

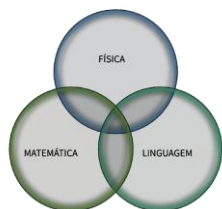
Existencialismo Metafísico

Ontologia e Epistemologia da Matemática.

A ciência e alguns matemáticos gostam de afirmar que matemática é abstrata, pois ela é intangível. Ainda assim, ela tem aplicabilidade no mundo físico, pois resolve os problemas da física e todas as ciências em menor grau. Entretanto, ela ainda não resolve seus problemas de fundamentos, inclusive esta aplicabilidade no mundo físico. Questões filosóficas de seu fundamento vêm desde a Grécia antiga, até hoje as respostas apresentadas pelas escolas de filosofia matemática não têm consenso. Não se trata de problemas de conteúdo da matemática, mas problemas de filosofia da matemática.

As ciências têm objetos de estudo. A medicina estuda o corpo humano (objeto de estudo da medicina); a biologia estuda a vida (objeto de estudo); a física estuda a matéria-tempo-espaço. Quando perguntamos o que estuda a matemática, imediatamente pensamos em números e formas geométricas. Porém, esta definição de objetos leva estudiosos a outros questionamentos. O que são números? O que é um triângulo? Eles são objetos matemáticos ou são invenções? São criações humanas ou existem independente de nós? Se existem independente de nós, onde eles estão? Se existem, eles preexistem como acredita Platão?

Estas questões filosóficas se sobrepõem ao conteúdo matemático. Elas são questões de ontologia (tais entes matemáticos existem?), epistemologia (como acessamos tal conhecimento? racionalismo ou experimentalismo? Tal conhecimento vem a priori ou a posteriori?). Como explicar a aplicabilidade da matemática (algo abstrato) na física, algo concreto? Tais problemas filosóficos permanecem polêmicos. Eles não existem nas ciências que geralmente têm definidos seus objetos de estudos. Apesar de sua precisão, a matemática tem problemas filosóficos e isto não permite a matemática sequer ter uma definição. Apesar de trabalhar com definições, axiomas, postulados, premissas, a matemática tem problemas em seus fundamentos e um deles é a sua própria definição.

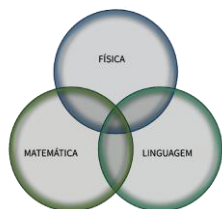


Existencialismo Metafísico

Sem uma base filosófica, matemáticos gostam de ver a matemática como ciência dos padrões. Esta definição tem complicações no todo. A ciência, em sentido restrito, baseia-se na observação e no uso dos sentidos. Ela é empirista, enquanto a matemática é racionalista, baseia-se na razão. Em sentido amplo, ciência com o significado de conhecimento está no mesmo balaio das religiões, artes e filosofias que também são searas do conhecimento. Em relação ao complemento nominal “padrões”, a definição generaliza muito, pois até os animais trabalham com padrões e a lógica se-então-senão. Se é comida, então comer, senão procurar. Se é sexo oposto, então acasalar. Predadores observam padrões da presa, como beber água na beira do rio e ficam à espreita. Estes fenômenos do reino animal são padrões de vida.

Filosoficamente, há uma tendência de filósofos matemáticos dizerem que a matemática é um sistema formal, ora enfatizando a linguagem, ora enfatizando a lógica. A matemática atual, próxima da lógica, é considerada como pressupostos formais com consequências lógicas. A lógica diz respeito ao pensamento axiomático-dedutivo, enquanto a linguagem diz respeito a um sistema de símbolos, suas interações e regras. Em verdade, toda e qualquer linguagem é um sistema formal ou um encadeamento de sistemas menores à sistemas maiores. Todo sistema tem entrada, processamento, saída e também memória e feedback. Os objetos do sistema passam pela entrada, sofrem processamento lógico e a saída é um resultado (matemática), uma semântica (linguística), uma ação (em computação).

Neste sentido, uma palavra é um sistema composta de símbolos (objetos) e regras. As interações lógicas (regras) de palavras (agora objetos do sistema) promovem um sistema maior, as frases, que por sua vez são objetos em interações lógicas de outro sistema maior, textos. A linguagem é um sistema maior para representar todo e qualquer sistema físico-biológico, incluindo a matemática que também é outro sistema ou encadeamento de sistemas. Estes 2 sistemas têm em comum objetos próprios e metafísicos em interações lógicas, desestimados por filosofias que negam a existência de tais objetos, o conteúdo da matemática. A crítica é forte contra a ideia da matemática ser apenas linguagem ou lógica, sem a presença do conteúdo, os objetos matemáticos. A ontologia da matemática tentou resolver tal situação, porém teve muitas complicações.

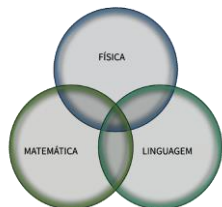


Existencialismo Metafísico

Ontologia é uma questão filosófica que trata da natureza e existência dos entes. Costuma-se dizer que ontologia trata do “ser, enquanto ser”. Palavra formada pelos radicais gregos “ontos” com significado de ente e “logia” com o significado de saber, estuda a lógica da existência de algo. Os dois radicais em conjunto significam algo como estudo da existência do ser. Ontologia dos objetos matemáticos, linguísticos e ontologia humana trabalham similarmente com a questão existencial. Ontologia da matemática trata da existência de objetos matemáticos, enquanto a ontologia linguística estuda seus próprios objetos. Menos polêmico, mas igualmente problemático, abordaremos também a ontologia dos objetos da física, matéria-tempo-espaço, a mais elementar ciência.

O problema ontológico da matemática é existencial e vai da existência física (pitagóricos e Tegmark), passa metafísica (Platão) numa gradação até a defesa da inexistência dos entes matemáticos. Para Platão e os pitagóricos, os objetos matemáticos eram entidades em si mesmo e existiam independente do sujeito pensador e dos objetos reais. Para Aristóteles, os objetos existem independentes do sujeito, mas não dos objetos reais. Estes pensamentos defensores da existência dos objetos matemáticos são chamados de realismo. Os defensores da inexistência dos objetos matemáticos são, geralmente, chamados de nominalistas, mais associados a lógica e a linguagem do que o conteúdo.

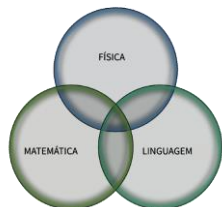
A polêmica ontológica começa com Platão e Aristóteles. Platão asseverava a pré-existência dos objetos matemáticos em um mundo das ideias. Tais objetos não eram criados e existiam antes da humanidade os conhecê-los. Para os platonistas, as entidades matemáticas existem no mundo ideal (num mundo metafísico), fora do tempo-espaço. Ari, discípulo de Platão, defendia também a existência dos objetos matemáticos, mas tais objetos eram posteriores a humanidade e dependiam dos sentidos e dos objetos reais. Ari defendia que os objetos matemáticos eram inventados a partir dos objetos físicos abstraindo deles certas propriedades, enquanto as quantidades permaneciam. Estas duas filosofias são paradigmáticas e atravessaram a história da humanidade. Uma advoga a ideia de um mundo metafísico como realidade fundamental e o outro defende o mundo físico como realidade fundamental.



Existencialismo Metafísico

Estas ideias já eram debatidas antes pelos pitagóricos. A tradição pitagórica concebe que os números naturais são entidades reais, que existem na natureza (fora de mentes pensantes), assim como outros objetos matemáticos geométricos, como o triângulo. Semelhante visão é defendida de forma radical por Max Tegmark, ao afirmar que “nosso mundo físico é uma estrutura matemática abstrata”. Tegmark é físico e professor do MIT. A existência de números e objetos geométricos para os pitagóricos e para Max Tegmark são entidades reais, o mundo físico seria uma estrutura matemática “abstrata”. Estas filosofias acreditam na existência dos objetos matemáticos, sendo que a pitagórica advoga a existência física, a platônica defende a existência fora da mente do sujeito e dos objetos físicos, enquanto a aristotélica a existência depende dos objetos reais. Tais doutrinas filosóficas realistas apadrinham a realidade dos objetos matemáticos. Estas estruturas matemáticas inteligentes existem no próprio mundo físico (pitagorismo) ou que subsistiriam numa dimensão transcendente para além do tempo e do espaço (platonismo). Pitagóricos e platonistas não admitem a invenção de objetos matemáticos, pois eles existem independente do sujeito. Uma defesa mais recente da existência dos objetos matemáticos é o chamado “argumento da indispensabilidade”, cunhado por Quine, filósofo americano, que apontava a presença de objetos como números e funções presentes em toda ciência.

Estas divergências filosóficas sutis são antigas. A existência dos objetos matemáticos permaneceu até a crise da geometria euclidiana, quando surgiram correntes filosóficas negacionistas como o logicismo, formalismo e construtivismo que desprezavam os objetos matemáticos. A lógica, já Grécia antiga, minimizava a importância das entidades matemáticas em troca de uma concepção formal da matemática. Aristóteles defendia que os objetos matemáticos eram uma abstração e inovou com o silogismo, um método dedutivo que leva as premissas a inferir uma conclusão verdadeira. Euclides, na mesma vibe, adota o método axiomático-dedutivo e este método triunfou absoluto até a crise dos axiomas auto evidentes da geometria euclidiana no século XIX. Tal crise gerou várias geometrias, álgebras e aritméticas com o mesmo método axiomático-dedutivo, só que com liberdade nos axiomas.



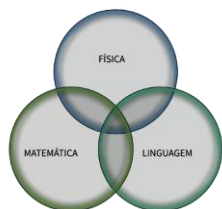
Existencialismo Metafísico

Após a crise, matemáticos como Frege e Russel tentaram enquadrar a matemática como lógica com base na teoria dos conjuntos. Mas o paradoxo do conjunto de todos os conjuntos enfraqueceu tal teoria. Matemáticos como Hilbert tentaram enquadrar a matemática em um sistema formal, mas Godel criticou tal sistema com seu teorema da incompletude, afirmando que um sistema não poderia ser completo e coerente ao mesmo tempo. Depois que a lógica diluiu a importância dos objetos matemáticos, foi a vez do formalismo linguístico menosprezar objetos matemáticos.

Esta indefinição dos matemáticos promoveu inúmeras teorias das mais diversas áreas do pensamento para negar a existência dos objetos matemáticos com a ajuda de um fisicalismo e psicologismo excessivo. Neurocientistas colocaram eletrodos na cabeça das pessoas, não viram objetos matemáticos, mas apenas sinais elétricos. Então, para neurocientistas, biólogos, médicos não existem objetos matemáticos. Noutro giro, estudiosos, com base em psicologismo excessivo, baseiam a matemática na intuição e querem colocar toda a matemática debaixo dos braços da psicologia. Nesta toada, outros dizem que a matemática é uma ficção, outros que é uma construção mental, outros que é uma linguagem. Vamos explorar algumas correntes negacionistas.

Neurocientistas estudam o cérebro mapeando atividades elétricas nele, através de sofisticados aparelhos de eletroencefalograma, ressonância magnética, tomografia computadorizada. Com base na sintonia destes sinais elétricos, eles associam a matemática à linguagem. Com base na linguística, asseveram que qualquer enunciado, falado ou escrito, científico ou não, é manifestado em linguagem, ou seja, símbolos e códigos, compostos de letras, números e sinais diversos. Os enunciados matemáticos são como linguagem, composto de vocabulário e regras que levam ao fim a semântica. Matemática seria uma espécie de gramática.

As correntes filosóficas com base na linguística são chamadas de nominalistas e fazem os objetos matemáticos sumirem. Nominalismo nega a existência de entes matemáticos que seriam apenas nomes (Nominalismo) ou ideias de nossa mente (conceitualismo, construtivismo). Os realistas defendem a existência de números e conjuntos que existem sem a intervenção humana. Os nominalistas advogam que os números e conjuntos são construções mentais e não existem no mundo natural.



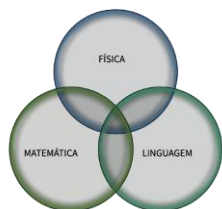
Existencialismo Metafísico

Convencionalismo é uma outra corrente filosófica que tem base na linguagem. Os conceitos elaborados pela linguagem não são verdades absolutas, mas apenas convenções arbitrárias e compartilhadas. A matemática não é verdadeira ou falsa, mas um pacto social com base na linguagem para determinadas situações. O matemático Poincaré era um convencionalista. Formalismo e convencionalismo se confundem, mas para o convencionalista a matemática cria linguagens, enquanto os formalistas a matemática é apenas o estudo simbólico e formal.

Na mesma vibe, o construtivismo não aceita a existência de objetos matemáticos. Estes são ideias e estas são construídas. Esta corrente da matemática ser uma construção entusiasmou o intuicionismo. Para estes, a matemática é uma construção mental do matemático que trabalha com a intuição. O construtivismo recebeu críticas baseadas na teoria dos conjuntos que dá a ideia do infinito. O infinito não tem como ser construído. Construtivistas até tentaram trabalhar com uma matemática finita, negando a existência do infinito. Mas o cálculo é uma disciplina do infinito e várias searas das engenharias aplicam esta matemática do infinito no mundo material. Com o descrédito da construção mental vem o descrédito do intuicionismo.

O realismo em ontologia é uma doutrina antagônica ao idealismo e ao nominalismo. O nominalismo é negacionista, menospreza a existência dos objetos matemáticos. Mas da mesma forma que podemos questionar a existência de objetos matemáticos, podemos questionar a existência de objetos linguísticos. Sujeito e predicado, verbo e substantivo, palavras e frases não seriam objetos linguísticos? Eles não existem?

Nossa filosofia, ao longo deste livro, defende que a matemática, seus objetos e também a linguagem e seus objetos têm natureza metafísica. São algo além da trilogia física, matéria-tempo-espço. Nossa filosofia da matemática importa com o problema ontológico. A existência real dos números 0 e 1, da operação de adição, da igualdade em uma equação não tem relevância para a matemática, mas sim para a ontologia. Ontologia aritmética trata da existência de números. O número 2, metafisicamente ou matematicamente, é universal, um tipo geral. Especificamente e fisicamente pode ser 2 objetos quaisquer, seja maçãs, árvores, pedras, mas que vai individualizar um conjunto, criar um ente, uma identidade com 2 unidades. 2 maçãs é um conjunto individualizado.



Existencialismo Metafísico

As entidades matemáticas são universais que identificam particularidades físicas. Números são representações, oriundos da criação humana, de entidades universais, reflexo da existência natural.

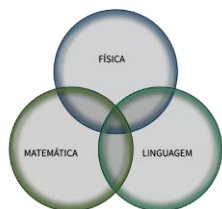
Nós iremos advogar o direito de existir dos objetos matemáticos e linguísticos como objetos metafísicos dentro de sistemas racionais, mas que podem ser pareados com os objetos empíricos, dentro de sistemas físicos para representá-los.

Além desta questão ontológica, a filosofia sofre com a questão epistemológica. Como podemos acessar o conhecimento matemático?

A junção dos radicais “episteme” e “logia”, com significados de ciência e estudo respectivamente, trata do estudo da natureza, origem e limite do conhecimento de forma geral. Epistemologia da matemática reflete sobre a natureza, origem e limite da matemática de forma específica. Os principais debates são sobre a origem do conhecimento matemático: se este é “a priori” ou “a posteriori”; anterior ou posterior ao homem respectivamente. A expressão “a priori” significa algo como “anterior à experiência” ou “independente da experiência”. A epistemologia estuda refletidamente os princípios e os resultados das ciências em geral, com observância de seus fundamentos lógicos e sua objetividade.

Uma proposição “a priori” baseia-se na razão. Uma proposição a posteriori ou empírica é conhecida através dos sentidos, após a observação dos objetos físicos. Estas ideias deram origem a duas correntes filosóficas: empirismo e racionalismo. Empirismo tem vertente aristotélica e científica. Prega os sentidos para se fazer observação da realidade. A verdade se chega através da observação e do método científico. O conhecimento é atingido depois da observação. O racionalismo tem vertente platônica e filosófica. Prega que a verdade e conhecimento são atingidos pela razão e não pela observação. Tal conhecimento e verdade já existem no mundo das ideias e é conhecido pelo homem depois da sua existência.

Então, como o homem acessa tal conhecimento? Como podemos conhecer tais objetos? Tais problemas epistemológicos, ontológicos e de aplicabilidade levou a oposição de muitos pensadores. Alguns rejeitam a ontologia platônica, pois seria uma espécie de teologia, um misticismo sem explicação plausível desta ontologia que deixa um mistério



Existencialismo Metafísico

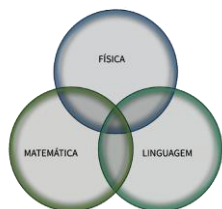
epistêmico profundo. Se os objetos matemáticos são parte de um mundo matemático sem tempo-espço, como é possível aos seres humanos obterem e acessarem este conhecimento? O problema é explicar a existência esotérica deste mundo distante. Onde estariam estes objetos matemáticos? Como podemos acessá-los?

Para Ari, a questão epistemológica é simples já que os objetos matemáticos são deste mundo e estão colados nos objetos físicos. Para Platão, a questão epistemológica tem complicações. Como acessar este mundo distante dos objetos matemáticos? Ele tenta salvar sua ideia com base na teoria das reminiscências. Para Platão, nós nascemos com ideias inatas, adquirida no mundo das ideias. Deve ter uma certa verdade aí, mas seria esta ideia uma crença? Para Ari, o problema existencial dos objetos matemáticos é de fácil solução no fisicalismo. O problema dos platonistas é que Platão colocou os objetos matemáticos num mundo distante e incerto, necessitando de um esoterismo na crença da existência deles. Para o fisicalismo e o psicologismo excessivo, a questão existencial é só negar a existência e para eles não têm problema.

Para nós, para se ter acesso a algo sem tempo-espço é necessário algo igualmente sem tempo-espço, a mente. A matemática é metafísica, está na natureza e assim está no homem. Para nós, não faz sentido que a natureza é “natural”, com o perdão da redundância, e o que o homem faz é “artificial”. Para nós, não há esta diferença entre o homem e a natureza. Assim, a natureza é matemática e o homem (e todas as vidas) é também matemático, reflexo de natureza. Similarmente a matemática, a linguagem é também uma inteligência sem tempo-espço, pois usamos verbos no futuro e no passado para avançar ou retroagir no tempo. Também, podemos usar a linguagem para nos referir a qualquer lugar físico, como Marte, ou metafísico, como um filme de ficção, apenas com a mente e sem sair do lugar. Ao longo de nosso estudo, defenderemos que o mundo da math não está tão longe como acredita Platão. Tal mundo está em nós, igualmente metafísico.

A questão da aplicabilidade. Como pode algo abstrato, como a matemática, funcionar tão bem no mundo físico?

Não foi por meio de um telescópio que o planeta Netuno foi descoberto, mas sim pela matemática do século XIX. Nesta época, as leis de Newton previam a órbita dos



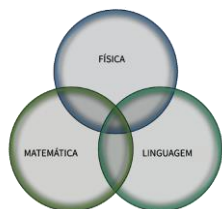
Existencialismo Metafísico

planetas do sistema solar. Até então, Urano era o último planeta do sistema, mas que estava desviando de sua trajetória. Isto levantou especulações sobre a validade da gravidade. Matemáticos, porém, debruçaram sobre seus cálculos e afirmaram que a trajetória de Urano estava sofrendo interferência gravitacional de outro planeta. Depois desta afirmação, astrônomos confirmaram a existência de outro planeta no sistema solar, Netuno, até então desconhecido. Foi a matemática que demonstrou a existência de Netuno.

Do macro para o micro. O universo atômico é um mundo de difícil observação direta. Entretanto, a existência de uma micro partícula, o Bóson de Higgs, foi prevista por meio de cálculos matemáticos pelo físico Higgs. Posteriormente, a existência de tal partícula foi comprovada com uma experiência em um acelerador de partículas. O Grande Colisor de Hádrons é uma máquina quilométrica na Suíça e França para estudar as interações de partículas subatômicas, descrevê-las e observar as forças envolvidas. Interessante é que algo tão pequeno com a chamada partícula de Deus, invisível até mesmo a microscópios potentes, precisar de uma máquina de quase 30 km, para afirmar sua existência. Higgs precisou apenas de uma caneta e sua mente para tal façanha.

Estes episódios são argumentos para afirmar que a matemática é descoberta, ela está na natureza e inferir a existência de uma inteligência natural. Mas a matemática financeira seria argumento para afirmar que a matemática é inventada, criada pelo homem. Um argumento contra esta ideia, seria o número de Euler aplicado em juros compostos, mas também aplicado em diversas situações na natureza de crescimento e decaimento na natureza, como o crescimento de bactérias e o decaimento de material radioativo. Reafirmamos que o homem é matemático, reflexo da natureza matemática. A matemática sempre começa com liberdade de criação, em oposição aos axiomas auto evidentes euclidianos.

Nesta toada, números imaginários foram criados para solucionar equações que não têm soluções em números reais. Eles deram origem aos números complexos que são extraordinariamente funcionais para entender a natureza que envolve o mundo físico de rotações ou ondas. As engenharias os usam em radares, imagens médicas e podem ser



Existencialismo Metafísico

aplicados para entender o comportamento de partículas subatômicas. Mesma a matemática “inventada” acaba sendo útil no mundo físico. Isto parece obscuro para os físicos. Eugene Wigner, físico húngaro do século XX, pensando em números complexos, afirmou de forma nonsense “a eficiência irracional da matemática nas ciências naturais”.

De onde vem a matemática? Descoberta ou inventada? Para nós, a matemática tem natureza metafísica, é um sistema metafísico e está na natureza, no homem e está em um pássaro que conta seus filhotes para saber se falta algum.