) 'Drawing Things Together', in M. Lynch and S. Woolgar (eds), Representation in Scientific Practice, (Cambridge, Mass: MIT Press): 19-68.

Latour, Bruno. (1999) Pandora's Hope. Essays on the reality of science studies. (Cambridge, Mass: Harvard University Press).

Latour, Bruno. (2007). ‘A Textbook Case Revisited. Knowledge as Mode of Existence’ in E. Hackett, O. Amsterdamska, M. Lynch and J. Wacjman (eds) The Handbook of Science and Technology Studies -Third Edition. (Cambridge, Mass, MIT Press: 83- 112).

Latour, Bruno; and Peter Weibel (eds) (2002) Iconoclash. Beyond the Image Wars in Science, Religion and Art (Cambridge, Mass: MIT Press).

Livingston, Eric (1985) The Ethnomethodological Foundations of Mathematical Practice. (London: Routledge).

Lloyd, Geoffrey (1990) Demystifying Mentalities. (Cambridge: Cambridge University Press).

Lloyd, GER (2005) The Delusions of Invulnerability. Wisdom and Morality in Ancient Greece, China and Today. (London: Duckworth).

Lynch, Michael (1985) Art and Artifact in Laboratory Science A Study of Shop Work and Shop Talk in a Research Laboratory. (London: Routledge).

Lynch, Michael (1990) 'Pictures Of Nothing? Visual Construals In Social Theory', Sociological Theory 9:1-22.

Lynch, Michael (1991) 'Science in the Age of Mechanical Reproduction: Moral and Epistemic Relations between Diagrams and Photographs', Biology and Philosophy 6:205-226.

MacKenzie, Donald (2001) Mechanizing Proof: Computing, Risk, and Trust (Inside Technology). (Cambridge, Mass: MIT Press).

Netz, Reviel (2003) The Shaping of Deduction in Greek Mathematics : A Study in Cognitive History. (Cambridge: Cambridge University Press).

Netz, Reviel (2004) Barbed Wire: An Ecology of Modernity. (??: Wesleyan University Press).

Netz, Reviel (2006) Pinch, Trevor (1985) 'Observer la nature ou observer les instruments', Culture technique:88-107.

Rotman, Brian (1987) Signifying Nothing. The Semiotics of Zero. (London: Macmillan).

Rotman, Brian (1993) Ad Infinitum. The Ghost in Turing Machine. Taking God out of Mathematics and Putting the Body Back In. (Stanford: Stanford Unversity Press).

Rosental, Claude (2003) La Trame de l'évidence. (Paris: P.U.F.).

Warwick, Andrew (2003) Masters of Theory: Cambridge and the Rise of Mathematical Physics. (Chicago: The University of Chicago Press).