UNICAMP

RODRIGO AUGUSTO ROSA

TESE DE DOUTORADO

A *SYNTHESIS SPECIOSA* COMO UMA ABORDAGEM MODELO-TEORÉTICA DAS CIÊNCIAS EXATAS EM KANT

CAMPINAS

2015

RODRIGO AUGUSTO ROSA

A *SYNTHESIS SPECIOSA* COMO UMA ABORDAGEM MODELO-TEORÉTICA DAS CIÊNCIAS EXATAS EM KANT

ORIENTADOR: PROF. DR. ZELJKO LOPARIC

Tese de doutorado apresentada ao Departamento de Filosofia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Doutor em Filosofia.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO RODRIGO AUGUSTO ROSA, E ORIENTADA PELO PROF. DR. ZELJKO LOPARIC
CPG, 07/ 07 /2015

CAMPINAS/2015

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas Biblioteca do
Instituto de Filosofia e Ciências Humanas Cecília Maria
Jorge Nicolau - CRB 8/3387

R71s Rosa, Rodrigo Augusto, 1986-
A synthesis speciosa como uma abordagem modelo-teorética das ciências exatas em Kant / Rodrigo Augusto Rosa. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Zeljko Loparic.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.

1. Kant, Immanuel, 1724-1804. 2. Ciências exatas. 3. Metateoria. I. Loparic, Zeljko,1939-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: The synthesis speciosa as a model-theoretic approach of the exact sciences in Kant
Palavras-chave em inglês:
Exact sciences
Metatheory
Área de concentração: Filosofia
Titulação: Doutor em Filosofia
Banca examinadora:
Zeljko Loparic [Orientador]
Daniel Omar Perez
Andrea Luisa Bucchile Faggion
Orlando Bruno Linhares
Julio Cesar Ramos Esteves
Data de defesa: 07-07-2015
Programa de Pós-Graduação: Filosofia

UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 07 de julho de 2015, considerou o candidato RODRIGO AUGUSTO ROSA aprovado.

Este exemplar corresponde à redação final da Tese defendida e aprovada pela Comissão Julgadora.

Prof. Dr. Zeljko Loparic

Prof. Dr. Daniel Omar Perez

Prof. Dr. Julio Cesar Ramos esteves

Prof. Dr. Orlando Bruno Linhares

Profa. Dra. Andréa Luisa Bucchile Faggion

RESUMO

O objetivo deste trabalho é propor que Kant emprega noções modelos-teoréticas a fim de fundamentar o discurso formal das ciências exatas do seu tempo. No que se refere à geometria, a nossa tese se opõe a interpretação tradicional da fundamentação da geometria em Kant. Esta interpretação segue a concepção aristotélica de fundamentação metafísica das ciências demonstrativas, onde se justifica os axiomas ao estabelecer o domínio real de objetos a que se referem às proposições do sistema axiomático. Defendemos que o giro copernicano, em relação à fundamentação das ciências, significa que Kant quer estabelecer a possibilidade das ciências exatas a partir das propriedades do discurso, os juízos sintéticos *a priori*. Nesse sentido, Kant não pretende explicar a natureza dos objetos geométricos ou dos objetos físicos, mas pretende explicitar que propriedades o sistema de juízos sintéticos *a priori* da geometria possui que o torna objetivamente válido. Assim, argumentamos que a justificação de Kant das ciências exatas não está relacionada ao problema da epistemologia moderna, a saber, explicar como ocorre o acordo entre as ciências matemáticas e a natureza. Contudo, no último capítulo deste trabalho, propomos que Kant aborda este problema – o acordo entre ciências matemáticas e a natureza - de um ponto de vista antropológico em *Opus postumum*.

Abstract

The aim of this work is to propose that Kant employs model-theoretic notions in order to found the possibility of formal discourse of exact sciences. As regards the geometry, we oppose the traditional interpretation of the foundations of geometry in Kant. This conception follows the metaphysical foundations of the demonstrative sciences of Aristotle, where the axioms of sciences are seen as establishing the real domain of objects referred to by propositions of an axiomatic system. Kant's Copernican turn, in relation to the foundations of sciences, intends to establish the possibility of exact sciences from the properties of discourse, that is, synthetic *a priori* judgments. Kant does not intend to explain the nature of geometrical objects or physical objects, but wants to expose the properties that make the system of the synthetic a priori judgments of exact science objectively valid. Thereby, we argue that Kant's justification of exact science is not related to the problem of modern epistemology, namely, to explain that an agreement between mathematical sciences and nature is possible. Nevertheless, in the last chapter of this work, we argue that he addresses this problem—agreement between mathematical science and nature—from an anthropological perspective in *Opus Postumum*.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao Professor Dr. Zeljko Loparic pelas orientações fundamentais não apenas para o desenvolvimento desta tese, mas principalmente para a minha compreensão da filosofia.

Agradeço à Professora Dr. Andrea Faggion, ao Professor Dr. Aguinaldo Pavão e ao Professor Dr. José Oscar de Almeida Marques pelas contribuições à minha formação acadêmica.

Agradeço também ao Professor Dr. Julio Esteves, ao Professor Dr. Orlando Bruno Linhares e ao Professor Dr. Daniel Omar Perez que aceitaram gentilmente compor a banca de defesa.

Finalmente, agradeço o apoio financeiro da CAPES mediante bolsa de estudos durante todo o período desta pesquisa.

LISTA DE ABREVIATURAS

AA – Edição da academia (Akademie-Ausgabe)[1]

Anth – Antropologia de um ponto de vista pragmático (*Anthropologie in pragmatischer Hinsicht*) (AA 7)

Br – Correspondências (*Briefe)* (AA 10-13)

FM – Os progressos da metafísica (*Welches sind die wirklichen Fortschritte, die die Metaphysik seit Leibnizens und Wolff's Zeiten in Deutschland gemacht hat?*) (AA 20)

GUGR - Sobre o primeiro fundamento das direções no espaço (*Von dem ersten Grunde des Unterschiedes der Gegenden im Raume*) (AA 02)

KrV – Crítica da razão pura (*Kritik der reinen Vernunft*) (paginação original A/B)

KU – Crítica da faculdade de julgar (*Kritik der Urteilskraft*) (AA 5)

Log – Lógica (*Logik*) (AA 9)

MAN – Princípios Metafísicos da Ciéncia da Natureza (*Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaften* (AA 04)

MSI – *Dissertação de 1770 (De mundi sensibilis atque intelligibilis forma et principiis*) (AA 02)

OP – *Opus Postumum* (AA 21 e 22)

SF – O conflito das faculdades (*Der Streit der Fakultäten*) (AA 7)

[1] As referências aos textos de Kant serão realizadas a partir da edição da Academia (*Akademie-Ausgabe*) – com exceção da *Crítica da razão pura* citada segundo a edição original B – e seguidas da página da tradução utilizada.

ÜE – Da Utilidade de uma Nova Crítica da Razão Pura **(***Über eine Entdeckung, nach der alle neue Kritik der reinen Vernunft durch eine ältere entbehrlich gemacht werden soll***)** (AA 8)

WDO – O que significa orientar-se no pensamento? (*Was heißt sich im Denken orientieren?*) (AA 8)

SUMÁRIO

Introdução

Em linhas gerais, a interpretação corrente do projeto kantiano de fundamentação das ciências exatas diz que o sistema dos princípios sintéticos *a priori* - os princípios transcendentais do entendimento – estabelecem as condições epistemológicas do conhecimento. Desse modo justificam o ajuste entre teoremas, leis e proposições da matemática e da física com os objetos geométricos e físicos. Basicamente, o sujeito transcendental a partir de representações *a priori* - as intuições puras do espaço, do tempo e as categorias – estabelecem os fundamentos da objetividade, ou garantem a realidade objetiva do conhecimento. Ou seja, a filosofia crítica de Kant substitui a ontologia clássica utilizadas pelos racionalistas na fundamentação das ciências por um idealismo baseado no sujeito transcendental que converte os dados sensíveis em objeto fenomênicos – o múltiplo sensível organizado segundo a estrutura cognitiva sujeito transcendental. Esta interpretação pode ser resumida pela seguinte expressão de Cristian Garve: “a mente produz a natureza”, como propõe Graham Bird (2006). Esta interpretação tradicional da filosofia teórica de Kant está presente não apenas nas obras dos estudiosos de Kant, mas é uma interpretação que teve influência mesmo no desenvolvimento da matemática. De fato, podemos encontrar essa interpretação no que se refere à fundamentação da geometria presente em muitos livros de história da matemática como em Boyer, Eves, Torreti e Kleine.

Podemos caracterizar esta maneira de interpretar Kant, dizendo que o projeto kantiano de fundamentação das ciências exatas modernas é uma resposta ao ceticismo e a interpretação ficcional dada a ciência moderna desde Osiander[2], que alterou a obra de

[2] Andreas Osiander foi o editor da obra que expunha a teoria de Copérnico, o livro chamado *De Revolutionibus Orbitum Coelestium*. Este editor era um pastor luterano que não acreditava que a teoria de Copérnico descrevesse a realidade sobre a posição dos astros no universo. Para Osiander a realidade só pode ser revelada por Deus (Bíblia), ou seja, *a realidade não pode ser descoberta pelo homem*. Porém ele entendia que a teoria de Copérnico era um excelente instrumento para prever o movimento dos astros. Havia um grande perigo da obra de Copérnico ser condenada (censurada) pela Igreja Católica. Osiander, consciente disso, introduziu um prefácio na obra sem a autorização de Copérnico. Nesse prefácio defendeu a tese de que a teoria de Copérnico não pretendia descrever a realidade, mas apenas era um instrumento útil para os astrônomos. Com isso, Osiander desejava que a obra de Copérnico fosse aceita pelos astrônomos da época e pela visão religiosa do mundo. Contudo, o que Osiander fez foi muito além disso. O seu prefácio gerou um dos principais debates da história da filosofia e da ciência: 1) O objetivo da ciência é descrever (ou ao menos

Copérnico a fim de justificar o empreendimento astronômico em termos instrumentalistas. A polêmica gerada pelo prefácio de Osiander ilustra o ponto de partida da epistemologia moderna: mostrar como as fórmulas matemáticas podem descrever o mundo físico real. Ou em termos cartesianos, como as ideias claras distintas podem se referir a algo real, uma substância.

Neste trabalho pretendemos mostrar que o objetivo de Kant - em relação a sua resposta as questões como são possíveis a matemática e a física? – não é uma fundamentação das ciências exatas como resposta ao cético. Tanto a fundamentação de Kant da matemática, principalmente da geometria, bem como a noção de validade objetiva de juízos científicos, não pretende justificar a existência de uma conformação entre os juízos e a natureza, ou a realidade. Kant assume que a matemática e física são ciências efetivas, o seu projeto é descritivo: como estas ciências produzem juízos que possuem validade universal. Por outro lado, o projeto kantiano de estabelecer o fundamento real das ciências exatas - principalmente em seus manuscritos tardios - possui características muito distinta das concepções moderna: Kant pretende fundamentar a prática científica a partir da antropologia. Ou seja, Kant procura a apresentar como de fato é possível a ciência, não partir de princípios metafísicos, nem de algoritmos metodológicos que permitam discernir o que é a ciência. Kant discute o fundamento real das ciências concebidas como um empreendimento humano; uma construção que depende de valores subjetivos.

Tendo em vista a geometria, propomos que a doutrina da intuição pura espaço-temporal pretende ser uma justificação metateórica, isto é, dado um conjunto de proposições organizadas sistematicamente a partir de um conjunto de operações primitivas, Kant quer investigar as propriedades deste sistema. Kant caracteriza a matemática como uma ciência sintética *a priori*. Na *Estética Transcendental* encontramos a tese sobre a idealidade do espaço que, enquanto intuição pura, é condição da geometria. Os axiomas e teoremas geométricos determinam *a priori* as propriedades do espaço (KrV, B 41), explicar como isso é possível é o objetivo da *Exposição Transcendental do Conceito de Espaço*.

tentar descrever) a realidade ou 2) a ciência é somente um instrumento que serve para homem poder fazer previsões sobre os eventos naturais.

Segundo Kant, o espaço é uma intuição que "[...] deve-se encontrar em nós *a priori*, isto é, anteriormente a toda a nossa percepção de qualquer objeto, sendo portanto intuição pura e não empírica [...]" (KrV, B 41). A intuição pura do espaço é a condição universal e necessária das representações externas, a geometria, na medida em que expressa as propriedades desta intuição, possui, portanto, realidade objetiva. De acordo com a interpretação tradicional, o significado dos postulados geométricos é garantido pela intuição pura. De modo geral, a doutrina da intuição pura do espaço kantiana é entendida como uma teoria da fundamentação filosófica da geometria. Nesse sentido, pode-se entender que Kant responde à questão de como é possível a geometria seguindo a teoria aristotélica das ciências demonstrativas: a intuição pura representa uma propriedade genérica (define um gênero) de um domínio de entidades reais espaciais. A intuição pura espacial é uma propriedade da mente humana que estabelece a forma espacial de entes reais. Pode-se dizer, nesse sentido, com Beck e Brittan, que a intuição pura é um modelo real que fundamenta os axiomas da geometria, e também explica o seu caráter sintético como modelo real que satisfaz os axiomas.

Nosso trabalho defende o justo contrário. De fato, a intuição pura permite estabelecer um modelo espacial geométrico que satisfaz os axiomas de Euclides, contudo a intuição pura kantiana se caracteriza por ser um procedimento da imaginação transcendental, que instancia uma estrutura formal que permite captar as relações de indivíduos interdependentes. A intuição pura espaço-temporal estabelece uma ordem a partir da sucessão de momentos no tempo e da coordenação das partes de uma linha no espaço. Esta estrutura intuitiva estabelece um sistema de referência que permite determinar qualquer figura geométrica em relação a este sistema. É esta estrutura, por exemplo, que permite discernir as direções espaciais e resolver os problemas dos similares incongruentes (a diferença entre a mão esquerda e a direita, por exemplo). É este sistema que permite determinar a validade de todos os juízos geométricos. A construção deste sistema de referência ocorre, como veremos, por procedimentos de instanciação que Kant descreve a partir da noção de *Synthesis Speciosa*, uma doutrina que é um misto dos métodos algébricos modernos e do método sintético grego. Como defenderemos, tais métodos são procedimentos de construção de modelos formais (algébricos na *Logística Speciosa* e construções hipotéticas para os gregos) que permitem estabelecer a validade de teoremas geométricos. Estes procedimentos de construção de modelos formais são similares a concepção modelo-teorética contemporânea da lógica e da filosofia da matemática. Ou seja, são modelos formais sem qualquer referência a entes reais, tais como os modelos construídos a partir da álgebra de Boole (0,1), ou pelo emprego de conjuntos na teoria de modelos de Tarski.

Objetivo geral de Kant na primeira crítica é responder a questão se a metafísica é possível como ciência. Kant assume que tanto a matemática como a física são ciências efetivamente reais e que possuem juízos sintéticos *a priori*, porém a metafísica, até então, não tinha alcançado o mesmo sucesso dessas ciências. Na *Estética Transcendental* e na *Analítica Transcendental*, Kant pretende estabelecer como os juízos da matemática e da física são possíveis. Esta mesma intenção de Kant podemos encontrar em os *Prolegômenos* onde Kant coloca a questão de como a matemática e física são possíveis como parte da questão transcendental capital: como são possíveis juízos sintéticos *a priori*? (KrV, B 19). O Nosso problema inicial, se concentrará em entender em que sentido Kant propõe que a geometria é constituída a partir de juízos sintéticos *a priori* e como Kant pretende responder a questão de que a geometria é uma ciência possível. Porém, uma questão que se deve propor antes é: o que Kant entende por geometria? Em geral os comentadores (não todos evidentemente) se limitam a pensar que a geometria que Kant pretende estabelecer a possibilidade é a euclidiana. Como as geometrias não-euclidianas surgiram apenas no século XIX, mesmo que Kant considerasse a possibilidade de uma geometria não-euclidiana a partir da sugestão de Lambert, não existia outra geometria além da euclidiana para Kant pretender estabelecer a possibilidade. A diferença entre a geometria de Euclides e as geometrias não-euclidianas seria basicamente sobre a noção de espaço geométrico que é definido pelo conjunto de axiomas de cada sistema geométrico. Assim, a concepção de Kant de geometria é aquela que obedece a noção de espaço definida a partir dos axiomas euclidianos. O que, de modo geral, entende-se que seja a concepção de espaço que Kant propõe na *Estética Transcendental*. Por outro lado, o fato de Kant conceber o raciocínio geométrico a partir dos métodos gregos de construção reforça a concepção de que a primeira crítica tem vista a geometria de Euclides. Porém, a questão sobre a concepção de Kant da geometria é mais complicada do que parece à primeira vista.

A matemática e a geometria do século XVIII são mais complexas do que a geometria apresentada nos tempos de Euclides. Com a invenção da análise algébrica se descobriu métodos muito mais eficazes para se estabelecer teoremas geométricos do que os procedimentos construtivos de Euclides baseados na régua e no compasso. E o surgimento cálculo permitiu estabelecer teoremas sobre propriedades de curvas geométricas inimagináveis do ponto de vista grego[3]. O cálculo surgiu na medida em que os matemáticos desenvolveram métodos para abordar as quantidades infinitamente pequenas. Tais métodos envolviam a noção de transformação contínua de figuras, por exemplo, como um polígono se aproxima continuamente de círculo, ou qual limite entre um círculo e um polígono com infinitos lados. Estes métodos, que envolvem a transformação contínua de figuras e extensões, geraram novas abordagens aos problemas geométricos. Por exemplo, com Kepler as cônicas são derivadas de um procedimento de transformação contínua das curvas, não mais segundo a maneira de Apolônio, que estabelecia as cônicas a partir de secções de figura sólida de um cone. Assim, o surgimento da análise algébrica e dos métodos de transformação contínua de figuras culminou no desenvolvimento do cálculo, a matemática do século XVIII possui métodos de resolução de problemas muito mais poderosos que os procedimentos de construção geométricas gregas a partir da régua e do compasso, embora as noções de espaço e de figura geométrica ainda obedeçam a estrutura tridimensional euclidiana. Sendo assim, será que Kant não leva em conta as concepções da matemática do seu tempo quando pretende estabelecer a possibilidade da geometria? Kant ignora, por exemplo, que se pode estabelecer teoremas geométricos a partir de fórmulas algébricas, sem necessariamente recorrer à construção espacial de figuras?

A nossa tese é de que Kant não pretende estabelecer apenas possibilidade de juízos geométricos da geometria euclidiana, mas o que Kant pretende estabelecer é a possibilidade dos métodos geométricos que envolvem procedimentos sintéticos.

[3] Claro, o cálculo hoje é entendido a partir do teorema fundamental de análise matemática baseado apenas no conjunto dos números reais e não está relacionado apenas com problemas e teoremas geométricos. É uma ferramenta muito mais geral.

Entendemos por procedimentos sintéticos o tipo de raciocínio matemático que envolve a instanciação de indivíduos, o método sintético grego, por exemplo, faz esta instanciação através da construção pela régua e o compasso, Newton, por outro lado, grande defensor do método sintético, faz a instanciação de variáveis e constantes matemáticas - empregadas nas expressões algébricas - do cálculo mediante a instanciação espaço-temporal de indivíduos que são modelos que satisfazem as expressões algébricas. Nesse sentido a concepção de geometria de Kant não pode ser meramente identificada com a geometria de Euclides, como vamos defender ao longo desta tese, a intuição pura do espaço representa uma forma de instanciar objetos como indivíduos que são modelos satisfazem juízos geométricos.

A noção de método sintético que empregamos aqui não se refere à noção de uma estrutura axiomática expositiva, tal como exibida nos *Elementos* de Euclides, vale dizer, o método sintético não é a noção de uma ciência deduz proposições de um conjunto axiomas. O método sintético, tal como nos referimos aqui, é o método combinado de análise e síntese grego, onde a parte analítica do método possui como característica fundamental construir, ou instanciar, indivíduos hipoteticamente como elementos auxiliares que permitem captar as condições de verdade de proposições geométricas. Tais elementos auxiliares são meros modelos hipotéticos e não objetos efetivamente reais. Assim, de acordo com as concepções de Beth (1957) e Hintikka e Remes (1974), o método sintético (método combinado de análise e síntese) é um ancestral da concepção modelo-teorética contemporânea da filosofia da lógica e matemática. Na verdade, o método sintético permeia a história da matemática em momentos decisivos. Como veremos, o método fluxional newtoniano que inspirou a concepção de espaço kantiano, nada mais é do que um resgate do método sintético grego do ponto de vista modelo-teorético, onde a função da parte analítica do método é construir modelos formais espaço-temporais. Por outro lado, a geometria projetiva do início século XIX nada mais é do que um retorno ao método de construir modelos formais espaciais (hipóteses auxiliares) (cf Kleine, 1972, p. 834) que, de modo geral, influenciou a formalização da lógica e dos métodos de inferência da matemática (cf. Nagel, 1939).

Em linhas gerais, defenderemos que a doutrina da intuição pura pretende estabelecer como é possível o método sintético na geometria: uma concepção sobre o raciocínio e demonstração na geometria. Assim, a concepção de Kant não se limita a meras formas de construção da geometria euclidiana, baseada principalmente nos três primeiros postulados, mas ela se estende à toda concepção geométrica que estabelece provas, ou condições de prova de juízos, a partir de um procedimento de instanciação. Como veremos, Kant adota principalmente a concepção newtoniana de instanciação geométrica. O método newtoniano de instanciação geométrica é o método de fluxões. Este método foi utilizado por Newton principalmente para descobrir e provar curvas geométricas estabelecidas a partir do cálculo. Porém dificilmente pode se aceitar que Kant tenha, a partir da doutrina da intuição pura, estabelecido uma fundamentação rigorosa para o cálculo. O projeto de fundamentação rigorosa do cálculo ocorre apenas no século XIX, justamente pela formalização da noção de função; a aproximação convergente de valores é baseada apenas na noção de função que é satisfeita por valores reais. Em Newton, o método de fluxão apenas permite compreender geometricamente a noção de função contínua, de modo que a convergência de valores é representada espaço-temporalmente, o que do ponto de vista do rigor matemático a concepção newtoniana é muito mais precária. Como entendemos Kant, quando ele se apropria do método de fluxões de Newton, ele não pretende estabelecer uma justificação matemática, muito menos lógica sobre o procedimento de instanciação de quantidades. Kant entende que o método sintético não é um mero procedimento matemático para justificar a natureza das quantidades, o método sintético de instanciação - tal como o método fluxional - representa como é possível resolver problemas ou determinar o valor de verdade de teoremas pela construção de domínio de objetos – os construtos gerados na intuição pura. O interesse de Kant é entender como é possível o método sintético, tal como foi pela primeira vez concebido na Grécia:

> Creio antes que. por muito tempo (sobretudo entre os egípcios), se manteve tateante, e essa transformação definitiva foi devida a uma *revolução* operada pela inspiração feliz de um só homem, num ensaio segundo o qual não podia haver engano quanto ao caminho a seguir, abrindo e traçando para sempre e a infinita distância a via segura da ciência [...] Aquele que primeiro demonstrou o *triângulo isósceles* (fosse ele Tales ou como quer que se chamasse) teve uma iluminação; descobriu que não tinha que seguir passo a passo o que via na figura, nem o

> simples conceito que dela possuía, para conhecer, de certa maneira, as suas propriedades; que antes deveria produzi-la, ou construí-la, mediante o que pensava e o que representava *a priori* por conceitos e que para conhecer, com certeza, uma coisa *a priori* nada devia atribuir-lhe senão o que fosse consequência necessária do que nela tinha posto, de acordo com o conceito (KrV, B XII).

O método sintético representa como é possível estabelecer a verdade de um teorema sem recorrer à *imagem empírica,* mas através da instanciação *a priori* na intuição pura. Para estabelecer as propriedades de um triângulo isósceles, deve se instanciar (construir) *a priori* o que conceito geométrico representa. Isso é o essencial do método sintético. Trata-se de um procedimento de criar modelos de objetos (não figuras empíricas), ou intuí-los *a priori*, que permite encontrar as condições de verdades de teoremas. Nesse sentido, a intuição pura kantiana, não fundamenta epistemologicamente os métodos e o espaço da geometria euclidiana, o que Kant pretende estabelecer é: como é possível encontrar o valor de verdade de teoremas geométricos por modelos construídos *a priori*? Ou seja, Kant não quer fundamentar uma concepção geométrica especifica, mas uma concepção de como se faz geometria a partir da criação de modelos de objetos. Isto está para além da geometria, mas trata-se de uma forma de responder a questão fundamental da filosofia transcendental: como são possíveis os juízos sintéticos *a priori*?

Como entendemos Kant, a resposta à questão "como a geometria é possível?", não pode ser por demonstrar que existe um domínio da realidade ao qual ela se aplica. O lema de Kant na revolução copernicana é que o nosso conhecimento não deve se regular pelos objetos, mas que os objetos devem se regular pelo nosso conhecimento. Acreditamos que, com esse lema, Kant quer propor que a investigação sobre a possibilidade do conhecimento não deve ser fundamentada pela busca de um domínio de entidades que justifique um corpo de conhecimentos, mas o fundamento de qualquer conjunto de juízos que caracterizam uma ciência deve ser justificado por propriedades pertencentes à forma destes juízos. Não se trata de uma concepção idealista no sentido de reduzir os objetos das ciências a um produto ou uma construção da mente, tal como a interpretação tradicional de Kant. Isto é, a geometria não pode ser justificada pela *natureza* dos objetos aos quais ela se refere (se pertencem à intuição sensível pura, como conteúdos mentais puros, ou se pertencem às construções físicas-empíricas), pelo contrário, os objetos geométricos só são possíveis em virtude do próprio conjunto de juízos sintéticos *a priori* no sentido de que os axiomas geométricos especificam um conjunto primitivo de operações que determinam uma estrutura categórica de juízos. O papel da intuição pura é estabelecer que dado um conjunto de procedimentos executáveis através de construções primitivas (como veremos operações de instanciação espaço-temporal), todas as proposições geométricas são necessárias. Assim, a intuição pura estabelece uma propriedade sobre juízos sintéticos *a priori* da geometria, e não uma propriedade de objetos reais.

Caracterizamos a concepção de Kant sobre a fundamentação da geometria a partir de noções contemporâneas da metamatemática. Como Friedman, Hintikka, Beth e Loparic acreditamos que podemos utilizar a filosofia da lógica e da matemática contemporâneas para entendermos a revolução copernicana. Porém, além apresentarmos uma analogia entre as concepções contemporâneas e as de Kant, também mostraremos que as teses e os debates do século XX que nos interessam na filosofia da matemática correspondem aos problemas discutidos na modernidade com o surgimento da análise matemática.

A fim de explicitar a nossa concepção da revolução copernicana, podemos aproveitar a analogia que Friedman faz entre o papel da intuição pura na fundamentação geometria e o papel da lógica de Frege na fundamentação da aritmética. Para Friedman, a intuição pura representa formas de derivação (ou construção) fundamentais no raciocínio geométrico, são raciocínios extra-lógicos ou sintéticos porque a lógica do tempo de Kant não é capaz de estabelecer derivações que envolvam proposições quantificadas da forma $\forall\exists\forall$, tal como lógica quantificacional de Frege pode exibir. Como veremos no Capítulo 3, Friedman acredita que os raciocínios formais estabelecidos pela *synthesis speciosa* asseguram, para Kant, os princípios *a priori* que explicitam todos os tipos de raciocínios utilizados na matemática e nas ciências em geral. Do mesmo modo, a lógica de Frege pretende esgotar todos os tipos de raciocínios utilizados nas ciências formais, mais precisamente na aritmética.

Heijenoort propõe que Frege concebe a lógica como uma *lingua characterica* que explicita a universalidade da lógica (1967, p.324), a qual se contrapõe a concepção da lógica como *calculus ratiocinator*, que é própria da tradição algébrica de Boole. A lógica de Frege é uma linguagem: contém predicados, variáveis e quantificadores de modo que as proposições expressam um significado, diferente da lógica de Boole em que as proposições não são analisáveis e expressam mero valor de verdade, a lógica é um cálculo destas proposições como valores. De acordo com Heijenoort, a oposição destas duas concepções de lógicas se refere a maneira como elas concebem o universo do discurso:

> […] a oposição entre *calculus ratiocinator* e *língua characterica* vai muito além da distinção entre o cálculo proposicional e teoria quantificacional. A universalidade da lógica expressa uma importante característica do sistema de Frege. Neste sistema os quantificadores obrigam as variáveis individuais a se estenderem sobre todos os objetos. Como se sabe, de acordo com Frege, o equipamento ontológico do universo divide-se em objetos e funções. Boole tem o seu classe-universo e De Morgan seu universo do discurso, denotado por "1". Mas eles dificilmente têm qualquer importância ontológica. Eles podem ser alterados à vontade. O universo do discurso compreende somente o que nós concordamos considerar em certo tempo, num certo contexto. Para Frege não pode existir a questão de alterar universos. Não se pode nem mesmo dizer que ele restringe a um universo. Seu universo é *o* universo. Não necessariamente o universo físico, é claro, porque para Frege alguns objetos não são físicos. O universo de Frege consiste de tudo o que existe, e ele é fixo (Heijenoort, 1967, p.325).

A universalidade da lógica implica na tese de que existe apenas um universo do discurso. A lógica como linguagem universal deve valer para todos os objetos do universo. A lógica de Frege pretende captar todas as formas de inferências validas universalmente, de modo que deve valer para todos os objetos indiscriminadamente: "Por exemplo, a função '+' é definida não somente para os números naturais, mas também para a Lua e 1. Qual é o valor da função no caso é irrelevante aqui, mas este valor deve existir para todo conjunto de argumentos escolhidos entre os objetos" (Heijenoort, 1967, p.325-326). A *Lingua characterica* é um projeto leibniziano que representa um ideal racionalista que se inspirou na análise matemática moderna, que em Descartes é representado pela *Mathesis Universalis*. O ideal deste projeto é encontrar uma linguagem (algébrica em Descartes e lógica em Leibniz) capaz de resolver todos os problemas científicos, isto é, uma ciência que contivesse todos os princípios necessários para derivar ou provar proposições sobre todo e qualquer objeto.

Como veremos no Capítulo 3, a concepção de Friedman sobre a *Synthesis Speciosa*, bem como a interpretação tradicional do projeto kantiano na Dedução, é similar a *língua characterica*, de modo que o papel da *Dedução Transcendental dos Conceitos Puros do Entendimento* funcionaria como a prova da existência de um universo de discurso, limitado aos objetos da experiência possível. Como Heijenoort destaca acerca do universo do discurso de Frege, a experiência possível de acordo com a interpretação progressiva da *Dedução Transcendental*, não é um mero universo do discurso restrito, mas *o* universo do discurso. A intuição pura e as categorias explicitam todos os princípios necessários e que são universalmente validos para todos os objetos dados neste universo (a experiência possível). Nesse sentido também pode-se entender a concepção tradicional da geometria em Kant, tal como a retrataremos através de Brittan e Beck, nesse caso o universo do discurso, que contém o domínio das entidades reais, é representado pela intuição pura como propriedade subjetiva da mente que determina a forma de todos objetos possíveis. Como veremos, isto mostra o porquê da proximidade desta interpretação de Kant com a posição de Frege em relação à geometria e a sua crítica à Hilbert. Se existe apenas o universo do discurso descrito pela intuição pura, segue-se que se os axiomas geométricos representam com exatidão a estrutura do espaço, então são verdadeiros e justificam todo o sistema axiomático.

O que nós propomos nesta tese é que a intuição pura de Kant está mais próxima do universo de discurso de Boole. Evidentemente não estamos propondo que a intuição pura seja estritamente formal ou algébrica, mas que ela é desprovida de conteúdo ontológico, isto é, a intuição pura não é um modelo que provê conteúdo à geometria ou a sua justificação epistêmica, a intuição pura estabelece um domínio de objetos possíveis obtidos pela instanciação espaço-temporal. A intuição pura representa um procedimento de construção de modelos que prova a completude da geometria: estabelece a determinação completa de todas as configurações geométricas possíveis a partir das operações primitivas da geometria newtoniana. A intuição pura de Kant possui a mesma função na fundamentação da geometria que os modelos constituídos a partir da teoria dos conjuntos tem para a metamatemática. Esta afirmação tem como base o fato de que as questões de fundamentação da matemática contemporâneas possuem um equivalente na modernidade na crítica de Newton à Descartes sobre a fundamentação da análise matemática. Descartes, um dos criadores da análise matemática moderna, propôs como fundamento da matemática a tese de que as formas de derivação básicas da álgebra são princípios intuitivos claros e distintos e captam todas as formas de raciocínios matemáticos (permitem resolver todos os problemas matemáticos). A crítica de Newton à Descartes é a de que os princípios cartesianos são insuficientes para resolver todos os problemas matemáticos (são incompletos no sentido contemporâneo). Como alternativa a análise matemática cartesiana, Newton propõe o método fluxional que pretende resolver problemas matemáticos a partir de construções espaço-temporais, que nada mais são do que modelos que permitem determinar as relações matemáticas das figuras construídas. De acordo com Newton, as noções de espaço e tempo empregados no método fluxional não são o espaço e o tempo reais, mas apenas estruturas metodológicas que permitem captar as relações matemáticas. Nesse sentido, a concepção de Newton é muito similar metamatemática contemporânea, pode-se perceber uma analogia entre a concepção de Newton sobre como captar as relações matemáticas através de modelos espaço-temporais e a concepção de Tarski de como captar a noção de consequência lógica. Na seguinte passagem, Tarski descreve a concepção de Lógica de Frege e Russell baseada em algumas regras de inferência e assume que tal concepção mereceu todas as críticas céticas.

> Até mesmo muito recentemente muitos lógicos acreditaram que eles tinham conseguido, através de um estoque parco de conceitos, captar quase exatamente o conteúdo do conceito comum de consequência, ou antes em definir um novo conceito que coincidia em extensão com o conceito comum de consequência. Tal crença pôde surgir no meio do novo empreendimento de metodologia das ciências dedutivas [...] Lógicos pensaram que essas poucas regras de inferência esgotavam o conteúdo do conceito de consequência. Sempre que uma sentença segue-se de outras, ela pode ser obtida por estas regras– assim eles pensaram – [...] A fim de defender esta concepção contra o ceticismo - que duvidou se o conceito de consequência, quando formalizado neste modo, realmente coincide com conceito comum de consequência - os lógicos foram capazes de levar adiante um argumento pesado: que eles realmente tinham conseguido reproduzir segundo provas formalizadas todos os raciocínios exatos que foram levados a cabo na matemática. Contudo, hoje sabemos que o ceticismo estava inteiramente justificado e que a concepção esboçada acima não pode ser mantida. (Tarski, 1956, p.409-410).

O ideal de captar todas as formas de raciocínios das ciências formais através de alguns princípios que servem como regra de inferência é uma herança da modernidade: da análise matemática de Descartes e Viète. Tarski propõe uma concepção modelo-teorética baseada na semântica formal a fim de captar a noção de consequência Lógica. É a construção de modelos formais (a partir de classes construídas segundo a teoria dos conjuntos) que permite captar as relações lógicas. Em Newton são os modelos construídos fluxionalmente que permite captar as relações matemáticas. Como veremos, as intuições formais puras de Kant constituídas pela *Synthesis speciosa* são textualmente equivalentes ao espaço e tempo fluxionais de Newton. Por outro lado, se percorremos a história da matemática podemos perceber que o método fluxional tem o mesmo papel que a teoria dos conjuntos na fundamentação da análise matemática.

Assim como Newton, Kant pertence à tradição modelo-teorética, seguindo a caracterização de Heijenoort. Nesta tradição a lógica é entendida como um cálculo, de acordo com Hintikka tal concepção da lógica "[...] Pressupõe a possibilidade de variar numa larga escala a interpretação da linguagem em questão, seja ela natural ou formal, em outras palavras, ela pressupõe a ideia da linguagem como cálculo. [...] é calculada para realçar esta reinterpretabilidade da linguagem, não o seu caráter puramente formal" (Hintikka, 1977, p.3). A ideia básica desta concepção é que a linguagem que compõe qualquer sistema formal ou científico deve ser interpretada a partir de modelos formais que permite captar a estrutura deste sistema. Não existe apenas um universo do discurso real que a linguagem visa captar, mas existem possíveis interpretações de universos do discurso (ou domínio de objetos) que permitem captar a estrutura das ciências. Do ponto de vista de Kant, a interpretação formal permite compreender como as ciências são possíveis. Assim podemos pensar que a estrutura formal do espaço e do tempo em Kant pode ser concebida como um domínio formal que permite compreender relações matemáticas, e não como substrato real (interpretação tradicional) ou como conjunto de raciocínio extra-lógicos para captar o real (Friedman). A revolução copernicana significa justamente abdicar de captar o universo do discurso como domínio da realidade.

Assegurar a realidade objetiva da geometria no sentido de estabelecer o conjunto de objetos reais aos quais ela se refere, não é a tarefa da filosofia crítica. De fato, responder como é possível uma ciência é diferente de demonstrar que ela é real:

> *Como é possível a matemática pura?*
> *Como é possível a física pura?*
> Como estas ciências são realmente dadas, é conveniente interrogarmo-nos *como* são possíveis; que têm de ser possíveis demonstra-o a sua realidade (KrV, B 20-21).

A resposta a estas questões, pela filosofia crítica, não é a de demonstrar que certo conjunto de juízos sintéticos *a priori* é real, isto é, responder a questão de como é possível a matemática não envolve demonstrar que existe uma realidade objetiva que a justifica e prova que ela deve ser real. Portanto não é uma questão sobre o porquê ela é real, mas como ela é possível. O papel propedêutico da crítica serve apenas para clarificar os nossos conhecimentos e não para alargar (KrV, B 25). A filosofia crítica, enquanto um novo método diferente da metafísica tradicional (B XIX), deve se ocupar não com "[...] a natureza das coisas, que é inesgotável, mas [com] o entendimento que julga a natureza das coisas" (KrV, B 26). Nesse sentido, indicamos que com esta caracterização da filosofia crítica, Kant quer propor que ela tem um objetivo metateórico, a filosofia crítica visa estabelecer quais propriedades um corpo de juízos possui que os torna possíveis. Não são propriedades pertencentes aos objetos da ciência, mas propriedades pertencentes ao conjunto de juízos *a priori* pertencentes a esta ciência. Com efeito, estamos pensando em analogia com a metamatemática contemporânea, a seguinte definição de Tarski de metamatemática ilustra a nossa interpretação da revolução copernicana:

> Disciplinas dedutivas formalizadas estabelecem o campo de pesquisa da metamatemática, grosso modo, no mesmo sentido em que entidades espaciais formam o campo de pesquisa na geometria. Essas disciplinas são concebidas, do ponto de vista da metamatemática, como conjunto de sentenças, essas sentenças que (seguindo a sugestão de Lesniewski) também são chamadas de sentenças significativas [...] (Tarski, 1956, p.30).

Em analogia com a metamatemática, o campo de pesquisa de Kant são os conjuntos de juízos sintéticos das ciências, no caso da geometria, Kant não pretende determinar a natureza das entidades espaciais (se são produtos da mente), mas o conjunto de juízos sintéticos *a priori* da geometria. Em outras palavras, Kant não quer explicar a natureza das entidades espaciais ou físicas, mas ele quer saber como são possíveis os juízos sintéticos *a priori*. Como consequência, o conceito de validade objetiva que justifica uma ciência como possível, não deve se referir as propriedades dos objetos a que esta ciência se refere, o conceito de realidade objetiva é metateórico; se refere às propriedades dos juízos.

A partir do giro copernicano de Kant a validade objetiva dos juízos deve ser entendida como decidibilidade. De modo geral, o presente trabalho segue a intepretação semântica proposta por Loparic, que propõe que a *Analítica Transcendental* estabelece uma semântica a serviço de uma atividade de resoluções de problemas, próprias das ciências exatas. Portanto, seguindo esta concepção de Loparic, propomos que juízos válidos objetivamente são aqueles que possuem um procedimento efetivo de decisão associado a eles. Um procedimento efetivo de decisão é quando é possível determinar o valor de verdade do juízo a partir de procedimentos que são universalmente aplicáveis. Por exemplo, um juízo acerca das propriedades ácidas de uma substância qualquer pode ser estabelecido pelo paladar, por outro lado um juízo sobre a aceleração de um corpo em queda livre pode ser estabelecido a partir das condições espaciais ideais representadas em um espaço quantificado. O primeiro tipo de juízo é estritamente privado e não é possível determinar o seu valor de verdade de modo efetivo, isto é, a partir de um procedimento universal e intersubjetivo. Já o segundo juízo pode ser determinado a partir de uma fórmula matemática simples, a lei da queda dos corpos de Galileu. Nós discutiremos no Capítulo 4, como a aplicação da matemática aos dados sensíveis, mediante um processo analítico, pode gerar leis científicas particulares.

Assim, nos dois primeiros capítulos tratamos estritamente da concepção de ciência exata para Kant a partir da geometria. Enquanto que no terceiro tratamos, em linhas gerais, sobre os objetivos de Kant na *Crítica da Razão Pura*, ao passo que o quarto e o quinto capítulos tratam da aplicação da matemática à natureza: como as leis científicas estão subordinadas a procedimentos matemáticos de decisão.

No primeiro capítulo, pretendemos mostrar o giro copernicano de Kant em relação à fundamentação das ciências exatas a partir da sua concepção de intuição pura. A nossa conclusão é que a noção de intuição pura kantiana é resultado direto de uma nova concepção de ciência exata. Kant assume que os axiomas ou postulados das ciências não expressam um conteúdo ou significado que justifica o sistema científico, pelo contrário, os axiomas ou postulados são operações primitivas formais, que determinam uma classe de problemas solúveis. É justamente esta concepção acerca da ciência que aproxima Kant da axiomática contemporânea e permite conceber a sua fundamentação das ciências exatas a partir de uma abordagem modelo-teorética, o que veremos em detalhes no segundo capítulo.

Por fim, no último capítulo, vamos discutir o tratamento kantiano da ciência experimental de Lavoisier, que justamente no período crítico adquiriu padrões de objetivação que fez Kant repensar o empreendimento científico de modo geral. Defendemos que Kant incialmente tenha procurado reduzir os procedimentos efetivos de decisão da nova química aos procedimentos da mecânica newtoniana. No entanto, diante das dificuldades de se fazer a transição do procedimento de análise da mecânica de Newton para a química das relações específicas da matéria, Kant adquire a consciência de que a química quantitativa de Lavoisier não pode ser traduzida em termos da análise matemática newtoniana. A partir disso, assumimos que Kant, diante da intradutibilidade de duas práticas científicas legítimas, aborda a ciência de outro ponto de vista, não mais metateórico, mas antropológico. Nesta nova abordagem, Kant pretende explicar as condições antropológicas do empreendimento científico. O resultado desta abordagem é que a ciência é um produto de valores humanos. Assim, a resposta ao problema epistemológico da modernidade, como ideias claras e distintas são aplicáveis ao mundo, ganha uma resposta antropológica: o mundo é uma ideia auto-criada pelo homem, que só pode ser expressa como uma *visão de mundo*. Os sistemas científicos são construtos técnicos que pretendem determinar a natureza a partir desta visão de mundo. Os juízos formais *a priori* que constituem a ciência são produtos da visão de mundo do cientista, e é justamente isso que promove o acordo entre ideias claras e distintas e o mundo.

Capítulos 1

A fundamentação metafísica do espaço na modernidade e a revolução kantiana: a forma determina a matéria

O objetivo deste capítulo é apresentar qual é a novidade da concepção kantiana acerca da doutrina da intuição pura e a sua relação com a geometria. Na primeira seção apresentamos a interpretação tradicional do papel da intuição pura na fundamentação da geometria na filosofia de Kant. Do nosso ponto de vista, tal interpretação da intuição pura não está de acordo com os propósitos de Kant na revolução copernicana. A fim de apresentarmos qual é a novidade da noção de intuição pura recorremos principalmente aos argumentos de Kant contra a fundamentação metafísica do espaço na modernidade e principalmente os argumentos contra a concepção racionalista da matemática e geometria de Leibniz. Kant faz referência à fundamentação metafísica do espaço na modernidade na *Estética Transcendental* quando se refere à concepção absoluta do espaço e tempo dos newtonianos e a concepção relacional de Leibniz. O idealismo Transcendental é a alternativa de Kant em relação a estas concepções. Mas qual é a alternativa de Kant? A fundamentação metafísica do espaço e do tempo na modernidade tem como objetivo justificar a análise matemática e a física moderna. A diferença entre o idealismo transcendental e a metafísica moderna do espaço e do tempo está justamente na noção de justificação. A metafísica moderna pretende justificar a nova ciência exata a partir de princípios metafísicos que estabelecem a natureza ontológica da quantidade em geral e consequentemente dos objetos geométricos. Embora Kant critique a concepção newtoniana de espaço e tempo absolutos como estrutura ontológica, a sua oposição se faz principalmente à concepção de Leibniz de fundamentação da matemática. Leibniz propõe uma fundamentação logicista da matemática a partir da sua tese da *Characteristica Universalis*, uma linguagem universal, baseada em termos primitivos que se referem à *matéria* ou conteúdo que estabelecem uma estrutura axiomática que permite resolver todos os problemas científicos possíveis, e inclusive filosóficos. No que se refere à fundamentação da geometria a concepção de Leibniz propõe que a geometria parte de termos primitivos que estabelecem a matéria para todas as proposições geométricas possíveis. Tais termos primitivos são gêneros que definem o domínio ontológico dos entes a que se referem às proposições geométricas. Nesse sentido, a concepção de Leibniz segue a noção aristotélica de ciência demonstrativa, que veremos abaixo. Tais gêneros estabelecem a matéria ou o conteúdo de todos os possíveis conceitos geométricos, de modo que a *análise lógica* deste conteúdo determina as condições de verdade das proposições geométricas, bem como a forma axiomática da geometria, isto é, a *forma* entendida como a sequência da derivação das proposições geométricas no sistema axiomático. Para Kant a lógica é insuficiente para explicitar a *forma* - a estrutura axiomática das proposições – pois a geometria possui procedimentos de derivação que são sintéticos. Existem propriedades e relações geométricas que são completamente indeterminadas do ponto de vista leibniziano de axiomática baseada apenas na análise lógica. Isso é representado pela tese kantiana da contrapartida dos incongruentes. A tese de Kant é que para captarmos as propriedades e relações geométricas é necessário um contexto, ou melhor, um sistema de referência que determina *a forma* das relações geométricas expostas no sistema geométrico. Espaço e tempo são a estrutura *a priori* que determina a forma das relações geométricas. E é nesta concepção acerca das noções de forma e matéria que está a novidade de Kant em relação a fundamentação da geometria. A intuição pura determina a forma da geometria, o conjunto de proposições geométricas. Nesse sentido Kant pretende, com idealismo transcendental, estabelecer uma fundamentação formal das ciências exatas. Kant propõe uma nova maneira para se estabelecer a fundamentação das ciências demonstrativa, ao invés de fundamentar através de uma matéria (termos ou gêneros primitivos sobre a natureza ontológica da ciência) que estabelece *a forma* das relações geométricas, Kant propõe que a forma dada pela estrutura espaço-temporal determina a matéria, os objetos geométricos. No que se segue, vamos apresentar os principais textos da *Crítica da Razão Pura* em que Kant trata da geometria e do espaço geométrico, na sequência vamos expor a interpretação tradicional, que concebe a noção de intuição pura ainda como uma fundamentação metafísica que segue a concepção aristotélica. No restante das seções vamos mostrar a diferença entre a concepção kantiana de fundamentação da geometria e a concepção metafísica moderna.

1-1 *Estética transcendental* e a Doutrina *Transcendental do Método*

Na *Estética Transcendental*, Kant define o espaço e o tempo como formas da sensibilidade. A sensibilidade é “A capacidade de receber representações (receptividade), graças à maneira como somos afetados pelos objetos [...]” (KrV, A 17/B 33). Os dados recebidos na sensibilidade podem ser intuídos, nesse sentido a intuição é a forma como representamos os dados obtidos na receptividade. A intuição pode ser entendida como a maneira como intuímos objetos, e pode se referir ao objeto intuído. Ou seja, pode-se dizer que se se possui a intuição de um triângulo, mas intuição pode significar também a capacidade de representar indivíduos, isto é, intuição como ato de instanciar objetos. A intuição pura do espaço e do tempo, como formas da sensibilidade, podem ser entendidas como o modo que recebemos os dados. A sensibilidade não é necessariamente afetada apenas por dados externos aos sujeitos – as sensações – os dados pelos quais podemos intuir objetos podem ser produtos de uma auto-afecção, o que discutiremos na próxima seção.

É introduzido no segundo parágrafo da *Estética Transcendental* a tese de que as intuições puras, mediante as quais nós intuímos objetos, estabelecem a forma das representações empíricas, isto é, das sensações. Assim, o espaço e o tempo estabelecem a forma de todo fenômeno empírico, enquanto a matéria do fenômeno é a sensação, a forma do fenômeno é estabelecida pelo espaço e pelo tempo. Não vamos discutir os detalhes tanto da exposição metafísica dos conceitos de espaço e tempo e nem a exposição transcendental destas formas. O que queremos ressaltar é que a *Estética Transcendental* pretende estabelecer a idealidade do espaço e tempo como formas subjetivas de receber dados - e não como entidades absolutas (Newton) ou meras relações entre fenômenos (Leibniz). Assim, a intuição pura do espaço parece estar vinculada ao modo como representamos os fenômenos.

Na *Exposição Transcendental do Conceito de Espaço*, Kant pretender justificar a idealidade do espaço pelo caráter sintético *a priori* da geometria. O argumento regressivo, tal como caracterizado por Karl Ameriks, tem a seguinte forma: a geometria com seus princípios sintéticos *a priori*, determina *a priori* as propriedades do espaço (KrV B 40), de acordo com Kant a única maneira de justificarmos um espaço *a priori* é se o considerarmos como uma intuição que se encontra em nós *a priori* (KrV, B 41). Assim, a intuição pura do espaço justifica o caráter sintético *a priori* da geometria. Se a geometria e os seus princípios são reais, segue-se necessariamente que o espaço é uma intuição pura, a forma subjetiva e *a priori* de receber dados.

Assim, Kant parece utilizar a geometria como argumento para estabelecer a idealidade do espaço. Por outro lado, a idealidade do espaço – como forma subjetiva *a priori* de representar objetos – é a condição necessária da geometria, na medida em que explica porque esta é uma ciência sintética e *a priori* (KrV, B 41), ou seja, a idealidade do espaço garante a necessidade contida nas proposições geométricas.

Já na *Doutrina Transcendental do Método*, Kant trata do raciocínio geométrico e de como os conceitos da geometria são obtidos por construções arbitrárias. A intuição pura é retratada neste texto de Kant como o modo de instanciar as propriedades dos conceitos geométricos em construtos intuitivos que permitem encontrar outras propriedades destes conceitos, de acordo com Kant, dado o conceito de triângulo ao geômetra, este:

> Começa imediatamente a construir um triângulo. Porque sabe que dois ângulos retos valem juntamente tanto como todos os ângulos adjacentes que podem traçar-se de um ponto tomado numa linha reta, prolonga um lado do seu triângulo e obtém dois ângulos adjacentes que, conjuntamente, são iguais a dois retos. Divide em seguida o ângulo externo, traçando uma linha paralela ao lado oposto do triângulo e vê que daí resulta um ângulo adjacente que é igual a um ângulo interno, etc. Consegue desta maneira, graças a uma cadeia de raciocínios, guiado sempre pela intuição, a solução perfeitamente clara e ao mesmo tempo universal do problema (KrV, A 716-717/B 744-745).

O papel da intuição pura parece ser o de representar indivíduos construídos arbitrariamente a partir meramente da definição dos conceitos geométricos. Parece que a concepção de Kant de construção geométrica não está relacionada com a construção de uma figura empírica na percepção ou mesmo na imaginação empírica, as construções geométricas são consequências extraídas da definição do conceito de triângulo, que é arbitrária:

> Portanto, não restam outros conceitos capazes de definição do que aqueles que contêm uma síntese arbitrária, que pode ser construída *a priori*; assim, apenas a

> matemática é que possui definições. Com efeito, o objeto que a matemática pensa, representa-o também *a priori* na intuição e este objeto não pode conter seguramente nem mais nem menos que o conceito, porque o conceito do objeto foi dado originariamente pela definição, isto é, sem derivar a definição de qualquer outra coisa (KrV, A 729-730/B 757758).

Na *Doutrina Transcendental do Método*, Kant parece caracterizar a geometria como uma ciência formal que estabelece seus juízos, ou teoremas, a partir de um procedimento de instanciação de indivíduos, ou nas palavras de Kant através da construção arbitrária a partir dos conceitos que permite derivar as propriedades geométricas. Jakko Hintikka, vincula esta concepção de Kant de instanciação à moderna concepção presente na lógica quantificacional em que os indivíduos representados por constantes individuais (a, b, c, ...) são instanciados quando eliminamos os quantificadores. No caso da lógica quantificacional, esse procedimento é inerente ao procedimento de prova de fórmulas que envolvem a eliminação do quantificador existencial. Em Kant, do mesmo modo, a construção é a instanciação de um indivíduo que permite estabelecer a prova de teoremas, isto é, extrair propriedades sinteticamente de conceitos e definições geométricas.

Para Hintikka, Kant, ao relacionar a sua concepção formal de construção geométrica à tese da idealidade do espaço, vincula a geometria ao modo como percebemos objetos empíricos. Nesse sentido, Kant justifica a realidade objetiva da geometria mediante uma teoria da percepção de indivíduos:

> Então, quais são estes processos? Como é que nós podemos conhecer particulares? Seguindo uma longa tradição filosófica, Kant responde: pela percepção sensível: “Objetos são dados por meio da sensibilidade, e ela produz intuições... De nenhum outro modo pode um objeto ser dado a nós” (A 19=B33). Esta resposta é um retorno a Aristóteles, de acordo com quem “ somente a percepção sensível pode captar particulares” *(Analytica Posteriora* A 18, 81 b 6.). Dada esta afirmação, Kant conclui que as propriedades e relações com as quais a matemática trabalha estão postas nos objetos por uma percepção sensível. Consequentemente (Kant diz) essas propriedade e relações são devidas à estrutura (forma) da nossa faculdade sensível de perceber. Essas formas Kant identifica com o espaço e o tempo. Assim nosso conhecimento matemático reflete a forma do processo por meio do qual nós pretensamente viemos a conhecer particulares, e é aplicável a objetos somente como objetos da percepção sensível (Hintikka, 1984, p.102)

Nesse sentido, Kant vincula o raciocínio geométricos à forma como percebemos objetos sensíveis. De acordo com Hintikka a doutrina da idealidade do espaço, exposta na *Estética Transcendental*, pretende justificar concepção construtivista da matemática a partir de uma teoria sobre a condição subjetiva de conhecer indivíduos, e esta teoria justificaria a realidade objetiva da geometria. Assim, em Kant, a teoria da idealidade do espaço e do tempo é conforme à antiga concepção aristotélica de justificação ontológica das ciências demonstrativas, o que veremos logo abaixo. Porém, antes devemos destacar outro aspecto da teoria kantiana do espaço geométrico, que parece ser ignorada por Hintikka, trata-se da teoria da auto-afecção exposta na *Dedução Transcendental dos Conceitos Puros do Entendimento*, onde o espaço geométrico é entendido como gerado pela aplicação do entendimento à sensibilidade. Nesse sentido a intuição pura do espaço não é meramente a forma como percebemos os objetos empíricos, mas é uma construção do entendimento.

1-2 A intuição pura do espaço e a *Synthesis Speciosa*

A intuição pura do espaço, exposta como condição da geometria na *Exposição Transcendental do Conceito de Espaço*, não contém a explicação completa de como esta intuição espacial é condição da geometria. Para se entender a relação entre geometria e a intuição do espaço é necessário recorrer à *Dedução Transcendental dos Conceitos Puros do Entendimento*. Numa nota em § 26 Kant faz uma distinção entre espaço enquanto forma da intuição e intuição formal.

> O espaço representado como *objeto* (tal como é realmente necessário na geometria) contém mais que a simples forma da intuição, a saber, *a síntese* do diverso, dado numa representação intuitiva, de acordo com a forma da sensibilidade, de tal modo que *a forma da* intuição concede apenas o diverso, enquanto a intuição *formal* dá a unidade da representação. Na estética atribuí esta unidade à sensibilidade, apenas para fazer notar que é anterior a todo o conceito, embora pressuponha uma síntese que não pertence aos sentidos, mas mediante a

> qual se tornam possíveis todos os conceitos de espaço e de tempo. Visto que *só* por esta síntese (na medida em que o entendimento determina a sensibilidade) o espaço e o tempo são *dados* como intuição, a unidade desta intuição *a priori* pertence ao espaço e ao tempo e não ao conceito do entendimento (§ 24) (KrV, B 161).

De acordo com a nota, o espaço que necessário à geometria é o espaço como objeto e este é uma intuição formal. O espaço enquanto intuição formal requer a síntese do múltiplo. Ou seja, o espaço geométrico pressupõe um ato sintético do entendimento, nesse sentido o espaço que é condição necessária da geometria, tal como o argumento da *Estética Transcendental*, não é uma estrutura real simplesmente dada na sensibilidade, mas é produzido pelo entendido. Conforme a nota indica, é no § 24 que podemos encontrar a maneira como o espaço pode ser *dado* como intuição formal, embora envolva a atividade sintética do entendimento. Trata-se da doutrina da *Synthesis Speciosa*, ou a doutrina da auto-afecção.

A *Synthesis Speciosa* é o procedimento de determinação do entendimento sobre a sensibilidade. Trata-se de um procedimento que visa aplicar as categorias, que são elementos intelectuais, a um elemento muito distinto, a sensibilidade. De acordo com Kant, tal procedimento é viabilizado pela faculdade da imaginação, a qual, por um lado, pertence à sensibilidade e é determinável, e por outro lado, pode exercer a síntese de acordo com a espontaneidade e é, desse modo, determinante:

> A *imaginação* é a faculdade de representar um objeto, mesmo *sem a presença deste* na intuição. Mas, visto que toda a nossa intuição é sensível, a imaginação pertence à *sensibilidade*, porque a condição subjetiva é a única pela qual pode ser dada aos conceitos do entendimento uma intuição correspondente; na medida, porém, em que a sua síntese é um exercício da espontaneidade, que é determinante, e não apenas, como o sentido, determinável, pode determinar *a priori* o sentido, quanto à forma, de acordo com a unidade da apercepção (KrV, B 151-152)

A *Synthesis speciosa* é um procedimento exercido pela imaginação e que tem como principal função determinar a sensibilidade de acordo com a unidade intelectual da apercepção.

> [...] é portanto uma faculdade de determinar *a priori a* sensibilidade; e a sua síntese das intuições, *de conformidade com as categorias*, tem de ser a síntese transcendental da *imaginação*, que é um efeito do entendimento sobre a sensibilidade e que é a primeira aplicação do entendimento (e simultaneamente o fundamento de todas as restantes) a objetos da intuição possível para nós (KrV, B 152)

A *synthesis speciosa*, efetuada pela imaginação transcendental, tem como função característica dar a forma intelectual das categorias (unidade) à intuição sensível. A síntese transcendental da imaginação, na medida em que é a primeira aplicação do entendimento à sensibilidade, trata-se da primeira afecção exercida sobre o sentido interno. É o que pode ser caracterizado como auto-afecção: "Com o nome de síntese transcendental da imaginação exerce, pois, sobre o sujeito passivo, de que é a *faculdade*, uma ação da qual podemos justificadamente dizer que por ela é afetado o sentido interno" (KrV, B 153). A *synthesis speciosa* é o procedimento de ordenação do múltiplo sensível contido no sentido interno mediante a forma de ligação em geral contida nas categorias (*synthesis intellectualis*) (KrV, B 154), onde tal ordenação produz a determinação da intuição, vale dizer, esta ordenação produz a intuição formal tanto do espaço como do tempo. Sem este procedimento de auto-afecção, o sentido interno, "[...] contém a simples *forma* da intuição, mas sem a ligação do múltiplo nela inclusa, não contendo, portanto, nenhuma intuição *determinada* [...]" (KrV, B 154). A intuição formal é o resultado do procedimento de ordenação do múltiplo sensível produzido pela *synthesis speciosa.* A maneira como o espaço geométrico é produzido pela *Synthesis speciosa* é introduzido por Kant na sequência do texto da *Dedução transcendental* B:

> Não podemos pensar uma linha sem *a traçar* em pensamento; nem pensar um círculo sem o *descrever*, nem obter a representação das três dimensões do espaço sem *traçar* três linhas perpendiculares entre si, a partir do mesmo ponto, nem mesmo representar o tempo sem que, ao *traçar* uma linha reta (que deverá ser a representação exterior figurada do tempo), atentemos no ato da síntese do diverso pelo qual determinamos sucessivamente o sentido interno e, assim, na sucessão desta determinação que nele tem lugar. O movimento, como ato do sujeito (não como determinação de um objeto *) e, consequentemente, a síntese do diverso no espaço, quando deste abstrairmos para apenas considerar o ato pelo qual determinamos o *sentido interno* de acordo com a sua forma, é pois o que, antes de mais, produz o conceito de sucessão (KrV B 155-156).

Esta passagem contém uma tese referente principalmente a síntese da apreensão dos dados sensíveis[4].No que se refere à intuição do espaço, fica claro que a representação que é condição da geometria é um produto da *synthesis speciosa*. O entendimento produz a unidade do espaço mediante um movimento. O espaço geométrico não é uma estrutura dada pela mera receptividade que os axiomas geométricos visam expressar. A condição dos axiomas geométricos é a imaginação produtiva: "Sobre esta síntese sucessiva da imaginação produtiva na produção das figuras se funda a matemática da extensão (geometria), com seus axiomas [...]" (KrV A163/B 204). A questão é: o que é esse movimento que gera a representação do espaço, que nesse caso é a condição necessária da geometria. Kant sugere o que seja tal movimento numa nota anexada à passagem:

> O movimento de um *objeto* no espaço não compete a uma ciência pura, e, portanto, não pertence à geometria; só pela experiência, e não *a priori*, se pode conhecer que algo seja móvel. Mas o movimento, enquanto *descrição* de um espaço, é um ato puro da síntese sucessiva do diverso na intuição externa em geral por intermédio da imaginação produtiva e pertence não só à geometria, mas também mesmo à filosofia transcendental (KrV, B 156).

De acordo com esta nota não se trata de um movimento de um objeto *no* espaço, mas de um movimento que *descreve* um espaço, o espaço desse modo é feito ou descrito através de uma síntese sucessiva - sentido interno – que gera a representação do espaço. Ou seja, a sucessão temporal pode gerar a representação de um espaço com coordenadas. Neste sentido a intuição pura do espaço e do tempo estão mutuamente

[4]A *synthesis speciosa* é descrita no início da passagem como o procedimento em que para pensar uma representação é necessário produzir esta representação no espaço, seja uma linha ou um círculo. Aplicada sobre a forma do sentido interno, isto é, o tempo, a *synthesis speciosa* representa espacialmente o múltiplo contido nesta forma de acordo com o traçar de uma linha. Isso significa que a própria ordenação serial do múltiplo sensível do sentido interno deve ser representada espacialmente. Assim, Kant caracteriza a *synthesis speciosa* – na determinação da forma de apreensão dos dados sensíveis - como o movimento, enquanto o ato do sujeito que produz o conceito de sucessão. O múltiplo do sentido interno é unificado (determinado) pela síntese transcendental da imaginação por um procedimento espacial que representa a série da sucessão temporal de acordo com coordenadas espaciais. Em outras palavras, as representações múltiplas dadas no sentido interno, a fim de serem determinadas pelo entendimento, são ordenadas pela *synthesis speciosa* mediante coordenadas sucessivas construídas espacialmente. A ordenação sucessiva do múltiplo sensível do sentido interno, segundo procedimentos construtivos espaciais, é promovida segundo o movimento como ato sujeito.

implicadas. O espaço estabelece as coordenadas que permite discernir um tempo linear, ao passo que a sucessão do tempo permite descrever o espaço como a representação coordenada de dados. Na *Estética Transcendental*, Kant é claro sobre esse ponto quando discute a intuição temporal. Em A 33/B 49 Kant afirma que o sentido interno diferentemente do espaço, não pode ser representado como uma figura ou uma posição e, justamente por isso, precisamos recorrer ao espaço como analogia:

> E precisamente porque esta intuição interna se não apresenta como figura, procuramos suprir essa falta por analogias e representamos a sequência do tempo por uma linha contínua, que se prolonga até ao infinito e cujas diversas partes constituem uma série que tem apenas uma dimensão e concluímos dessa linha para todas as propriedades do tempo, com exceção de uma só, a saber, que as partes da primeira são simultâneas e as do segundo sucessivas. Por aqui se vê também que a representação do próprio tempo é uma intuição, porque todas as suas relações se podem expressar numa intuição externa (KrV, A 33/B 50).

Na parte final da passagem Kant assume que o tempo é uma intuição apenas porque suas representações podem ser expressas espacialmente. Aqui se trata não do tempo como mera forma da sensibilidade, mas do tempo intuído como objeto, vale dizer, como intuição formal. Assim, a sucessão temporal gera a representação do espaço, por outro lado a coordenação espacial produzida por uma linha representa a sucessão temporal. Voltando à nota de B 156, Kant atribui esse procedimento de gerar as representações do espaço e do tempo como também pertencentes à geometria. Aqui Kant certamente não está fazendo referência à geometria euclidiana, pois esta não envolve a noção de tempo na descrição do espaço. Kant está se referindo ao método fluxional newtoniano, que descreve as curvas geométricas a partir de eixos (x, y) que representam o espaço e o tempo. No capítulo 2 discutiremos detalhadamente como a concepção matemática de Newton influenciou a concepção kantiana de intuição pura.

No que segue, apresentaremos a interpretação tradicional da filosofia da geometria de Kant. Como veremos, trata-se de uma forma de interpretação que concebe a noção kantiana de intuição pura como princípio metafísico que justifica ontologicamente as entidades geométricas. De acordo com esta interpretação, embora Kant não associe os objetos geométricos a uma substância, ele associa os objetos geométricos instanciados a partir de construções *a priori* a maneira como percebemos os objetos, e isto garantiria a realidade objetiva dos juízos geométricos. Como Hintikka propõe, Kant associa a maneira como instanciamos objetos geométricos à maneira como percebemos objetos particulares, seguindo a antiga concepção aristotélica de como podemos conhecer objetos particulares. Pelo mesmo motivo é possível associar a interpretação tradicional de Kant à concepção aristotélica de ciência demonstrativa.

1-3 A concepção tradicional aristotélica da filosofia da geometria de Kant

Em *Segundos Analíticos*, Aristóteles discute as características básicas dos primeiros princípios que constituem as ciências demonstrativas: existem premissas sobre gêneros (propriedades essenciais), noções comuns e premissas sobre propriedades ou atributos que fixam o significado dos termos empregados.

> Toda ciência demonstrativa tem a ver com três coisas, [1] A coisa que é assumida existir, a saber, o gênero (matéria) em cada caso, as propriedades essenciais do que a ciência investiga [2] Os chamados axiomas comuns, que são a fonte primária de demonstração, e [3] as propriedades em que o que é assumido é apenas o significado do respectivo termo usado (Segundos analíticos, I, 10, 76b)

Em linhas gerais, pode-se associar esses princípios primeiros aristotélicos com os empregados por Euclides. Neste caso, (2) os axiomas comuns pertencem a todas as ciências e são princípios auto-evidentes que não exigem prova, são equivalentes às noções comuns de Euclides como “Se coisas iguais são adicionadas a coisas iguais, os todos são iguais**”.** As premissas que fixam atributos (3) são equivalentes às definições de Euclides. Já as premissas essenciais (1) são equivalentes aos postulados de Euclides; são princípios que também não requerem prova, os geômetras devem aceitá-los incondicionalmente, embora não sejam auto-evidentes. São princípios que caracterizam uma ciência particular. De acordo com a concepção de Aristóteles o papel destas premissas essenciais é o de estabelecer o domínio ontológico da ciência demonstrativa em questão. Estes princípios enunciam as propriedades essenciais que definem o campo de investigação da ciência:

“Uma ciência singular é aquela cujo o domínio é um gênero singular” (Segundo Analíticos. I, 28, 87a). No caso da geometria Euclidiana, são os postulados que enunciam a estrutura essencial do espaço[5].

Os postulados euclidianos são princípios que assumem a existência de certa estrutura, o geômetra assume esses princípios como *dados*. Do ponto de vista da concepção aristotélica de ciência, não é o papel do geômetra investigar se esses princípios são reais ou fictícios. A justificação dos postulados é o papel de uma meta investigação sobre os fundamentos da ciência demonstrativa. Segundo Evert Beth, foi Aristóteles quem inaugurou as discussões sobre a justificação dos princípios da ciência, de modo que a teoria tradicional de fundamentação das ciências demonstrativas segue o modelo aristotélico (cf Beth, 1966, p.33). A justificação dos princípios particulares das ciências demonstrativas supõe uma metafísica, no caso de Aristóteles a geometria é fundamentada pela a sua concepção de substância, assim os postulados caracterizam a propriedades (a forma) da matéria noética. Para Aristóteles, a geometria estuda as propriedades abstratas que pertencem à uma matéria noética, que não é uma matéria física. Aristóteles assume tal concepção de matéria, pois ele não pode conceber propriedades (formas) sem uma matéria, devido à sua concepção de substância[6]. De acordo com Beth, essa concepção aristotélica de ciência demonstrativa e justificação filosófica tem influência sobre as principais concepções na história da filosofia:

> Sua doutrina [Aristóteles], de acordo com a qual a ciência inicia de um certo número de noções fundamentais e esses fundamentos que nenhuma investigação científica pode refutar ou mesmo modificar ou restringir como campo de sua aplicação, geralmente sempre foi aceita, não obstante a divergência de opiniões quanto a real enumeração dos princípios e a explicação da sua origem. Neste contexto, Descartes' *"innate ideas",* Leibniz' *"primae veritates",* Kant *"juízos sintéticos a priori"* devem ser mencionados pela maioria das escolas na filosofia, as noções fundamentais e essas da lógica e matemática, junto com a noção e lei de causalidade, estão incluídas entre os princípios (Beth,1966, p.36-37).

[5]Nesta associação entre a estrutura das ciências demonstrativas de Aristóteles e a geometria euclidiana sigo Hintikka (1972).

[6] Jonanthan Lear apresenta uma concepção distinta. Para ele, Aristóteles defende que as propriedades geométricas pertencem aos objetos físicos, ao passo as propriedades geométricas que não podem ser instanciadas fisicamente, tal como ser triangular (que não é o isósceles, equilátero, escaleno) é uma ficção heurística (1982, p.175).

O papel da investigação metafísica em filósofos como Leibniz e Descartes tem a função de justificar os primeiros princípios fundamentais da ciência, seguindo, portanto, a concepção aristotélica de fundamentação metafísica da ciência. E de acordo com Beth (1966, p.41-47), isso também ocorre em Kant. De fato, a interpretação tradicional de Kant sobre a fundamentação da geometria atribui a ele o modelo de Aristóteles, onde o idealismo transcendental de Kant é concebido como uma metafísica da experiência, no sentido que vimos Hintikka atribuir a doutrina da *Estética Transcendental* como justificação da realidade objetiva de particulares ao associar a intuição pura com a percepção sensível, o único modo de obter objetos. Dessa maneira, na fundamentação da geometria kantiana, estabelecer como os juízos sintéticos *a priori* da geometria são possíveis significa apresentar o domínio real de entidades para o qual os postulados euclidianos representam o gênero. Nessa concepção, a fundamentação filosófica de Kant da geometria estabelece que a intuição pura espacial, enquanto condição subjetiva da representação de indivíduos (ou percepção de particulares), é o fundamento da geometria. Sendo assim, a intuição pura do espaço é uma estrutura ou domínio real, isto é, o fundamento que garante a realidade objetiva da geometria. Os axiomas e os teoremas geométricos são *a priori* na medida em que captam ou expressam propriedades deste domínio que é dado na sensibilidade pura. Tal modelo de interpretação segue, portanto, a concepção tradicional de fundamentação de ciência dedutiva desde Aristóteles. A revolução copernicana de Kant se diferencia de outros projetos de fundamentação da ciência na medida em que a justificação da objetividade assenta sobre condições subjetivas e não sobre concepções de substâncias.

Para ilustrar esta interpretação da doutrina da intuição espacial kantiana, vale citar outros dois autores. Na concepção de Lewis White Beck, a intuição do espaço tem o papel de garantir a realidade dos axiomas geométricos. Para Beck, os axiomas são estabelecidos através de construções intuitivas, que não são meras estipulações arbitrárias (ou convenções), mas uma determinação de uma propriedade real (1992, p.359). A validade universal e necessária da matemática é assegurada na medida em que os axiomas expressam propriedades reais da intuição pura (Beck, 1992, p.359). A interpretação de Beck assume que a intuição pura do espaço é o fundamento real dos axiomas/postulados da geometria. Já para Gordon Brittan a intuição pura assegura a realidade objetiva da geometria na medida em que descreve mundos possíveis, de modo que as proposições da geometria têm um valor de verdade que não se refere a uma entidade real, ou a um estado real de coisa, mas a possíveis estados reais de coisas. O caráter *a priori* da geometria euclidiana é assegurado pela intuição pura que descreve mundos realmente possíveis: "Kant quer dizer que a geometria euclidiana é *a priori* não somente no sentido que ela descreve um conjunto de mundos possíveis, mas que a geometria descreve o conjunto de mundo "realmente possíveis", isto é, mundos que nós somos capazes de experimentar, e *a fortiori* o mundo real " (Brittan, 1978, p.81). Esta interpretação de Brittan assume que geometria se refere ou descreve um domínio de entidades em conformidade com a concepção de Aristóteles: "Para Euclides, Aristóteles, e eu tenho sugerido, para Kant, a geometria matemática tem uma matéria que é postulada. Dizer o que é a matéria de um conjunto de proposições é indicar a classe de mundos possíveis na qual essas proposições seriam verdadeiras" (Brittan, 1978, p.78). Assim, vemos que estes interpretes supõem que o que garante a realidade objetiva da geometria é a intuição pura, a qual, de maneira geral, descreve entidades reais. Seguindo, portanto, a concepção de Aristóteles de fundamentação das ciências demonstrativas. A diferença é que ao invés de um fundamento ontológico para os primeiros princípios da geometria, a doutrina da intuição pura é o fundamento epistêmico ou fenomenológico dos postulados geométricos, na medida em que são condição necessária para a representação dos objetos externos (cf, Beck, 1992, p.359-360).

De acordo com esta interpretação, a resposta de Kant à questão "como a matemática é possível?", ou mais especificamente no que estamos interessados aqui como a geometria é possível? Supõe, conforme a filosofia transcendental exige, explicar como o os juízos sintéticos *a priori* geométricos têm realidade objetiva. Kant deve justificar a geometria ao estabelecer um domínio de entidades reais aos quais os juízos geométricos se referem. Tal domínio não são as formas substanciais de Aristóteles, mas encontra-se no sujeito; a intuição pura do espaço, como condição formal de apreensão dos fenômenos.

1-4 A concepção tradicional de Kant *versus* a metamatematica de Hilbert

Também podemos expressar a posição destes autores dizendo que eles interpretam a fundamentação da geometria kantiana como oposta a fundamentação formal como a da metamatemática de Hilbert. Para Beck e Brittan a intuição pura é o modelo *a priori* dos axiomas geométricos e é o que garante a realidade objetiva da geometria, que contrasta com a fundamentação formal de Hilbert. Para estes estudiosos de Kant, o caráter sintético da geometria se deve aos axiomas, que são juízos sintéticos *a priori* que expressam a estrutura básica da intuição pura do espaço, os teoremas geométricos são deduzidos por inferência baseadas no princípio de não-contradição (Cf. Beck, 1967, p.19 e Brittan, 1978, p.55-56)[7]. Neste caso, a geometria é um sistema dedutivo, onde os teoremas são obtidos por operações de lógicas, porém derivados de axiomas sintéticos. O papel da intuição é o de assegurar o significado dos axiomas. A intuição é o modelo que garante a verdade *a priori* de todas as proposições do sistema geométrico. Os axiomas captam a estrutura fundamental da intuição espacial, ao passo que os teoremas são deduzidos por operações lógicas que mantêm o valor de verdade dos axiomas.

Esta interpretação de Kant aproxima-se da concepção de Frege sobre a fundamentação da geometria. Para Frege os axiomas são proposições em que seu significado garante a verdade de todo sistema de proposições geométricas. O significado expresso pelos axiomas determina a estrutura formal do sistema axiomático. Em Hilbert ocorre o justo contrário, a estrutura formal do sistema axiomático formal determina a classe dos objetos geométricos. A posição de Frege em relação à concepção axiomática da geometria ilustra a posição dos interpretes de Kant sobre a fundamentação da geometria na

[7]Segundo Beck e Brittan, os teoremas geométricos, para Kant, são obtidos por inferência lógicas segundo o princípio de não contradição, ou seja, os teoremas são deduzidos analiticamente dos axiomas, que são sintéticos e *a priori*. Não pretendemos discutir detalhadamente a tese de Beck e Brittan sobre o procedimento de prova dos teoremas geométricos, porém no decorrer da deste trabalho ficará clara a nossa posição contrária. De todo modo, segue a passagem de Kant que abona esta concepção: “Como se reconheceu que os raciocínios dos matemáticos se processam todos segundo o princípio de contradição (o que é exigido pela natureza de qualquer certeza apodítica), julgou-se que os seus princípios eram conhecidos também graças ao princípio de contradição; nisso se enganaram os analistas, porque uma proposição sintética pode, sem dúvida, ser considerada segundo o princípio de contradição, mas só enquanto se pressuponha outra proposição sintética de onde possa ser deduzida, nunca em si própria (KrV, B14).

filosofia transcendental. A crítica de Frege à fundamentação da geometria de Hilbert é a de que se axiomas não possuem conteúdo (isto é, são formais) não é possível fazer inferências, ou melhor, não é possível derivar teoremas de sentenças sem conteúdo: "Então no caso dos pseudo-axiomas, não existe nenhum pensamento afinal, e consequentemente nenhuma premissa. Portanto, quando parece que Mr. Hilbert usa seus axiomas como premissas de inferências e aparentemente baseia provas sobre eles, essas inferências e provas podem somente ser aparentes" (Frege, 1971. p.86). O que caracteriza a inferência formal no sistema geométrico é que ela deve conduzir o conteúdo (pensamento) dos axiomas, premissas, para os teoremas, a conclusão. Michael Detlefsen explica esta concepção de Frege da seguinte forma:

> O conteúdo no raciocínio matemático e prova é inerente e tem um caráter essencial. Raciocínio e prova são processos cujo propósito é produzir juízos seguros (i.e., afirmações com conteúdo proposicional ou pensamentos) chamados "conclusões". Eles empreendem este propósito por exibir o pensamento do conteúdo de uma conclusão como implicados logicamente pelos conteúdos de um grupo de juízos justificados anteriormente chamados "premissas". Essas premissas são compostas de um grupo de juízos chamados "axiomas" – os quais possuem o conteúdo evidentemente verdadeiro. Os axiomas, assim, formam o conteúdo dos juízos fundamentais da matéria que está sendo investigada. (2005, p.302-303).

A fundamentação da geometria que Brittan e Beck atribuem a Kant está em consonância com a concepção proposicional dos axiomas de Frege. Brittan apresenta uma crítica à concepção de uma geometria pura (não interpretada)[8] com base na concepção

[8]A discussão entre Frege e Hilbert sobre os fundamentos da geometria ocorreu no início do século XX. O uso das geometrias não-euclidianas feita por Einstein suscitou uma nova abordagem do problema, principalmente pelo círculo de Viena, a partir da distinção entre geometria pura e geometria aplicada. A geometria pura é o sistema axiomático com sentenças não-interpretadas, é *a priori* na medida em que apenas contém a estrutura formal do sistema dedutivo das sentenças. A geometria aplicada é a interpretação empírica dos axiomas, é sintética e representa um modelo físico do espaço que pode ser confirmado pela experiência. Ernest Nagel resume bem esta concepção: "A maior importância em distinguir entre geometria como disciplina cujo único fim é descobrir o que está logicamente implicado pelo os axiomas ou postulados, e a geometria como uma disciplina que busca produzir asserções verdadeiras materialmente sobre um assunto empírico específico. No primeiro caso, os matemáticos exploram relações lógicas entre as afirmações somente na medida em que as últimas são instâncias de afirmações formais, assim que o significado dos termos específicos são em princípio irrelevantes. No último caso, os termos não-lógicos que ocorrem nos axiomas e teoremas devem ser associados com elementos definidos em alguma matéria, de modo que a verdade ou falsidade de várias afirmações pertencentes ao sistema podem ser adequadamente investigados. A geometria quando estudada no primeiro sentido como simples sistema dedutivo é no mais das vezes chamada geometria pura, quando

proposicional da geometria, que ele atribui a Kant e Frege (Cf. Brittan, 1978, p.79-81). Para Beck, os axiomas geométricos, enquanto princípios sintéticos *a priori*, captam o conteúdo real da intuição sensível espacial.

> Matemática era para ele [Kant] conhecimento objetivo. Por isso ele concebeu os axiomas como proposições, não como proposta. [...] para Kant, definições matemáticas reais são possíveis, porque a definição cria o objeto [...] mas o objeto não é um produto lógico arbitrário de propriedades independentes escolhidas subjetivamente. Definir um conceito matemático é prescrever regras para sua construção no espaço e no tempo. Tal definição é uma proposição sintética, porque a determinação espacial da figura não é uma consequência lógica do conceito mas é uma condição real da sua aplicação. A propriedade real se junta às propriedades lógicas sinteticamente, não analiticamente (Beck, 1992, p.359-360).

De modo geral, esta maneira de interpretar Kant e a concepção fregeana da fundamentação da geometria são herdeiras da concepção aristotélica de ciência demonstrativa e é muito clara em Leibniz, a quem Kant principalmente se opõe em relação à fundamentação da matemática. O conteúdo real expresso pelos axiomas captura as propriedades essenciais que definem o campo de investigação da geometria. Claro, a intuição pura do espaço não é o gênero abstraído de uma substância aristotélica, mas a intuição do espaço representa uma abstração da sensibilidade humana[9].

---

estudada no segundo sentido como sistema de verdades factuais, é geralmente chamado geometria aplicada ou física" (Nagel, 1961, p.220-221).

[9]Graham Bird, em conformidade com a concepção de Beck e Brittan, expressa essa concepção assumindo que a geometria euclidiana é uma abstração da intuição empírica Geometria euclidiana aparece representação esquemática formal e abstrata do espaço na nossa experiência e da nossa experiência espacial. Sua distinção entre matemática pura e aplicada não é um contraste contemporâneo entre um sistema formal não-interpretado e um a *posteriori* realização dele na experiência, mas entre representação abstrata e uma concreta da nossa experiência" (Bird, 2006, p.156).

1-5 Kant e o espaço metafísico da modernidade: Descartes, Newton e Leibniz

Uma teoria metafísica que busca justificar a geometria deve estabelecer as propriedades ou a natureza dos objetos geométricos. Assim, na concepção aristotélica os postulados geométricos estabelecem as formas da matéria noética, em Descartes as formas geométricas são modos da substância extensa, em Newton, as formas geométricas são produtos da mecânica racional gerada pelo intelecto divino. Como vimos, atribui-se a Kant a concepção metafísica de que a geometria é uma projeção mental sobre a natureza, isto é, o espaço geométrico é uma propriedade da mente, que possui a capacidade construir os particulares dados na experiência. Propomos que o idealismo de Kant não é metafísico e, portanto, não pretende estabelecer a natureza dos particulares na percepção, mas o espaço geométrico kantiano pretende justificar propriedades do sistema geométrico, vale dizer, a intuição pura do espaço pretende estabelecer propriedades dos juízos geométricos. De todo modo, o texto de Kant sugere que ele propõe o problema como um metafísico: "A geometria é uma ciência que determina sinteticamente, e contudo *a priori*, as propriedades do espaço. Que deverá ser portanto, a representação do espaço para que esse seu conhecimento seja possível?" (KrV, B 41). Parece que Kant pretende estabelecer a natureza do espaço para justificar o caráter sintético e *a priori* da geometria, isto é, Kant quer justificar o sistema geométrico a partir das propriedades do objeto da geometria: o espaço, que é uma intuição e deve se encontrar em nós *a priori* (KrV, B 41), enquanto propriedade formal do sujeito (KrV, B 41). Embora pareça que a tese da idealidade transcendental do espaço seja apenas mais uma alternativa metafísica para explicar a realidade dos objetos geométricos, pretendemos mostrar que a alternativa de Kant para a representação de espaço não visa explicitar a natureza dos objetos geométricos, mas sim do sistema de proposições geométricas.

Na exposição metafísica do conceito de espaço Kant propõe três alternativas para representação do espaço e de tempo:

> Que são então o espaço e o tempo? São entes reais? Serão apenas determinações ou mesmo relações de coisas, embora relações de espécie tal que não deixariam de subsistir entre as coisas, mesmo que não fossem intuídas? Ou serão

> unicamente dependentes da forma da intuição e, por conseguinte, da constituição subjetiva do nosso espírito, sem a qual esses predicados não poderiam ser atribuídos a coisa alguma? (KrV, B 38-39).

Em geral entende-se que a primeira alternativa se refere à concepção newtoniana de espaço e tempo absolutos, e a segunda à concepção relacional de Leibniz e a terceira, evidentemente, ao idealismo transcendental. Vamos considerar que as duas primeiras concepções de espaço representam de modo geral duas maneiras distintas de conceber o espaço geométrico, a concepção newtoniana e a concepção racionalista, que pelo texto de Kant se aproxima mais da concepção de Leibniz, embora possa se atribuir em um aspecto essencial também Descartes. Estas duas concepções de espaço geométrico foram estabelecidas no início da modernidade para fundamentar a nova concepção de análise matemática, que exigia uma nova maneira de se pensar as entidades matemáticas. Aqui, portanto, vamos estabelecer as diferentes concepções sobre o espaço geométrico tendo em vista as questões que envolviam a *Logistica Speciosa*, como era chamada a análise matemática no início da modernidade. Isso nos parece natural, tendo em vista que a concepção kantiana de espaço geométrico é estabelecida pela *Synthesis Speciosa* e que o próprio Kant defende como oriunda dos métodos geométricos.

De modo geral, para os matemáticos racionalistas ou newtonianos o espaço como fundamento da análise matemática moderna é entendido como uma estrutura em que é possível captar as quantidades a partir de equações algébricas. As quantidades podem ser entendidas como objetos puramente racionais ou derivados movimentos mecânicos. A diferença da interpretação kantiana é que o espaço como estrutura quantificada, ou geométrica, não é um objeto intelectual e nem um objeto empírico, mas é um produto produzido pelo entendimento mediante a imaginação, ou seja, o espaço, não é um ser da razão (Leibniz) e nem um ser real em si (Newton), o espaço é um ser da imaginação. Ou seja, 1) embora, para Kant, o espaço seja constituído a partir do entendimento, ele não é intelectual: a imaginação não possui um aspecto meramente auxiliar como em Descartes e Leibniz, para quem o entendimento contém o real significado da extensão, em Kant a imaginação constitui o real significado da quantidade, que sem isso é um conceito vazio. 2) Por outro lado, o espaço não é produzido pela imaginação mediante a abstração de alguma estrutura real (tal como para o empirista), mas depende das categorias de quantidade que é um elemento puro; intelectual. O problema é entender como um construto puro (não empírico) da imaginação pode assegurar a realidade objetiva da geometria. Acreditamos que a alternativa adequada para que a tese de Kant faça sentido é supor que o conceito de realidade objetiva não é o tradicional. Isto é, a revolução copernicana de Kant não é sobre conceber uma metafísica da experiência em que se estabelece a realidade objetiva a partir de propriedades da mente humana. A revolução copernicana modifica o conceito de objetividade. Nesse caso, o papel do espaço não é ser um ente da razão e nem um ente real que justifique os teoremas e as equações algébricas da análise matemática moderna. O espaço kantiano é uma estrutura metateórica da análise matemática moderna. Kant pretende mostrar que as operações primitivas da análise matemática são suficientes para determinar todos os juízos matemáticos. A imaginação estabelece a significação ao construir um universo do discurso formal que capta as relações quantitativas.

Como temos enfatizado, uma fundamentação metafísica da geometria estabelece a natureza dos objetos geométricos. Objetos geométricos são pontos, linhas, extensões, volumes, que desde Aristóteles são ditas grandezas contínuas[10], de modo que estabelecer o que é o espaço geométrico é o mesmo que estabelecer o que são as grandezas contínuas. Em geral as entidades matemáticas eram concebidas até o início da modernidade a partir da concepção aristotélica em que os objetos geométricos eram concebidos como grandezas contínuas e os números e as operações aritméticas eram concebidas como grandezas descontínuas, o número é sempre entendido como uma unidade de alguma coisa, conforme Klein explica: “Na raiz desta concepção aristotélica está o significado de *arithmos*; a asserção que certas coisas estão dadas em um certo número significa somente que tal coisa está dada apenas nesta multidão exata: Ser dado em número é ser algum número de um dado objeto” (Klein, 1992, p. 124). Em geral, a aritmética funcionava como

[10] Segue a passagem de Aristóteles: “Isto é como o estudo do matemático das abstrações; pois neste estudo ele elimina todo o sensível, como, por exemplo, iluminação, dureza, e seus contrários, calor também, frio e todas outros sensíveis contrários, deixa somente a quantitativa e continuas, algumas coisas sendo contínuas em um modo, algumas em dois modos e algumas em três modos: estudar o atributo dessas coisas na medida em que são quantitativas e continuas mas com referência a nada mais, e investiga no caso de alguma delas sua posição relativamente a outra e os fatos que seguem-se daí, em outros casos sua comensurabilidade e incomensurabilidades, em outros as suas razões: nós estabelecemos isso numa e mesma ciência, a saber a geometria” (Aristóteles, Metafísica, K. 3. I061a28 - b7).

uma métrica da geometria, assim o número e operações aritméticas, como a multiplicação, envolvia a intuição espacial geométrica, como linhas e pontos. Cito a concepção aristotélica de aritmética, pois representa a concepção grega da relação entre aritmética e geometria, principalmente a euclidiana, que pode ser encontrada nos livros VII a IX dos *Elementos*, onde os objetos geométricos são o fundamento das operações aritméticas, de modo que os números são representados por segmentos de linha, por exemplo, ao invés de dizer "é um múltiplo de" Euclides utiliza "é medido por" (Boyer, 1991, p.114-115).

Na modernidade, com o surgimento da análise matemática e da geometria analítica de Descartes, a relação entre o cálculo aritmético e algébrico e a geometria muda completamente. Para Descartes, as operações algébricas são o fundamento das relações geométricas. Todas as grandezas/quantidades são entendidas a partir de relações algébricas. A abstração é completa. E esta inversão na relação entre operações algébricas/aritméticas gera uma inversão na fundamentação da geometria, pelo menos para os racionalistas. O entendimento puro surge como o fundamento para o conhecimento de todas as entidades e operações matemáticas. A principal tese que dirige Descartes em sua concepção matemática é que todas as propriedades dos objetos matemáticos são obtidas pelo intelecto. A proposta de Descartes é intelectualizar as bases da matemática retirando os procedimentos construtivos da geometria grega. Descartes assume que a extensão só pode ser concebida com o auxílio da imaginação, como propriedade abstraída dos corpos (Descartes, AT X, 441-444)[11], no entanto o real significado do conceito de extensão provém do entendimento puro, ou seja, embora representemos os objetos geométricos pela imaginação, o real significado das relações geométricas só pode ser estabelecido pelo entendimento puro[12] (Descartes, AT X, 444-445). Em *Regras Para Direção do Espírito*, Descartes apresenta uma tese em que a fonte de toda a verdade e raciocínio matemático tem

[11] As seguintes referências das passagens de Descartes foram feitas a partir de "DESCARTES, René. Oeuvres de Descartes. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, 1996. 11 vol. Publiées par Charles Adam e Paul Tannery". Embora se tenha utilizado a tradução portuguesa e inglesa.

[12] A seguinte passagem Descartes propõe que real significado da extensão só é captado pelo entendimento puro, e não pela imaginação. "Por fim, se dissermos: *a extensão não é o corpo,* então a palavra extensão toma-se num sentido completamente diferente do que acima se expôs. E neste significado não há ideia particular que lhe corresponda na fantasia, mas toda esta enunciação provém do entendimento puro, que é o único que tem o poder de isolar seres abstratos desta espécie. Esta é uma ocasião de erro para muita gente: não notam que a extensão tomada neste sentido não pode ser captada pela imaginação, e representam-na por uma verdadeira ideia" (Descartes, AT X, 444-445).

origens no entendimento. A fonte da evidência matemática é a intuição intelectual ao passo que a dedução são as operações algébricas que permitem obter a verdade de proposições que não são claras à primeira vista. Segundo Descartes,

> Por *intuição* entendo [...] o conceito da mente pura e atenta tão fácil e distinto que nenhuma dúvida nos fica acerca do que compreendemos [...] Assim, cada qual pode ver pela intuição intelectual que existe, que pensa, que um triângulo é delimitado apenas por três linhas, que a esfera o é apenas por uma superfície, e outras coisas semelhantes, que são muito mais numerosas do que a maioria observa, porque não se dignam aplicar a mente a coisas tão fáceis (Descartes, AT X, 368).

Já a Dedução Descartes descreve como um movimento da inferência da mente que conclui não silogisticamente (dialética), mas algebricamente (Descartes, AT X, 372). Pela dedução

> entendemos o que se conclui necessariamente de outras coisas conhecidas com certeza. Foi imperioso proceder assim, porque a maior parte das coisas são conhecidas com certeza, embora não sejam em si evidentes, contanto que sejam deduzidas de princípios verdadeiros, e já conhecidos, por um movimento contínuo e ininterrupto do pensamento, que intui nitidamente cada coisa em particular: eis o único modo de sabermos que o último elo de uma cadeia está ligado ao primeiro, mesmo que não aprendamos intuitivamente num só e mesmo olhar o conjunto dos elos intermédios, de que depende a ligação; basta que os tenhamos examinado e que nos lembremos que, do primeiro ao último, cada um deles está ligado aos seus vizinhos imediatos" (Descartes, AT X, 369).

Uma intuição clara e distinta é uma ideia cuja representação não necessita de nenhuma justificação, a verdade do juízo que expressa, por exemplo, que um triângulo possui três lados, ou que 3+1=4, é clara e distintamente captada pelo entendimento. Ao passo que a dedução é o processo pelo qual o entendimento pode captar a verdade de ideias que não se apresentam clara e distintamente, porém mediante um processo, ou uma cadeia de raciocínios, determina com clareza e distinção a verdade da ideia, que antes era obscura e confusa. Este processo de raciocínio nada mais é do que o desenvolvimento de operações algébricas a fim de determinar um termo desconhecido = X (uma ideia obscura). Ou seja, a dedução pode ser representada pelo desenvolvimento de raciocínios algébricos. Embora, a intuição e a dedução tenham sede no entendimento puro, Descartes não identifica a intuição como fundamentada em algum princípio lógico, e nem concebe as operações algébricas como redutíveis a operações lógicas (Descartes, AT X, 372).

Já para Leibniz o espaço nada mais faz do que estabelecer a ordem da coexistência dos seres, de modo que o espaço é distinto das propriedades reais dos corpos, como por exemplo, a extensão, nesse sentido o espaço é um mero ser de razão, uma abstração feita pela imaginação, uma coisa ideal como os números (Vailati, 1997, p.111). A diferença entre Leibniz e Descartes é que último propõe uma identidade entre espaço e matéria, ou melhor, a extensão como atributo fundamental da matéria, de maneira que não é cartesiana a tese do espaço relacional. Porém, assim como Descartes, Leibniz propõe que o real significado dos conceitos geométricos é dado pelo entendimento, embora a imaginação seja fundamental na representação da possibilidade do objeto do mesmo modo que em Descartes. Descartes propõe que o entendimento puro é a fonte de toda a verdade, e exclui das características fundamentais deste entendimento qualquer princípio ou operação lógica, o que estabelece a evidência das ideias claras e distintas são operações algébricas (não-lógicas) e uma faculdade, a capacidade de intuir intelectualmente. Leibniz, por outro lado, também estabelece a fonte da verdade no entendimento puro, porém através de princípios e operações lógicas. A fonte de toda evidência, ou a fonte de toda a verdade é o princípio de não-contradição ou o seu equivalente, o princípio de identidade. Assim, o fundamento de toda a matemática é a lógica. Em Descartes, ideias claras e distintas representam um conhecimento intuitivo do entendimento puro. Para Leibniz a distinção de uma ideia tem origens em procedimentos lógicos feitos pelo entendimento. Para Leibniz, as ideias claras não dependem exclusivamente do entendimento, podem representar qualidades sensíveis obtidas pela imaginação, como por exemplo, a ideia de azul. São ideias imaginárias, seres de imaginação, assim como o espaço que é obtido pela abstração da noção de lugar. A diferença é que a noção de espaço enquanto ente imaginário, próprio da geometria, além de ser uma ideia clara, também é uma ideia distinta, e o que caracteriza uma ideia distinta é justamente a definição feita pelo entendimento[13]. Uma definição para Leibniz explicita o

[13] "Deve existir um sentido interno onde as percepções dessas diferenças no sentido externo estão unidas. Isto é chamado imaginação, que compreende ao mesmo tempo os conceitos de particulares sensíveis, que são claros mas confusos, e o conceitos do senso comum, que são claros e distintos. E essas ideias claras e distintas

conteúdo contido no conceito definido. Ora, a definição de verdade leibniziana, baseada no princípio de identidade, diz justamente que a verdade de uma proposição está no fato do predicado estar contido no sujeito. A definição explicita o conteúdo contido na ideia, tornando-a distinta ou intelectual. A concepção de Leibniz será discutida com mais detalhes adiante, por enquanto o que queremos destacar é que a tradição racionalista concebe que o fundamento do conhecimento dos objetos matemáticos em geral está no entendimento puro. Foi o surgimento da análise matemática moderna que motivou o surgimento da concepção racionalista dos fundamentos da matemática.

No que se refere à tradição newtoniana - tendo em vista a fundamentação da análise matemática moderna representada principalmente por Clarke e Newton - ela propõe uma fundamentação empírica da matemática. As quantidades matemáticas são concebidas como derivadas empiricamente da estrutura mecânica da natureza. O espaço absoluto newtoniano é concebido como um atributo divino, contínuo, infinito e que tem uma estrutura invariável e não se altera e existe independente da presença de corpos (Vailati, 1997, p.110). Do ponto de vista da fundamentação da geometria, o espaço físico absoluto possui propriedades que garantem a existência das quantidades matemáticas produzidas pela mecânica. Para Newton, os objetos geométricos são produtos da mecânica racional, as quantidades geométricas (linhas, curvas, etc.) são produzidas pelo movimento divino e natural na mecânica dos corpos, ou pela imitação do homem por instrumentos como régua e compasso. Ou seja, o comportamento físico dos corpos regido por Deus no espaço absoluto é a garantia ontológica a geometria[14].

---

que estão sujeitas a imaginação são objetos das ciências matemáticas, a saber aritmética e geometria, que são ciências matemáticas puras, e sua aplicação a natureza, que produz matemática mista [tal como óptica, astronomia e foronomia]" (Leibniz, Sobre o que é independente do sentidos e da material, G V1 501: L 548).

[14]Conforme Guicciardini explica, para Newton a "Geometria imita os poderes construtivos de Deus. Figuras descritas mecanicamente, curvas em particular, são geradas por uma faculdade que imita a natureza e Deus. Neste sentido Newton declara que curvas geradas mecanicamente, superfícies e sólidos são "gêneses que existe *in rerum natura*". O fato que se pode estudá-las somente através de técnicas de aproximação, tal séries infinitas, surgem da limitação do intelecto humano, pois "nós, meros homens possuidores somente de uma inteligência finita, não podemos designar todos os seus termos nem captá-los como verificar exatamente as quantidades que nós desejamos deles". É interessante notar que o Deus de Newton concebido como um geômetra, antes do que como um calculador. Um supremo calculador poderia ser capaz de criar um mundo que funciona de acordo com a necessidade de um algoritmo. Um supremo geômetra, ao invés, atua livremente na natureza, criando regiões de espaço impenetrável, corpos em movimento, e intervindo no espaço e tempo absolutos no qual ele habita. (guicciardini, 2009, p.314).

Na seguinte passagem Kant expressa esse entendimento da concepção leibniziana e newtoniana da seguinte maneira: “[...] os que afirmam a realidade absoluta do espaço e do tempo, quer os considerem substância ou acidentes, têm que se colocar em contradição com os próprios princípios da experiência [...]” (KrV, A 39/B 58). Os que consideram o espaço como substância, Kant se refere à concepção newtoniana de espaço e tempo absolutos: “Se optam pelo primeiro partido tem (que geralmente tomam os físicos matemáticos) têm de aceitar dois não-seres eternos e infinitos, existindo por si mesmo (o espaço e o tempo)” (KrV A 39-40/B 56-57). Desse modo, a concepção newtoniana de espaço “[...] têm a vantagem de deixar o campo dos fenômenos abertos às proposições matemáticas. Em contrapartida, ficam muito embaraçados por essas mesmas condições, quando o entendimento pretende sair fora desse campo” (KrV, A 40/B 57).

Já os que consideram o espaço e tempo como acidentes, Kant está se referindo à concepção relacional de Leibniz:

> Se tomam o segundo partido (a que pertence alguns físicos metafísicos) e consideram o espaço e o tempo como relações dos fenômenos (relação de justaposição e sucessão) abstraídas da experiência (embora confusamente representadas nessa abstração) têm de contestar a validade das teorias matemáticas *a priori*, relativamente às coisas reais (por exemplo, no espaço), ou, pelo menos, a sua certeza apodítica, pois uma tal certeza apenas se verifica *a posteriori* [...] (KrV, A 40/B 56-57).

Kant entendia que a concepção de Leibniz, ao assumir que o espaço é a relação entre os fenômenos abstraídos pela experiência, era incompatível com a matemática. Por outro lado, a geometria e o espaço contínuo matemático, necessários para as operações geométricas, são verdades necessárias para Leibniz. E assim, para Kant, surge uma contradição na concepção de Leibniz, o espaço físico, onde estão presentes os fenômenos, não é o mesmo espaço contínuo dos geômetras. De fato, em Leibniz pode-se dizer que existem três regiões de objetos, objetos imaginários, objetos fenomênicos e as substâncias simples, as mônadas. No caso, Kant se refere ao fato do espaço geométrico ideal não ser isomórfico com o espaço fenomênico. As propriedades de infinitude e continuidade são essenciais ao espaço geométrico e não podem ser concebidas como propriedades da matéria, que de fato é concebida como discreta por Leibniz. As quantidades geométricas não são isomórficas com a matéria (Vailati, 1997, 118-119).

Conforme as passagens indicam, as duas concepções de espaço, de Leibniz e Newton, apresentam uma contradição do ponto de vista de Kant, pois consideram o contínuo matemático espacial ou como objeto do puro entendimento ou como coisa em si, isto é, consideram o espaço e tempo como entidades absolutas. No primeiro caso, não é possível dizer como a matemática aplica-se aos fenômenos físicos, no segundo caso, se tem a concepção de duas substâncias absolutas que permite aplicar a matemática à natureza, mas que não se compreende. Acreditamos que esta objeção de Kant do espaço e tempo newtoniano advém de Leibniz (na correspondência entre Leibniz e Clarke): espaço e tempo, sendo duas entidades absolutas, não é possível determinar suficientemente (princípio da razão suficiente) a posição e o lugar dos objetos no tempo e espaço, ou seja, como a razão permite explicar o porquê os objetos estão organizados de tal e tal maneira, o espaço e tempo como receptáculos absolutos não apresentam razões que permitam discernir a necessidade das relações de posição e sucessão dos objetos[15].

Assim, parece que Kant, ao se referir ao embaraço dos partidários da concepção newtoniana de espaço, está concordando com a objeção de Leibniz, não é possível compreender tal entidade absoluta. O que está em questão aqui é a noção de contínuo espacial, a ordem e a relação entre pontos, linhas e planos não pode ser justificada como dada no espaço e tempo como entidades em si, pois desse modo não concebemos a *necessidade* das propriedades e relações estabelecidas pelo contínuo espacial. O contínuo matemático é o principal problema que a justificação metafísica do espaço deve dar conta,

[15]A seguinte passagem apresenta a objeção de Leibniz a noção de espaço absoluto a partir do princípio de razão suficiente Eu digo, então, que se espaço fosse um ser absoluto, alguma coisa poderia acontecer para qual seria impossível que devesse existir uma razão suficiente – o que é contra o meu axioma. E eu provo isso assim: Espaço é alguma coisa absolutamente uniforme, e sem as coisas postas nele, um ponto do espaço não diferiria absolutamente em qualquer aspecto de todo qualquer outro ponto do espaço. Então, disso se segue (supondo o espaço ser algo em si, além da ordem dos corpos entre si) que é impossível que deverá haver uma razão por que Deus, preservando a mesma situação dos corpos entre si, deverá ter colocados eles numa certa maneira particular e não de outro modo – por que tudo não foi colocado de um modo inteiramente contrário, por exemplo, mudar o leste pelo o oeste" (Leibniz, 2000, 3:5, p.15). Observem a nota acima acerca da concepção de Newton acerca de Deus como Geômetra que atua livremente. É de fato a tese que serve de munição para o argumento de Leibniz.

pois com o desenvolvimento do cálculo, o problema das quantidades infinitamente pequenas ganha grande destaque. Embora do ponto de vista matemático o emprego desta noção seja frutífero, tanto concebida como infinitesimal (Leibniz) ou como limite, a velocidade instantânea de ponto em movimento (Newton), a questão metafísica de como se pode determinar, ou encontrar, tais entidades é o que promove as diferentes concepções metafísicas acerca da natureza da quantidade, do espaço e do tempo. Como veremos, Kant adota a concepção newtoniana de contínuo espacial, porém deflacionada da concepção de espaço e tempo absolutos. O contínuo espacial kantiano segue o modelo estabelecido por Newton no método de fluxões, porém Kant não justifica ontologicamente o procedimento construtivo newtoniano de conceber a geração contínua das quantidades e figuras geométricas, como veremos, Kant assume que a necessidade dos juízos matemáticos pode ser estabelecida metateoricamente, através da construção modelo-teorética de domínios do discurso.

1-6 Continuidade em Leibniz: fundamentação lógica da geometria

Diferentemente da tese newtoniana de espaço e tempo absolutos, a concepção de Leibniz de espaço contínuo não possui o problema de explicar ou estabelecer a necessidade das relações e propriedades entre pontos, linhas e planos: “Os segundos [partidários da concepção relacional], em relação a este último ponto [compreender a necessidade a partir do entendimento], é certo que tem a vantagem de não serem impedidos pela representação de espaço e de tempo, quando queiram ajuizar dos objetos, não como fenômenos, mas apenas na sua relação ao entendimento” (KrV, A 40/B 41). Aqui Kant está apenas dizendo que a concepção de Leibniz do espaço contínuo é obtida pelo mero entendimento, isto é, o conceito de um contínuo quantitativo espacial é estabelecido pelo entendimento puro sem ser obtido pela representação espacial empírica ou abstraída pela imaginação. A noção de contínuo espacial de Leibniz, como um mero ser de razão, segue principalmente da sua concepção algébrica. O conceito de contínuo espacial estabelecido pelo entendimento puro não recorre a representações imaginárias, mas a definições explicitas produzidas pelo entendimento através de fórmulas algébricas concebidas segundo o princípio lógico da identidade.

Pode-se pensar que a concepção leibniziana de espaço contínuo, como entidade ideal, portanto não real, é heurística. Isto é, a concepção de que o contínuo espacial é um modelo ficcional para justificar o cálculo. De acordo com Katz e Sherry, por exemplo, o espaço contínuo infinitamente divisível é baseado em um princípio heurístico da continuidade de Leibniz (2012, p.2) ao passo que as quantidades infinitesimais, necessárias na composição do contínuo espacial de Leibniz, não possuem referentes e, portanto, são ficcionais (2012, p.3). Assim o espaço contínuo de Leibniz possui o *status* ontológico de um ser meramente ideal (2012, p.4)[16]. Por outro lado, o princípio da continuidade é considerado fundamental na filosofia leibniziana, como princípio sistemático que vale para todas as regiões do ser (entidades ideais, entidades fenomênicas e para as mônadas), tal princípio é entendido como derivado do princípio da razão suficiente, portanto trata-se de um princípio metafísico, fonte da verdade e não meramente heurístico. Porém, o que reforça a interpretação heurística do contínuo matemático leibniziano é que este princípio não apresenta nenhuma justificação lógica ou epistemológica que garanta o contínuo espaço temporal. Assim, a partir da máxima "a natureza não faz saltos", Leibniz assume ficções como os infinitesimais, ou o infinitamente pequeno. Essa era a compreensão, por exemplo, de Hilbert e Russell, (cf. Moreira, 2010, p. 107-108)

Não cabe a este trabalho decidir ou propor uma interpretação alternativa a esta a partir de pressupostos interpretativos da filosofia de Leibniz, porém adotaremos uma interpretação distinta que concebe o espaço contínuo de Leibniz como uma verdade necessária da razão. "Continuidade uniformemente regulada, embora somente como alguma coisa suposta e como abstração, forma a fundamentação das verdades eternas e da ciência: é o objeto do entendimento divino como são todas as verdades" (G V11 564)[17]. Assumimos esta leitura de Leibniz porque é como Kant o entendia e é isto que nos interessa aqui. De

[16] A concepção de que o espaço contínuo e os infinitesimais são ficcionais pode-se também em Mcrae 1994, 186-187.

[17] Algumas referências aos textos de Leibniz foram feitas a partir da seguinte edição: "*G. W. Leibniz– Mathematische Schriften*" (Ed.: Gerhardt, C, I., George Olms Verlag. Hildesheim, 1971). Contudo, no presente trabalho apenas foram consultadas as traduções em inglês.

fato, Kant acredita que a concepção de Leibniz de contínuo matemático pode ser ajuizada pelo entendimento independente das condições sensíveis (KrV, A 40/B 41). E que para Leibniz, a totalidade da divisão do espaço (isto é, a densidade que constitui o contínuo espacial) é dada *a priori* no entendimento (KrV B 553-555). Nesse caso, diferentemente dos newtonianos que não conseguem justificar a necessidade *a priori* das relações e propriedades do contínuo espacial, os defensores da concepção leibniziana pretendem estabelecer o caráter *a priori* deste contínuo pelo mero entendimento. Isso significa que as verdades matemáticas geométricas e consequentemente o contínuo espacial geométrico são verdades necessárias da razão, válidas em todos os mundos possíveis. Como vimos, o que fundamenta o conhecimento intelectual são os princípios e as operações lógicas. Assim, para justificar como o contínuo geométrico de Leibniz poder ser estabelecido pelo entendimento puro, nós precisamos mostrar se é possível estabelecer a noção de contínuo matemático a partir da concepção leibniziana de lógica.

O conceito de contínuo geométrico em Leibniz é baseado na noção de infinita divisibilidade de uma extensão qualquer, de modo que quando a diferença entre duas instâncias numa dada série pode ser diminuída até vir a ser menor do que qualquer quantidade que seja, isto é, a diferença entre as instâncias na série pode ser tornada infinitamente pequena. Isso é possível através de uma sequência contínua dos valores na aproximação das duas instâncias. Leibniz formula essa concepção da seguinte maneira:

> Este princípio tem sua origem no infinito e é absolutamente necessário na geometria, mas é efetivo na física também, porque a sabedoria soberana, a fonte de todas as coisas, atua como um perfeito geômetra, observando a harmonia a qual nada pode ser adicionado. Isto é o porquê o princípio serve como um teste ou um critério pelo qual revela o erro de uma opinião mal concebida, mesmo antes de um exame penetrante interno iniciar. Isso pode ser formulado como se segue. *Quando a diferença entre duas instâncias numa dada série ou aquilo que está pressuposto pode ser diminuído até vir a ser tão pequeno que qualquer dada quantidade que seja, a diferença correspondente no que é buscado ou em seu resultado deve ou necessita também ser diminuída ou vir a ser menor do que qualquer quantidade que seja* (Leibniz, 1989, p.351).

Através desta noção de infinita divisibilidade que aproxima continuamente quaisquer duas quantidades, pode-se assumir que o contínuo geométrico de Leibniz possui densidade, que é a propriedade, em linhas gerais, de que entre quaisquer dois membros da cadeia, sempre existe um terceiro termo. De fato, a divisão pode levar a diferença a diminuir infinitamente, sem encontrar o termo que põe fim a série, ou que a torna descontínua. De acordo com Anapolitanos, pode-se dizer que a continuidade em Leibniz implica naturalmente na densidade (Anapolitanos, 1999, p.72). Ainda de acordo com Anapolitano, o contínuo leibniziano é em muitos aspectos equivalente ao contínuo matemático dos números reais que se pode encontrar na formulação de Cauchy-Bolzano-Weierstrass: “[...] densidade e sequência ou a completude de Cauchy são características do contínuo leibniziano, dado que esses contínuos são tradicionais, paradigmáticos, como por exemplo, é a linha real, o plano, ou a representação tri-dimensional do espaço euclidiano” (Anapolitanos, 1999, p.72).

O problema é entender como Leibniz pode fundamentar segundo princípios lógicos, portanto pelo entendimento puro, tal concepção de contínuo matemático. O desenvolvimento formal de uma teoria matemática que estabelece a noção de continuidade independente de representações figurativas espaciais só ocorreu com a formulação rigorosa do cálculo no século XIX, por outro lado, a concepção de um contínuo real, foi concebida por um sistema formal axiomático por Dedekind. Evidentemente Leibniz não possui uma lógica e uma notação formal capaz de estabelecer provas demonstrativas (como se buscou na contemporaneidade) e uma fundamentação formal do contínuo matemático. O que Leibniz pode nos fornecer é ao menos uma concepção filosófica que permita compreender como ele pensou a fundamentação lógica do contínuo matemático.

Seguindo Parkinson (2006, p.199), pode-se dizer que a concepção de lógica de Leibniz não é o estudo da estrutura do raciocínio válido, mas se trata de teoria sobre a natureza da proposição e da verdade. A forma proposicional deve ser a da relação sujeito e predicado, e a verdade da proposição é estabelecida se o predicado está contido no sujeito. Caso o predicado esteja contido no sujeito, segue que a afirmação está sob o princípio de identidade, o qual para Leibniz é o postulado ou axioma que produz a evidência intelectual intuitiva, que é o fundamento de toda a verdade. Assim, para se determinar o valor de verdade das proposições é necessário analisar o conteúdo do conceito posto na posição do sujeito a fim de se estabelecer a identidade entre o sujeito e predicado. O conteúdo do conceito é constituído de uma matéria, que são as notas características que constituem as partes que compõe um todo. Tais partes podem ser estabelecidas como espécies e gêneros. A diferença específica, a disposição, ou a ordem das notas características, chama-se forma do conceito. Ou seja, a matéria são conteúdos representados no conceito, ao passo que a forma determina as relações, disposições e diferenças das partes em gênero e espécie. Assim, a análise de um conceito deve estabelecer a sua definição, apresentando as relações das partes e estabelecendo as partes simples, ou indefiníveis. Partes simples são gêneros, ou primeiros termos, que a partir do processo de divisão lógica pode estabelecer o encadeamento das séries das espécies subalternas. Os gêneros também podem ser identificados com o todo e as espécies com as partes.

> Desde que tudo que existe ou que pode ser pensado deve ser composto de partes, reais ou ao menos conceitualmente, tudo que é diferente no gênero deve necessariamente diferir na medida em que tem outras partes, consequentemente a partir da compleição, ou situs, vale dizer, a partir da disposição (Leibniz, 1989, p.80).

O papel da análise lógica é, portanto, estabelecer a diferença específica dos conceitos organizando sistematicamente e continuamente a série das espécies que compõe o todo da série. A análise lógica determina a forma da matéria, assim estabelece a diferença das partes através da combinação de gêneros e espécies (compleição), bem como pela determinação da posição da parte no todo. Este último procedimento de diferenciação é o que mais nos interessa aqui. *Situs* é um procedimento de diferenciação específica que Leibniz define da seguinte forma:

> Situs é absoluto ou relativo; o primeiro é relação das partes com respeito ao todo, o último aquele das partes em relação as partes. No primeiro o número de lugares é considerado, e a distância do início e o fim; no último, nem o início nem o fim é considerado, mas somente a distância de uma parte de outra parte é concebida (Leibniz, 1989, p.77).

A diferença entre as partes no todo ou entre as partes é estabelecida pela posição das partes na série contínua de especificação, por exemplo, o conceito animal está distante *n* vezes do conceito de homem na série das partes que compõe o todo, o gênero dos seres vivos. Moreira (2010) apresenta uma fundamentação lógica para o princípio da continuidade em que a partir de uma notação lógica, em parte leibniziana e em parte aperfeiçoada por ela, permite compreender a possibilidade de se percorrer a série da divisão lógica que divide as espécies que compõem as partes de um todo conforme uma transformação contínua, isto é, a cada duas espécies existe uma diferença que pode ser percorrida e diminuída a uma diferença ínfima. O caráter técnico da interpretação de Moreira não será exibido aqui, porém segue uma passagem onde ela explica a noção de um contínuo conceitual:

> Se retomarmos a formulação do princípio já apresentada anteriormente[princípio da continuidade], notaremos que o que está em questão, e que constitui as condições de aplicação do princípio, consiste em uma relação entre casos consistente em que eles "se aproximam continuamente e se perdem enfim um no outro". Trata-se, portanto, de uma relação entre itens consoante a qual um é concebido como resultado de uma transformação do outro. Essa transformação configura um *movimento*, ainda que meramente imaginário, ocorrendo no interior de um gênero, de tal sorte que uma propriedade que o divide em espécies complementares seja concebida como passível de gradação, de modo a constituir tipos ou eventualmente subespécies em uma espécie (aquela que se determina pela posse efetiva da propriedade em questão) consoante os graus em que essa propriedade se apresenta. Por seu turno, aquela gradação é assumida como contínua, de maneira que, uma vez hierarquizadas as pretensas subespécies em uma série descendente, a série se revelaria igualmente contínua, e apresentaria como limite o que já não faz parte dela, a saber, aquela outra espécie do gênero, que se caracteriza por carecer da referida propriedade (Moreira, 2010, p.128).

O processo de divisão lógica divide um gênero em espécies, e divide uma espécie em subespécies, num movimento de transformação contínuo. A transformação no processo de divisão lógica estabelece a ordem ou a forma dos conceitos na série contínua. Cada propriedade, que determina uma especificação no interior de um gênero, é passível de uma gradação que gera subespécies, pois a propriedade pode se apresentar em graus distintos, gerando sub espécies, por exemplo, pode-se pensar a cor azul e a sua gradação (do tom mais escuro ao mais claro) como uma série de cores específicas contidas no conceito de azul, o qual está sob o gênero de cor. Todas as subespécies da cor azul se aproximam continuamente entre si, por outro lado, a sequência da série é descendente, e encontra o seu limite em outra espécie do gênero da cores, no nosso exemplo, o limite da gradação da cor azul escuro ao mais claro, pode ser uma gradação do branco, porém como se trata de uma sequência contínua, a subespécie considerada como limite deve ainda conter a propriedade azul, porém “infinitamente pequena”[18]. Um exemplo clássico da geometria é o estabelecimento das curvas cônicas através da transformação contínua:

> Nós sabemos que uma dada elipse aproxima-se de uma parábola tanto quanto se desejar, assim que a diferença entre a elipse e a parábola torna-se a menor do que qualquer diferença dada, quando o segundo *focus* da elipse é afastado o suficiente do primeiro *focus*, então os raios daquele distante *focus* difere das linhas paralelas por um valor tão pequeno como se pode desejar. E, como resultado, todos os teoremas geométricos que são provados para a elipse em geral podem ser aplicados à parábola por considerá-la uma elipse cujo o *focus* é infinitamente longe do outro, ou (para evitar o termo infinito) como uma figura que difere de alguma elipse por uma diferença menor do que qualquer diferença dada (Leibniz, 1989, p.352).

Quem primeiro tratou das curvas cônicas dessa forma foi Kepler. A geometria grega, principalmente na obra de Apolônio, sistematiza as curvas cônicas – o círculo, a elipse, a parábola e a hipérbole - a partir da ideia de secções cônicas, isto é, as curvas são geradas pelo “corte” numa figura sólida de um cone. Por outro lado, Kepler, a partir da noção de ponto focal, sistematiza as curvas cônicas a partir de uma transformação contínua: no círculo o ponto focal fica no centro, o deslocamento contínuo dos pontos focais gera as outras figuras - na elipse existem dois pontos a certa distância do centro, na parábola, os pontos ficam mais distante ainda e assim por diante. De acordo com Boyer, esta forma sistematizar as cônicas permitiu Kepler estabelecer espécies de curvas cônicas sob o gênero geral das cônicas[19]. Assim, pensando a partir da concepção do contínuo leibniziano, pode-

[18]Moreira explica da seguinte maneira a noção de limite: “Graças ao princípio de continuidade, porém, aquele “limite” da série poderia ser considerado equivalente a uma das subespécies nela contidas, qual seja, a subespécie suposta conter a propriedade *P* em grau “infinitamente pequeno”. E sendo equivalente a tal subespécie, aquele limite poderia ser abordado a partir das mesmas leis que regem as espécies contidas na série (2010, p.128).

[19]Boyer explica a novidade da concepção de Kepler exatamente como Leibniz concebeu a sistematização contínua das cônicas: “Visto que Apolônio estava inclinado a pensar as cônicas como três tipos distintos de curvas – elipse, parábola, e hipérbole – Kepler preferiu pensar cinco espécies de cônicas, todas pertencendo a uma família ou um gênero. Com uma imaginação forte e um sentimento pitagórico pela harmonia matemática, em 1604 Kepler desenvolveu para as cônicas o que nós chamamos o princípio de continuidade. Das uma secção cônica feita de duas linhas que se intersectam, na qual os dois focus coincidem no ponto de interseção, nós passamos gradualmente através de infinitas múltiplas hipérboles como um do focus distanciando-se do outro. Quando aquele focus está infinitamente distante, nós não temos mais duas ramificações de hipérbole mas a parábola. Como o focus motriz passa além do infinito e aproxima-se novamente do outro lado, nós

se dizer que o gênero pode ser representado pela noção de uma curva com pontos focais, e as espécies como as diferentes posições dos pontos focais em relação às curvas. Cada espécie possui uma série infinita de subespécies em que o limite da série é outra espécie, por exemplo, ao deslocarmos continuamente o ponto focal da elipse em direção ao centro curva, encontraremos sucessivas subespécies de elipses, cada vez mais próximas da figura de um círculo, até encontrarmos o círculo como limite.

Dada esta fundamentação lógica da continuidade, pode–se compreender um pouco melhor a concepção de Leibniz de que o princípio lógico da identidade é o fundamento da verdade matemática. A transformação, o movimento contínuo de se obter uma figura a partir de outra através da sucessiva modificação das formas, permite captar a propriedade invariante que deve ser enunciada em um teorema geométrico. Assim, a posição dos pontos focais na elipse é uma propriedade invariante que determina, ou define o que é uma elipse, esta propriedade vale para toda a série das subespécies de elipses. O procedimento de transformação de formas geométricas vem desde a antiguidade, e como veremos adiante, é a parte analítica do antigo método de análise e síntese dos gregos, por outro lado, possui uma versão algébrica analítica, criada por Descartes e Viète, e a partir do século XIX pode ser entendido como o procedimento de estabelecer um mapeamento entre conjuntos, a fim de se estabelecer relações isomórficas entre modelos. De todo modo, em todas essas versões, tal procedimento permite captar propriedades ou relações espaciais invariantes, isto é, estabelecer os teoremas geométricos. Para Leibniz a transformação nada mais é do que o procedimento de divisão lógica, que determina a diferenciação específica de gêneros, espécies e subespécies. Neste sentido, teoremas geométricos estabelecem a definição explicita dos objetos geométricos. O teorema determina a diferenciação específica, isto é, estabelece a forma da matéria que pertence ao conceito do objeto geométrico. Como vimos, a matéria do conceito são os gêneros que determinam o que é o objeto geométrico, e que a forma estabelece a relação deste conteúdo. Uma definição, portanto, explicita a matéria de um conceito e a sua posição na série da divisão lógica. Um teorema sobre as elipses explicita o conteúdo que vale para série total das subespécies de

---

passamos através de infinitas elipses até, quando o focus coincide novamente, nós encontramos o círculo" (Boyer, 2011, p.296-297).

elipses e que, por outro lado, a diferencia de outras espécies de curvas cônicas. Assim, os teoremas explicitam as propriedades dos conceitos, isto é, demonstram o que estava contido no conceito geométrico. A simples relação de identidade é suficiente para garantir o critério de verdade das proposições geométricas: todo teorema simplesmente explicita a matéria ou conteúdo do conceito matemático.

Considerando a geometria como uma ciência dedutiva, fica evidente que a concepção de Leibniz é similar a de Aristóteles, em que os primeiros princípios, os axiomas, devem estabelecer gêneros supremos que definem um domínio de objetos que a ciência particular deve estudar. Leibniz esboça um sistema geométrico em *Arte Combinatória* (1666) como exemplo da aplicação da *Charateristica Universalis*, que permite compreender a ideia de um sistema geométrico baseado em um sistema dedutivo a partir da combinação de gêneros e espécies, isto é, estabelecer a diferença específica a fim de produzir definições. Aqui não pretendemos discutir a notação que Leibniz pretendeu esboçar nesta formulação do sistema geométrico, mas destacar a concepção leibniziana de geometria fundamentada na divisão lógica de conceitos. Ao invés de iniciar o sistema a partir de princípios primeiros, Leibniz propõe que se inicie com termos primitivos, onde a primeira classe destes termos é constituída por termos indefinidos. Tais termos indefinidos equivalem aos primeiros princípios de Aristóteles, são gêneros supremos que estabelecem o domínio da composição dos conceitos, todos os conceitos pertencentes à geometria devem poder ser reduzidos a estes termos primitivos, vale dizer, todos os conceitos geométricos são compostos a partir dos termos primitivos. Tais termos são ditos indefinidos não porque não expressam um conteúdo (tal como a concepção axiomática do XIX compreendeu esta noção), mas porque, como fazem o papel de primeiros princípios, não podem ser definidos a partir de outros termos, a compreensão destes conceitos advém através de proposições reflexivas, isto é, de uma reflexão sobre eles mesmo, segundo o princípio lógico de identidade[20].

[20]Jaap Maap explica tal caráter reflexivo da compreensão dos termos primitivos da seguinte maneira: Nas proposições reflexivas "[...] a maneira de conceber uma coisa é o objeto do nosso pensamento, apenas como palavras podem ser matéria do discurso. Como Leibniz aponta em várias ocasiões, tais casos o princípio da substutividade não é aplicado. Então, proposições afirmam que um conceito é, por exemplo pensável, ou simples, ou possível, parece pertencer a classe das proposições reflexivas. Uma vez que isto é reconhecido, é

Em linhas gerais, o papel de uma *Arte Combinatória* aplicada à geometria é estabelecer um sistema que possa dar a determinação completa de qualquer conceito ou objeto geométrico. A *Charateristica Universalis* propõe uma linguagem capaz de determinar todo o conteúdo de qualquer conceito através da análise lógica, a geometria constituída segundo uma tal linguagem poderia estabelecer a determinação completa de todos os conceitos geométricos, todas as possíveis subespécies de formas ou figuras geométricas poderiam ser completamente determinadas, isto é, a análise lógica poderia expor todo conteúdo de qualquer conceito geométrico, de modo que todas as proposições geométricas podem ser demonstradas a partir do sistema combinatório.

1-7 A oposição de Kant à fundamentação lógica da geometria de Leibniz: a contrapartida dos incongruentes

Em a *Arte Combinatória* de Leibniz, o sistema axiomático da geometria é representado por uma formalização[21]. As propriedades primitivas são o ponto de partida para a dedução, ou derivação, das proposições geométricas e para composição de conceitos geométricos específicos. Os termos primitivos são a matéria da geometria, ao passo que as proposições geométricas derivadas estabelecem espécies e subespécies através de teoremas, portanto a derivação determina a forma lógica do sistema geométrico. Derivar proposições

---

fácil desistir de qualquer razão que se pode ter para supor que todo conceito que é pensável deve em si mesmo conter o conceito de pensável. Um vaga indicação que Leibniz eventualmente toma está posição é uma obscura nota dizendo que "simples noções não podem ser entendidas sem proposições adicionais, isto é, tal como são chamadas de reflexivas." (2004, p.315).

[21] A fim de caracterizar o funcionamento da *Charateristica Universalis* em a *Arte Combinatória*, Leibniz propõe um Ensaio improvisado sobre a geometria como sistema axiomático. Em tal ensaio ele estabelece 27 termos primitivos, o ponto de partida, que compõe a classe I, a classe II, III, e IV são termos estabelecidos a partir dos termos primitivos na classe. Leibniz formaliza os termos primitivos da seguinte maneira: "1. Ponto, 2. Espaço, 3. Entre, 4. Adjacente [...] 9. Partes . 10. Todo. 11. O mesmo. 12. Diferente; 13. Um; 14 número [...] 27. Contínuo". (Leibniz, apud, Maap, 2004, p.285) Citei apenas alguns termos primitivos para entendermos, a composição dos outro termos. Os numerais representam a formalização. Assim, a quantidade, que não é termo primitivo, mas derivado pertence à classe II e é definida da seguinte forma "Quantidade é 14 de 9" (Leibniz, apud, Maap, 2004, p.285), isto é, tendo em vista a simbolização dos termos primitivos a quantidade é o número das partes. Já o intervalo é 2.3.10, ou seja, o intervalo é um espaço (2) entre (3) o todo (10).

dos axiomas é estabelecer uma distinção, ou uma diferença específica. Como vimos, o fundamento da diferenciação específica é obtido pela análise lógica do conceito geométrico que se quer definir – isto é, a análise do conteúdo (matéria) – que contém as relações dos termos primitivos geométricos. É justamente a essa concepção de fundamentação da matemática que Kant dirige a sua ironia na doutrina do método:

> Dê-se a um filósofo o conceito de um triângulo e o encargo de investigar, à sua maneira, como pode ser a relação da soma dos ângulos desse triângulo com o ângulo reto. Nada possui a não ser o conceito de uma figura que está limitada por três linhas retas e nessa figura o conceito de igual número de ângulos. Pode então refletir tanto quanto quiser sobre esse conceito, que, a partir dele, nada produzirá de novo. Pode analisar e tornar claro o conceito de linha reta ou de ângulo ou do número três, mas não chegará a outras propriedades que não estejam contidas nestes conceitos (KrV, A 716/B744).

De acordo com a passagem, Kant está dizendo que o procedimento de divisão lógica, ou de combinação conceitual, estabelecido por Leibniz é incapaz, ou melhor, insuficiente, para estabelecer as relações e as propriedades geométricas. Estabelecer distinções lógicas pode tornar mais claro o conceito de triângulo, porém não determinará nenhuma propriedade ou relação geométrica quantitativa dedutível dos axiomas euclidianos. Para Kant, a derivação de teoremas não pode ser assegurada por procedimentos lógicos de derivação, baseada na análise lógica. De modo geral, pode-se dizer que a crítica de Kant se refere à concepção de que os raciocínios matemáticos podem ser reduzidos à procedimentos lógicos-formais de prova. O que caracteriza a concepção kantiana de geometria é que é necessário um raciocínio sintético para estabelecer as propriedades e relações geométricas: “Com efeito, não devo considerar aquilo que realmente penso no meu conceito de triângulo (este não é mais do que a mera definição); pelo contrário, devo sair dele para alcançar propriedades que não residem nesse conceito, mas contudo lhe pertencem” (KrV, A 718/B746). As propriedades e relações geométricas não são derivadas dos conteúdos dos conceitos geométricos, definidos explicitamente. De acordo com a concepção de Leibniz, a matéria do conceito contém *a priori* as condições de verdade dos teoremas que podem ser explicitados pela análise lógica. Um conceito geométrico como o de elipse possui um conteúdo composto, isto é, a sua matéria, e a análise lógica encontra conceitos mais simples que são condição de verdade deste composto. Para Kant as relações lógicas de subsunção e contenção são insuficientes para captar as relações e propriedades dos objetos geométricos. Na Dissertação de 1770 Kant dá o seguinte exemplo:

> As coisas que num dado espaço, tendem para uma mesma região e as que pendem para uma região oposta não podem ser descritas discursivamente; ou seja, não podem ser reduzidas a características intelectuais, mediante qualquer penetração da mente; e, por isso, nos sólidos perfeitamente semelhantes e idênticos, mas incongruentes um com o outro, do gênero da mão esquerda e direita (na medida em que estas são concebidas apenas segundo a extensão), ou do gênero dos triângulos esféricos formados por dois hemisférios opostos, existe uma diversidade em virtude da qual resulta impossível que coincidam os limites da extensão, ainda que, mediante tudo aquilo que se exprime com características inteligíveis para a mente através da linguagem, seja lícito afirmar que eles se podem substituir um ao outro, sendo evidente que neste caso a diversidade, nomeadamente a incongruência, só pode ser notada por meio de uma intuição pura" (MSI, 2: 403).

Nesta passagem Kant faz referência à sua tese da contrapartida dos incongruentes. Esta tese é uma contraposição à concepção de Leibniz de congruência. Leibniz defende que quaisquer duas figuras que possuem a mesma forma (isto é, possuem a mesma definição) são similares e, além disso, se possuem magnitudes iguais são congruentes e a única diferença está na localização espacial, isto é, pode-se colocar uma figura sobre a outra ou trocar as posições das figuras, de modo que os limites das suas extensões devem coincidir. A tese de Kant é de que existem objetos físicos como as mãos e objetos geométricos como triângulos esféricos que, apesar de possuírem a mesma forma (no sentido leibniziano) e a mesma dimensão, são incongruentes. De acordo com a famosa tese de Kant exposta em *Sobre o primeiro fundamento das direções no espaço* (1768), isso se deve à noção de direção espacial. Para Kant, a ordem ou a disposição espacial, que pode ser entendida pelas noções de direita, esquerda, acima e abaixo, são propriedades que não podem ser discernidas ou distinguidas a partir da matéria do conceito. De acordo com os exemplos de Kant, as mãos ou os triângulos esféricos, embora sejam completamente idênticos do ponto de vista do conteúdo dos seus conceitos, são distintos em relação à disposição ou ordem no espaço. Nesse sentido, a noção de direção apresenta características espaciais, ou dos objetos geométricos, que não podem ser captadas pelo intelecto, "[...]

mediante qualquer penetração da mente[...]”. Essa característica do espaço mina qualquer projeto de um sistema formal da geometria que pretenda exprimir “[...]com características inteligíveis para a mente através da linguagem” a determinação completa da geometria, isto é, não é possível uma *Charateristica Universalis* aplicada à geometria. A análise conceitual é insuficiente para determinar todas as propriedades geométricas.

1-8 A Solução do problema da contrapartida dos incongruentes através de um sistema de referência da intuição pura

A possibilidade da determinação completa dos objetos geométricos depende de se poder *distinguir* as propriedades que não estão contidas no conceito geométrico, ou em qualquer definição explicita do conceito, mas que depende da disposição espacial.

> Queremos, portanto, provar que o fundamento de determinação completo de uma forma corpórea não depende meramente da relação e da posição de suas partes umas com as outras, mas, além disso, de uma relação com o espaço absoluto universal, como o que os geômetras pensam, ainda que, entretanto, não se possa perceber imediatamente esta relação, mas sim, contudo, aquelas diferenças entre corpos que dependem única e exclusivamente desse fundamento (GUGR, II: 381).

Nesta passagem, Kant afirma que a determinação completa de uma forma corpórea (mas pode-se entender qualquer figura geométrica que tenha uma contrapartida incongruente) não pode depender da sua relação e posição de suas partes umas com as outras, vale dizer, a definição explicita da forma geométrica a partir das especificações do seu conteúdo. A determinação completa depende da relação da forma geométrica com o espaço absoluto, *tal como os geômetras pensam*. Aqui, não vamos considerar a noção de espaço absoluto que o Kant pré-crítico utiliza[22], mas o que queremos discutir é a noção de

[22] Em conformidade com o que temos defendido aqui, Linhares, acredita que oposição de Kant à geometria de Leibniz possui caráter decisivo para a elaboração da noção de intuição pura (2012, p.9). Por outro lado, Linhares assume que o Kant assume o espaço absoluto Newtoniano com reservas em 1768: “Quais as consequências que se extraem da concepção de espaço de 1768? O espaço não é de natureza puramente

que as determinações dos objetos geométricos supõem poder distinguir a sua posição no espaço, tal como os geômetras pensam. Como vimos, figuras similares mas incongruentes devem ser distinguidas pela direção espacial. Tal propriedade geométrica, a direção espacial, pode ser pensada, em linhas gerais, por um sistema de coordenadas e ordenadas que estabelece direções a partir de eixos, de modo que a orientação espacial de Kant se refere a um sistema de referências que permite ordenar o espaço geométrico, e assim permite captar as relações de direção e distinguir as figuras geométricas que não possuem a mesma direção, embora sejam similares e iguais. Num sistema de referência tridimensional como requer Kant, o sistema de coordenadas pode ser pensado através de três eixos (x, y, z), onde cada eixo representa uma direção espacial (dimensão), a discriminação entre direita e esquerda, acima e abaixo, pode ser feita por números positivos e negativos, como é usual na geometria analítica. O mesmo sistema pode servir para orientações geográficas. No texto de 1768 este espaço que garante um sistema de referência é o espaço absoluto newtoniano, conforme a passagem acima. Já na *Dissertação*, Kant se refere a intuição pura como a responsável por permitir distinguir tais incongruências.

No que se refere a concepção crítica de Kant, como a intuição pura espacial pode estabelecer um sistema de referência? Em *O que significa orientar-se no pensamento?* (1786) Kant, diz que a orientação espacial depende de um sentimento subjetivo de diferenciação específica (WDO, 8: 135-136). Tal sentimento nada mais é do que o sentido interno, como Kant deixa claro em 1788, na segunda edição da *Crítica da Razão Pura*. A intuição pura do espaço tal como é utilizada na geometria é uma intuição formal constituída

conceitual, nem é objeto da experiência ou da sensação. Ele não é determinado pelo conhecimento racional, nem pelo empírico, mas apresenta-se como princípio de possibilidade dos objetos. Kant declara que a afirmação da existência real do espaço absoluto apresenta dificuldades, as quais não está em condições de resolver. As dificuldades a que se refere são, sem dúvida, as mesmas que o levarão, mais tarde, a negar a doutrina newtoniana do espaço e do tempo absolutos" (2012, p.13). Conforme Linhares afirma, Kant apresenta o espaço como condição da possibilidade dos objetos e representa isso pela noção de espaço absoluto. Como defendemos em nosso trabalho, o que Kant descobre é que a noção de espaço é a forma que determina a todas as possíveis configurações espaciais – uma estrutura que determina a classe de objetos possíveis. O que Kant precisa elaborar, portanto, é um modo de apresentar que espaço condição dos objetos, porém não é uma condição ontológica.

pela *Synthesis Speciosa*. Tal procedimento, como vamos ver, é o inverso da *Characteristica Universalis*, ao invés de estabelecer distinções pela análise lógica, decomposição dos conceitos, a *Synthesis Speciosa* estabelece distinções, isto é, determina propriedades geométricas, através da construção dos objetos geométricos[23]. No caso do espaço a sua determinação ocorre através de uma construção sucessiva, o traçar de uma linha que gera a representação do tempo, isto é, a sucessão de momentos é representada pela figura de uma linha sendo traçada. Já a ordem do espaço é estabelecida justamente pela noção de sucessão temporal (Cf, KrV B 155-156, A 162-163/B 203). Trata-se da concepção newtoniana de método fluxional, como veremos adiante. O movimento contínuo de um ponto gera na sucessão temporal a representação de uma linha ou uma curva qualquer, a direção espacial do movimento deste ponto é justamente captada pela sucessão temporal. A relação entre a sucessão contínua do tempo e a direção espacial é utilizada por Kant para explicar a lei da continuidade aplicada aos objetos geométricos na *Dissertação*. Para demonstrar que um triângulo *a b c* não pode ser construído através de um movimento contínuo, Kant argumenta que quando um ponto está no vértice de um triângulo na direção *a b* é diferente do momento em que o ponto está no mesmo vértice, porém na direção *b c*. A mudança de direção só pode ser explicada pelo fato do ponto, no momento da modificação de direção do ponto, estar parado: “Mas entre os dois momentos existe tempo; por conseguinte, o móbil está presente durante algum tempo no mesmo ponto, isto é, está parado, e, por isso, não avança com movimento contínuo” (MSI, 2: 400). A sucessão temporal permite determinar as propriedades relacionadas a direção espacial, isto é, a sucessão do tempo permite estabelecer um sistema de referência para os objetos geométricos.

---

[23] Na seguinte passagem da lógica de Bloomberg, Kant é literal sobre a noção de distinção sintética na matemática “Nosso conhecimento pode ser feito distinto de dois modos:
A. *per synthesin*
B. *per analysin*.
Mas aqui nós devemos distinguir bem entre a ciência de fazer um conhecimento distinto e a ciência de fazer distinto um conhecimento que estava previamente obscuro. A saber, ou nós produzimos um conceito distinto, e isto acontece *per synthesin*, ou nós fazemos um conceito que estava previamente obscuro, e isto acontece *per analysin.* Na *Synthesis* nós produzimos e criamos um conceito, por assim dizer, que simplesmente não existia antes, este conceito é completamente novo *quoad materiam* e também *quoad formam*, e ao mesmo tempo nós fazemos ele distinto Todos os conceitos dos matemáticos são deste tipo, por exemplo, o conceito de triângulo, quadrado, círculo, etc. Todos conceitos fabricados pela razão são ao mesmo tempo distinto, mas somente *per synthesin (V-Lo/Blomberg 24:130).*

No opúsculo de 1786, Kant é muito claro sobre o papel do tempo para podermos discernir as direções espaciais *matematicamente*. Kant começa descrevendo a orientação espacial de um ponto de vista geográfico:

> Orientar-se, no genuíno significado da palavra, quer dizer, a partir de uma dada região cósmica (uma das quatro em que dividimos o horizonte) encontrar as restantes, ou seja, o ponto inicial. Se vejo o Sol no céu e sei que agora é meio-dia, sei encontrar o Sul, o Oeste, o Norte e o Oriente. Mas, para esse fim, preciso do sentimento de uma diferença quanto ao meu próprio sujeito, a saber, a diferença entre a direita e a esquerda. Dou-lhe o nome de sentimento porque, exteriormente, estes dois lados não apresentam na intuição nenhuma diferença notável. Sem essa faculdade, ao traçar um círculo, sem a ele referir qualquer diferença dos objetos, mas distinguindo todavia o movimento que vai da esquerda para a direita daquele que se faz em sentido oposto e determinando assim, *a priori*, uma diferença na posição dos objetos, eu não saberia se devia situar o Ocidente à direita ou à esquerda do ponto Sul do horizonte e, por conseguinte, deveria completar o círculo através do Norte e do Oriente, até chegar de novo ao Sul. Portanto, oriento- -me geograficamente em todos os dados objetivos do céu só por meio de um princípio subjetivo de diferenciação. (WDO, 8: 134-135)

O sentimento subjetivo de diferenciação só pode ser estabelecido pelo sentido interno – representação da sucessão de representações imaginadas através da progressão de uma linha. O tempo funciona como um eixo para estabelecer coordenadas em um sistema de referência, que permite discernir a diferença específica na posição dos objetos. O tempo nesse caso estabelece a relação do objeto com os demais, isto é, a coordenação dos objetos no espaço depende da ordenação das representações no tempo. No método fluxional newtoniano, isso é representado pelo fluir de um ponto, tal fluxão gera a representação de uma linha ou curva, de modo que o fluir do tempo permite captar a ordem das partes na constituição de uma curva. Para ser breve, a fluxão, que é o momento que determina a velocidade instantânea do ponto, permite estabelecer a derivada, a função que estabelece a forma da curva. Não é que Kant acredite que a orientação geográfica dependa de se poder calcular a derivada, mas que compreendemos a coordenação dos objetos espaciais devido a um contexto gerado pela sucessão do tempo. Tal contexto, permite relacionar a posição dos objetos com momentos. Por outro lado, os momentos ou a sucessão temporal é representada por uma analogia, uma linha que nada mais é do que um eixo em um sistema de referência que estrutura os dados conforme a ordem do tempo (o traçar de uma linha) e a coordenação espacial (objetos espaciais organizados segundo a ordem do tempo). A orientação matemática em um determinado espaço é descrita da seguinte forma:

> [...] orientar-se em geral num espaço dado, por conseguinte, de um modo puramente matemático. Oriento-me às escuras num quarto que me é conhecido, quando consigo agarrar um único objeto, cujo lugar tenho na memória. Mas aqui, evidentemente, nada me ajuda, a não ser o poder de determinação das posições segundo um princípio de diferenciação subjetiva, pois não vejo os objetos cujo lugar devo encontrar [...] (WDO, 8:135)

Num quarto escuro, o que me orienta é a memória - ou o sentido interno – quando ordeno a sucessão das representações consigo localizar a posição dos objetos. A ordenação da sucessão das representações espaciais estabelece a coordenação, que nada mais é do que um sistema de referência que permite diferenciar a posição dos objetos. Esta relação entre o espaço e o tempo gera uma estrutura que permite captar as propriedades geométricas que envolvem direções espaciais.

1-9 A revolução de Kant na fundamentação da geometria: A forma determina a matéria

Na concepção de Leibniz, as propriedades internas das figuras geométricas, a sua matéria, contém todas as condições que permitem determinar todas as propriedades geométricas, inclusive a sua posição no todo contínuo. Como vimos acima, a determinação do conteúdo do conceito de uma figura geométrica como a elipse, estabelece a sua posição no todo das séries contínuas de curvas cônicas. Ou seja, a forma, ao estabelecer a diferença específica por meio da definição, explicita a matéria do conceito e determina a sua posição no contínuo geométrico. Assim, a forma contínua da disposição dos objetos geométricos, seja de pontos em uma linha, ou de curvas cônicas, assenta sobre a matéria dos conceitos geométricos, tal *matéria*, como vimos, é constituída pelos conceitos primitivos que, como gêneros supremos, são simples e determinam, portanto, todas as possíveis relações geométricas que são representadas pela *forma* contínua. Para ser breve, a forma contínua espacial (determinação completa da geometria) é baseada nos conceitos simples primitivos que são a matéria de conceito. Para Kant, a posição espacial de objetos geométricos não depende da matéria do conceito, mas da intuição pura como sistema de referência, segundo uma estrutura espaço-temporal. Na verdade, em Kant a forma contínua espaço-temporal é que determina a matéria dos conceitos geométricos. Na seguinte passagem Kant expõe como a concepção intelectualista, em que a matéria do conceito precede a forma, levou Leibniz a conceber as mônadas:

> Os lógicos, antigamente, davam o nome de matéria ao geral, e o de forma à diferença específica. Em todo o juízo, podem chamar-se aos conceitos dados matéria lógica (para o juízo), e à relação entre eles (mediante a cópula) a forma do juízo. Em todo o ser, os elementos constitutivos (*essentialia*) são a matéria; a maneira como esses elementos estão ligados numa coisa é a forma essencial. Também, em relação às coisas em geral, se considerava a realidade ilimitada como a matéria de toda a possibilidade e a limitação dessa realidade (a sua negação) como a sua forma, pela qual uma coisa se distingue de outras, segundo os conceitos transcendentais. O entendimento, com efeito, exige primeiro que algo seja dado (pelo menos no conceito) para o poder determinar de uma certa maneira. Daí, que no conceito do entendimento puro, a matéria preceda a forma, e por isso Leibniz admitiu primeiro coisas (mônadas) e, internamente, uma capacidade de representação, para depois sobre ela fundar a relação exterior das coisas e a comunidade dos seus estados (ou seja, das representações) (KrV, A 266-267/B 322-323).

A passagem deixa claro que no entendimento de Kant, a concepção lógica de que a matéria dos conceitos determina a sua forma está relacionada a concepção tradicional de metafísica, onde o entendimento toma como dado a matéria, isto é, a tradição metafísica toma como dado o fundamento ontológico de conceitos meramente intelectuais, a clássica doutrina das substâncias, que em Leibniz é representada pela teoria das mônadas. O *Idealismo Transcendental* inverte esta concepção, a forma – entendida como estrutura relacional dos objetos - precede a matéria.

> Sendo, contudo, simplesmente, intuições sensíveis, pelas quais determinamos todos os objetos apenas como fenômenos, a forma da intuição (enquanto estrutura subjetiva da sensibilidade) precede toda a matéria (as sensações) e, por conseguinte, o espaço e o tempo precedem todos os fenômenos e todos os dados da experiência, e essa forma da intuição é que torna essa experiência possível. O filósofo intelectualista não podia admitir que a forma precedesse as próprias coisas e determinasse a sua possibilidade; o que para ele era uma recusa perfeitamente justa, visto admitir que intuímos as coisas tal como são (embora com representação I confusa). Mas, como a intuição sensível é uma condição I subjetiva muito particular, que é fundamento *a priori* de toda a percepção, e cuja

> forma é originária, assim, a forma é dada por si só, e não é a matéria (ou as próprias coisas que aparecem), longe disso, que serve de fundamento (como se deveria julgar segundo simples conceitos); a sua possibilidade supõe, pelo contrário, uma intuição formal (o espaço e o tempo) como dada (KrV, A 267-268/B 323-324).

Esta passagem contém muitos elementos que serão desenvolvidos posteriormente neste trabalho. A passagem dá a entender que a intuição do espaço e do tempo é o fundamento *a priori* de toda percepção. Por outro lado, Kant diz que o espaço e o tempo são formas originárias que determinam os dados e as sensações. Isso pode ser entendido como um abono à interpretação tradicional, que apresentamos no início deste capítulo. Com efeito, o espaço e o tempo são o fundamento originário das percepções, a inversão kantiana da forma sobre a matéria, seria a apenas a troca de teorias ontológicas sobre o fundamento dos juízos matemáticos, por uma teoria da forma da mente que constrói particulares na percepção. No quarto capítulo discutiremos com mais detalhes em que sentido Kant propõe que o espaço e o tempo determinam as percepções e também em que sentido o espaço e o tempo são originários. Por enquanto, queremos apenas ressaltar como compreendemos esta inversão kantiana entre a forma e a matéria. Como entendemos Kant, o espaço e o tempo como formas são uma estrutura relacional, que determinam a relação e a posição dos objetos geométricos. A forma, no sentido da lógica dos antigos – como Kant diz – explicita através da cópula do juízo a relação entre os conceitos dados (matéria). Nos juízos geométricos esta relação (forma) não é estabelecida por uma análise lógica desta relação, mas construída sinteticamente pela estrutura espaço-temporal. Ou seja, a conexão entre conceitos (a forma) num teorema geométrico é dada pela estrutura espaço-temporal, e não por relações lógicas. Porém, mais forte ainda é a afirmação de Kant que essa estrutura relacional é que determina a matéria, isto é, o conteúdo dos conceitos empregados da geometria. Assim, o que Kant pretende com esta inversão entre matéria e forma é mostrar que o idealismo transcendental do espaço e do tempo, não concebe que o fundamento das relações e propriedades geométricas é dado por uma matéria – isto é – propriedades essenciais de um domínio de objetos. Pelo contrário, o que determina a matéria é a forma, uma estrutura relacional *a priori* que promove a ordenação e coordenação dos conceitos geométricos (matéria). A seguinte passagem da *Dissertação* mostra como as intuições puras do espaço e do tempo são uma estrutura relacional que determina as relações geométricas.

> Eis, por conseguinte, os dois princípios do conhecimento sensitivo, que não são conceitos gerais, como acontece nos princípios intelectuais, mas sim intuições singulares, ainda que puras; nelas, as partes, e sobretudo as simples, não contêm a razão da possibilidade do composto como prescrevem as leis da razão, mas de acordo com o modelo da intuição sensitiva, *o infinito contém a razão de cada parte* pensável e, finalmente, da parte simples ou, antes, do *limite*. Pois só no caso de serem dados tanto o espaço como o tempo infinitos, é determinável, *por limitação* destes, o espaço e o tempo delimitados, e tanto o ponto como o momento não podem ser pensados por si, mas são concebidos somente num dado espaço e tempo, como limites destes últimos. Portanto, todas as propriedades primitivas destes conceitos estão fora do âmbito da razão e, por isso, de modo nenhum podem ser explicadas intelectualmente (MSI, 2:405).

Como vimos, Kant assume que a concepção Leibniziana de *situs*, isto é, da posição e localização dos objetos geométricos não pode ser estabelecida pela análise lógica conceitual, ou como Kant diz na passagem acima, não são as partes simples que contêm a condição do composto tal como acontece nos princípios lógicos intelectuais. A intuição pura espaço-temporal é um sistema de referência formal contínuo que estabelece a posição ou ordenação de cada parte (ponto, curva, etc.) em relação ao todo. No caso da concepção de Leibniz, a forma, ou disposição da forma geométrica, é estabelecida através das definições explicitas que apresentavam as relações de subordinação lógica dos conceitos primitivos. Para Kant a forma - uma definição que estabeleça uma propriedade geométrica - é obtida pela construção espaço-temporal. Pode-se dizer que a distinção geométrica não é feita pela análise lógica, mas pela construção sintética. Ou seja, para se estabelecer propriedades geométricas deve-se construí-las na intuição. É a intuição que contém a forma, a relação que estabelece a conexão entre os conceitos em uma proposição. Como veremos adiante, a noção de construção geométrica utilizada por Kant, tem suas raízes no método combinado de análise e síntese grego, o mesmo que influenciou a concepção newtoniana de método fluxional. O papel da construção, de modo geral, tem a função de instanciar indivíduos geométricos para estabelecer relações de interdependências entre indivíduos, propriedades e relações, de modo que a função da construção não é obter uma propriedade geométrica pela observação da figura imaginária ou empírica, mas captar propriedades e relações geométricas através de modelos criados através da instanciação. Nesse sentido, o todo - a forma espaço-temporal - contém a razão das partes (MSI, 2:405), a intuição pura permite estabelecer ou instanciar objetos geométricos e analisar a sua relação com o todo, determinando a sua disposição em relação ao todo. A forma do todo - a intuição pura como sistema de referência - determina a matéria, vale dizer, o significado dos conceitos como de ponto, reta, entre e círculo não é dado previamente, mas é o seu emprego, ou construção, que permite captar as suas propriedades a partir das relações de interdependência. A forma determina todas as possíveis relações e propriedades geométricas que podem ser expressas em proposições geométricas. Se Kant utiliza o mesmo vocabulário de Leibniz, então a forma deve se referir as diferenças específicas enunciáveis em juízos. Assim, a intuição pura do espaço e do tempo não expressa o fundamento que assegura o domínio das entidades reais. Espaço e tempo estabelecem uma estrutura formal que permite captar as relações entre os objetos geométricos através das relações de interdependência obtidas na intuição pura. Portanto, é a interdependência entre pontos, retas, círculos que permite compreender o que são estes conceitos (a matéria). Esta tese acerca do caráter formal do espaço e do tempo será desenvolvida no próximo capítulo, aqui fizemos apenas um esboço.

Chega-se a uma concepção muito diferente daquela de Aristóteles e Leibniz, os primeiros princípios não são gêneros que determinam a natureza dos objetos geométricos, mas a forma das interdependências define o que são os objetos geométricos, a sua matéria. A estrutura ou a forma espaço-temporal define a classe dos objetos geométricos, ou estabelece a sua determinação completa. Embora seja contrária a concepção tradicional de Kant, a interpretação acima aproxima Kant em alguns aspectos do método axiomático do século XIX e XX. Talvez isso advenha da influência de um dos primeiros formalistas, Lambert. Numa carta de 1766 (portanto, antes da *Dissertação*), Lambert escreve o seguinte para Kant:

> Euclides não deriva seus elementos da definição de espaço ou de geometria mas inicia, ao invés, com linhas, ângulos e assim por diante, os elementos simples na dimensão do espaço. Na mecânica, nós fazemos pouco uso da definição de movimento, antes, nós consideramos imediatamente o que acompanha o

> movimento, um corpo, a direção, velocidade, tempo, força e espaço, e então nós comparamos essas coisas com outras a fim de descobrir princípios (Br, 10:67)

De acordo com Lambert, a geometria euclidiana não inicia com qualquer definição explicita de espaço, mas com termos primitivos tais como, pontos, linhas e ângulos, e é pela comparação destes termos que encontramos princípios. Como entendemos Lambert, ele está dizendo que é através da análise da interdependência entre os termos primitivos que podemos obter teoremas geométricos. Assim, seguindo a concepção axiomática do final do século XIX pode-se entender que os axiomas devem estabelecer a forma do emprego dos termos primitivos, de modo que as propriedades geométricas são obtidas nos teoremas através da análise das interdependências derivadas dos axiomas. Nesse sentido, o significado dos conceitos geométricos - bem como do espaço geométrico entendido como classe que comporta série total dos objetos geométricos - não são representados por termos primitivos que estabelecem o gênero que determina o domínio das entidades geométricas (Leibniz e Aristóteles), pelo contrário, a classe total dos objetos geométricos só é estabelecida pela forma das relações de interdependências estabelecidas nos axiomas. É justamente esta a tese de Kant quando declara que a forma precede a matéria, o espaço e o tempo como estrutura contínuas estabelecem a forma, a estrutura formal das relações de interdependências, que determina os objetos geométricos (matéria).

A princípio, portanto, parece que estamos defendendo que a concepção kantiana de sistema geométrico é similar a concepção axiomática do século XIX. Em tal concepção o conjunto de axiomas estabelece uma definição implícita do objeto ou classe dos objetos geométricos, a estrutura formal do sistema axiomático determina a classe dos objetos estruturados pelo sistema. Como em Kant, a forma determina a matéria. Contudo, é fácil observar que o que Kant chama de forma não tem nada em comum com a noção de sistema de axiomas formais. A intuição pura espaço-temporal não pode ser representada por um conjunto de axiomas abstratos. Os sistemas axiomáticos são representados por fórmulas construídas em uma linguagem formal que permite a derivação de teoremas através de operações formais de derivação. De modo geral, até o início do século XX aceitava-se a tese de que se um sistema axiomático é consistente então ele estabelece uma matéria, vale dizer, uma classe de objetos, pelo menos é assim que Hilbert argumenta em sua troca de cartas com Frege. Kant defende a tese contrária, a consistência lógica não é suficiente para estabelecer uma classe de objetos. Isto é, a objeção de Kant a Leibniz é de que a lógica é insuficiente para estabelecer todas as propriedades dos objetos geométricos. Do mesmo modo, um dos principais resultados da metamatemática contemporânea é de que a sistemas matemáticos consistentes são incompletos.

No próximo capítulo vamos desenvolver a ideia de que a forma representada pela intuição espaço-temporal pertence ao método sintético da geometria, que Kant adaptou para a filosofia transcendental (KrV, B 156 nota), trata-se da construção de um universo do discurso capaz de captar as relações de interdependências entre indivíduos ou elementos geométricos. Tal concepção kantiana pertence à tradição modelo-teorética, onde as propriedades e relações pertencentes ao sistema geométrico são captadas através de modelos formais mediante a construção *speciosa* do universo do discurso que determina as relações formais de interdependência em proposições. Ou seja, o estabelecimento de propriedade e relações geométricas (definições em sentido leibniziano que determinam a forma, ou diferenciação específica) é constituído através da criação de um universo do discurso. A forma kantiana, a intuição espaço-temporal, através da análise da interdependência entre indivíduos instanciados na intuição pura, estabelece as propriedades e relações geométricas. Ou seja, não é pela divisão lógica como em Leibniz ou pela mera consistência lógica que o sistema formal geométrico pode estabelecer a forma – estrutura formal completa -, mas pela construção de um universo do discurso capaz de determinar a validade de todos os possíveis juízos geométricos. A forma completa do sistema geométrico (em termos de Leibniz e de Kant) – ou a completude de um sistema matemático - é estabelecida pela estrutura de relações de interdependências de indivíduos, ou pela constituição (como veremos) do domínio dos objetos espaços-temporais.

No que se segue, vamos apresentar a noção de definição implícita do método axiomático formal, a fim de compreender do ponto de vista da fundamentação da matemática contemporânea em que sentido pode-se dizer que a forma – estrutura de relações e propriedades- pode determinar a matéria – a classe de objetos. Por outro lado, veremos que o método axiomático pretende justificar a estrutura formal apenas pela consistência lógica, o que é provado pelo teorema de Gödel ser impossível para sistemas axiomáticos matemáticos, vale dizer, sistemas matemáticos (que envolvam a aritmética) consistentes são por natureza incompletos.

1-10 Método axiomático: definição implícita e a estrutura formal completa.

O conceito de completude para sistemas axiomáticos surgiu no final do século XIX. As propriedades metateóricas como consistência, independência dos axiomas e completude surgiram como uma maneira de assegurar sistemas axiomáticos geométricos que não tinham nenhuma relação com a intuição espacial. De fato, a busca pela estrutura axiomática formal ocorreu com o surgimento das geometrias não-euclidianas. De modo geral, pode-se dizer que o surgimento das geometrias não-euclidianas no século XIX mostrou para os geômetras que a estrutura dedutiva dos sistemas axiomáticos não depende do conteúdo, ou auto-evidência, dos axiomas, ou seja, é possível estabelecer uma estrutura axiomática, a relação dedutiva entre teoremas e axiomas, em que as fórmulas não se referem a qualquer noção de espaço real ou perceptivo. Entretanto, se o conteúdo dos postulados não assegura as relações matemáticas entre as proposições, o que pode garantir que estruturas geométricas não intuitivas estabelecem relações matemáticas reais e não um mero jogo de símbolos? Diante de questões como essa, começam a surgir teses metateóricas sobre os sistemas axiomáticos. A fim de assegurar a respeitabilidade dos sistemas geométricos não-euclidianos, o método empregado pelos geômetras foi utilizar uma interpretação que estabeleça uma relação entre os axiomas não intuitivos destas geometrias com algo já estabelecido, a saber a geometria euclidiana. Esta relação estabelece que se a geometria euclidiana é consistente, então as geometrias não-euclidianas também são consistentes, por outro lado, se houver uma inconsistência na geometria não-euclidiana, a geometria euclidiana também será inconsistente. Consistência de um sistema axiomático significa que dele não se segue nenhuma contradição. A contradição nesse caso consiste em derivar dos axiomas duas proposições que sejam contraditórias.

Isso levou os matemáticos a conceberem que as relações matemáticas expressas em sistemas geométricos não pertencem ao conteúdo expresso pelos axiomas ou pelas definições de pontos e linhas. Uma vez que a relação de derivação entre teoremas e axiomas são estruturalmente iguais em geometrias muito distintas, segue-se que as relações geométricas não são derivadas do conteúdo ou objeto *explicitamente definido* pelo sistema geométrico. Isto é, na medida em que uma geometria não-euclidiana é estruturalmente idêntica à geometria de Euclides o fundamento da relação geométrica não é derivado de qualquer concepção espacial específica. De acordo com Nagel (1939) a concepção axiomática da geometria influenciou diretamente o desenvolvimento da lógica formal (o caráter abstrato da inferência) e da concepção sobre o que assegura as proposições matemáticas, assim a noção de asserção matemática ganhou um novo significado: a validade das proposições matemáticas depende da estrutura formal na qual ela está inserida, e não sobre qualquer conteúdo ou objeto específico. Nesse sentido as geometrias não-euclidianas apresentaram que

> As demonstrações matemáticas podem ser construídas, em princípio, sobre qualquer coisa antes do que sobre algum conjunto de objetos circunscritos à algumas características de objetos; é mais formal, porque a validade das demonstrações matemáticas é baseada na estrutura das afirmações, antes do que sobre a natureza particular da matéria. Os postulados de qualquer ramo da matemática demonstrativa não são inerentes ao espaço, a quantidade, as maçãs, os ângulos, ou orçamentos; e qualquer significado especial que pode ser associado com os termos (ou os predicados descritivos) nos postulados representam nenhum papel essencial no processo de derivar teoremas (Nagel, 2004, p.11-12).

A validade das proposições geométricas é estabelecida pela estrutura formal e não depende de nenhum conteúdo particular, nesse caso o objeto geométrico é definido pela estrutura formal dos axiomas, isto é, o sistema axiomático define implicitamente o objeto matemático. O objeto matemático não é dado pela intuição, mas definido implicitamente pela estrutura de relações e propriedades estabelecida pelo sistema axiomático. O conceito de definição implícita foi formulado pela primeira vez por Gergonne em 1818, e adotado pelos principais formuladores da concepção axiomática da geometria Pasch, Peano e Hilbert (Cf, Kneale, p.391, (1991); Eves, p.327 (1972); Nagel, (1939)). Uma definição explicita, de acordo com Gergonne, é uma definição nominal, onde um termo nada mais é do que a abreviação de uma expressão maior, portanto, o termo é definido diretamente por outros termos. Já a definição implícita de um termo só é obtida pelo o emprego da expressão em determinado contexto[24]. Assim, os nomes de indivíduos e relações como "entre" não podem ser definidos explicitamente, mas a partir do uso ou emprego que possuem em um determinado contexto. Assim são entendidos os termos primitivos da geometria: não podem ser definidos a não ser na medida em que se compreende o seu emprego. Do ponto de vista da geometria formalizada, os termos primitivos se referem a indivíduos ou relações extra-lógicas, como "ponto", "linha", "congruência", "entre", etc. Os termos primitivos da geometria só podem obter uma definição implícita a partir dos axiomas, que estabelecem uma estrutura de relações e propriedades que determinam o que são estes objetos formalmente. Ou seja, o objeto da geometria é determinado pela estrutura formal do sistema axiomático. Para ser breve, o significado destes termos primitivos não é dado previamente, mas só é obtido no interior do sistema axiomático.

São as propriedades metateóricas dos sistemas axiomáticos que explicitam *como é possível* a definição implícita de objetos. As propriedades metateóricas, como consistência e completude, dizem se o sistema axiomático é capaz de estabelecer a estrutura formal que capta as relações e propriedades formais que determinam a definição implícita dos termos primitivos extra-lógicos expresso nos axiomas. Tais propriedades metateóricas são estabelecidas por modelos que permitem captar se o sistema é consistente, portanto não leva a contradição, e se o sistema é completo, neste caso é monomórfico. Um modelo é uma interpretação que associa os termos primitivos do sistema axiomático com um domínio, uma coleção de objetos. A consistência é a condição de que não seja possível deduzir dos axiomas sentenças contraditórias (p e não-p). Neste período do desenvolvimento do método axiomático, os modelos são obtidos quando se interpreta os termos primitivos de acordo com conceitos concretos ou ideais, no primeiro caso os termos primitivos são referidos a objetos concretos, caso a interpretação gere proposições

[24]Nagel apresenta um exemplo que ilustra bem esta distinção de Gergonne: "Assim um sinal "x" pode ser definido explicitamente como uma abreviação para um "1+1"; ele também pode ser definido implicitamente como a raiz da equação $x^2 - 4x + 4 = 0$. No último caso, é assumido que o sentido dos vários outros sinais que não "x" já estão entendidos [...]" (Nagel 1939, p.167)

verdadeiras (tanto axiomas como teoremas), o sistema axiomático é consistente[25]. Já os modelos ideais servem para estabelecer a consistência de sistemas axiomáticos que contêm um número infinito de elementos primitivos, de modo que não é possível interpretar os termos primitivos fazendo referência a conceitos concretos, nesse caso é necessário recorrer a outro sistema matemático. Conforme Eves explica:

> Nós construímos um modelo ideal, por relacionar aos termos primitivos do Sistema postulado A, conceitos de algum outro Sistema de postulados B, de tal maneira que a interpretação dos postulados do Sistema A são consequências lógicas dos postulados do Sistema B. Então nosso teste de consistência do conjunto de postulados A não pode pretender ser mais um teste absoluto, mas somente um teste relativo. Tudo que nós podemos dizer é que o conjunto de postulado A é consistente se o conjunto de postulados B também é consistente, e nós temos reduzido a consistência do Sistema A àquela do Sistema B (Eves, 1972, p.343).

O sistema axiomático neste caso é consistente na medida em que se aceita a consistência do sistema a partir do qual ele foi interpretado. Estabelece-se a consistência das geometrias não-euclidianas através da correspondência com a geometria euclidiana e, em *Grundlagen der Geometrie*, Hilbert estabelece no Axioma V2 a completude da geometria euclidiana através do sistema dos números reais. Hilbert divide os axiomas em grupos. O primeiro grupo de postulados define a noção implícita do termo primitivo "sobre" e das entidades primitivas "pontos" e "linhas", o segundo grupo estabelece a definição implícita do termo "entre", já o terceiro grupo define implicitamente o termo primitivo congruência, e o quarto estabelece o postulado das paralelas de Euclides. Através

---

[25]Nagel apresenta um bom exemplo que ilustra bem a noção de uma modelo concreto: "Suponha o seguintes conjuntos de postulados referentes a duas classes K e L, cujo a natureza especial é indeterminada exceto como implicitamente definida pelos postulados:

1. Quaisquer dois membros de K estão contidos apenas em um membro de L.
2. Nenhum membro de K esta contido em mais do que dois membros de L.
3. Os membros de K não estão todos contidos num único membro de L.
4. Quaisquer dois membros de L contém apenas um membro de K.
5. Nenhum membro de l contém mais do que dois membros de K.

Deste pequeno conjunto nós podemos derivar pelas regras usuais de inferência, um número de teoremas. Por exemplo, pode ser apresentado que K contém apenas três membros. Mas o conjunto é consistente, então teoremas contraditórios nunca podem ser derivados deles? A questão pode ser resolvida com a ajuda do seguinte modelo: Deixe K ser a classe de pontos dos vértices de um triângulo. E L a classe das linhas produzidas de seus lados; e compreendamos a frase 'um membro de k está contido em um membro de L' como significando que um ponto que é um vértice fica sobre uma linha que é um lado. Cada um dos cinco postulados abstratos é então convertido em uma afirmação verdadeira" (Nagel, 2004, p.16-17).

do grupo de axiomas chamado *Axiomas da Continuidade*, o quinto grupo, Hilbert estabelece a completude e a métrica do sistema geométrico na medida em que os axiomas colocam em correspondência 1-1 os pontos sobre uma linha (termos primitivos do sistema) com os números reais (Cf, Kline, 1972, p.1013). O Axioma V, 1 estabelece a métrica para a geometria plana de Hilbert através do axioma de Arquimedes, onde se estabelece o processo de estimar a distância de pontos de uma linha a outro ponto (Eves, 1972, p.331). Ao passo que o axioma V,2 declara, em linhas gerais, que o sistema axiomático é monomórfico[26], isto é, o contínuo dos números reais (V, 1) esgota a classe de objetos (isto é, não é possível uma extensão de um conjunto de pontos sobre uma linha) que podem satisfazer o sistema axiomático. O Axioma V, 2 não acrescenta nenhuma nova propriedade ou relação aos termos primitivos, trata-se de um axioma metateórico (Cf. Torreti, 1984, p.234). De fato, a completude de um sistema axiomático está estritamente associada ao princípio de continuidade, que garante como todas as relações e propriedades sobre pontos e linhas podem ser obtidas. De acordo com Eves, o conjunto de axiomas V, 1 e V, 2 são equivalentes ao postulado de Dedekind. Estes axiomas garantem que todas as transformações possíveis, teoremas sobre as relações e propriedades dos termos primitivos pontos, linhas e plano, inferidas dos axiomas podem ser estabelecidas em correspondência com o contínuo dos números reais. Ou seja, o axioma da continuidade garante a *determinação completa* de todas as relações e propriedades dos termos primitivos definidos implicitamente nos axiomas[27].

---

[26]O axioma V, 2 é o seguinte: "Uma extensão de um conjunto de pontos sobre uma linha com sua ordem e relações congruentes que preservam todas as relações existentes entre os elementos originais bem como as propriedades fundamentais de uma linha ordenada e congruente que segue dos axiomas I-III, e de V, 1 é impossível" (Hilbert, 1999, p.37). De acordo com Torreti, estender um conjunto de pontos significa permitir interpretações não isomórficas do conjunto de axiomas (Cf. 1984, p.233).

[27] O princípio da continuidade tal como estabelecido por Dedekind tem o mesmo objetivo do princípio da continuidade em Leibniz, determinar o sistema dos números reais, de modo que qualquer valor pode ser determinado pelo chamado corte de Dedekind, em que pela disjunção é possível estabelecer a posição do valor série na contínua dos números reais. A grande diferença de Dedekind para Leibniz e os modernos em geral, é que não se trata de se determinar quantidades, mas sim números, os quais são entendidos pelo seu caráter lógico-relacional. Boyer explica isso da seguinte forma: "A característica essencial do número dois não é a sua magnitude, mas seu lugar na ordem agregada dos números reais. A derivada e a integral, embora ainda definida como limites dos quocientes característicos e somas respectivamente, tem como um resultado ultimo, através da definição de número e limite, não são quantitativos mas conceitos ordenais. O cálculo não é

O caráter categórico ou a completude do sistema axiomático se refere a propriedade de que para quaisquer duas interpretações consistentes que se estabeleça para os termos primitivos do sistema axiomático é possível estabelecer que as proposições nestas interpretações se relacionem de tal modo que para cada elemento numa interpretação corresponde a outro elemento da outra interpretação, isto é, as interpretações são isomórficas. Se em todas as interpretações que convertem as fórmulas do sistema em proposições verdadeiras podem ser relacionadas desta maneira, diz-se que o sistema é categórico ou monomórfico. Esta propriedade implica que a estrutura formal estabelecida pelo sistema axiomático produz (ou esgota) todas as relações e propriedades formais que são deriváveis dos termos primitivos enunciados ou definidos implicitamente nos axiomas. De acordo com Kneale "Pode-se dizer que um conjunto monomórfico de axiomas cumpre completamente o programa da definição implícita, porque embora as fórmulas em que é apresentado possam admitir muitas interpretações diferentes, estas têm que ter todas as mesmas estruturas lógicas e não são por isso distinguíveis por critérios puramente formais" (Kneale, 1991, p.394). O sistema axiomático categórico especifica uma estrutura única abstrata de relações e propriedades. A classe dos objetos do sistema axiomático é definida, ou captada, pela estrutura formal categórica dos axiomas. Ou melhor, a estrutura formal define a forma das relações e propriedades dos objetos. O sistema axiomático categórico expressa todas as relações e propriedades do ponto de vista formal de uma estrutura, de modo que todo modelo que satisfaça os axiomas são estruturalmente equivalentes. Se existem dois modelos possíveis para um sistema axiomático categórico, segue-se que estes modelos, embora não necessariamente se refiram as mesmas coisas, são estruturalmente o mesmo: possuem as mesmas formas de relações e de propriedades. Nesse caso, o que o sistema axiomático capta não são propriedades de coisas substantivas ou mesmo de formas subjetivas (a intuição espacial que se atribui a Kant) mas uma estrutura formal relacional

---

um ramo da ciência da quantidade, mas da lógica das relações" (Boyer, 1949, p.293-294). A concepção relacional de Dedekind do contínuo dos números reais faz a separação completa da análise matemática de qualquer noção de geometria. Embora, para estabelecer o seu sistema Dedekind tenha que recorrer a noção de que os números reais devem estar numa relação um-a-um com pontos em uma linha reta, de modo que o corte para determinar um número irracional como $\sqrt{2}$, estabelece que de um lado está o conjunto dos números racionais anteriores a $\sqrt{2}$, e do outro lado está o conjunto dos números racionais posteriores.

única (Cf. Torretti, 1984, p.198). Vale a pena consultarmos Oswald Veblen (1904), pois foi ele quem cunhou o termo categórico para explicitar esta propriedade dos sistemas axiomáticos:

> Pra ser mais preciso, quaisquer duas classes K e K' de objetos que satisfazem os doze axiomas são capazes de uma correspondência 1-1 tal que se quaisquer três elementos A, B, C de K estão na ordem ABC, os elementos correspondentes de K' estão também na ordem ABC. Consequentemente, qualquer proposição que possa ser feita em termos de pontos e ordem ou está em contradição com os nossos axiomas ou é igualmente verdadeira para todas as classes que os nossos axiomas determinam. A validade de qualquer possível afirmação nesses termos é portanto completamente determinada pelos axiomas; assim qualquer axioma adicional seria considerado redundante. Dessa forma, se nossos axiomas são proposições geométricas válidas, eles são suficientes para a determinação completa da geometria euclidiana (1904, p.346)

Como Veblen explica, os termos ponto e ordem são indefinidos e podem ser associados a qualquer classe de objetos que permita que os axiomas sejam válidos. Porém, para um sistema axiomático categórico existe apenas uma classe em que são válidos os seus axiomas. Na verdade, como ele explica, para quaisquer duas classes que satisfaçam os seus axiomas, pode-se encontrar a correspondência 1-1 para toda e qualquer relação entre os elementos das duas classes, para ser breve, as duas classes correspondem uniformemente no que se refere à sua estrutura formal; são isomórficas. A partir desta propriedade dos axiomas, Veblen afirma que é possível assegurar a *determinação completa* da geometria euclidiana. Diferentemente de Hilbert, Pasch, entre outros, Veblen prefere assumir que um sistema axiomático categórico não define uma classe de objetos: "Provavelmente seria melhor reservar a palavra definição para a substituição de um símbolo por outro, e dizer que um Sistema de axiomas é categórico se ele é suficiente para a determinação completa de uma classe de objetos ou elementos" (1904, p.346-347).

1-11 A incompletude dos sistemas axiomáticos consistentes e a crítica de Kant a Leibniz

De qualquer forma, do ponto de vista da concepção axiomática, o sistema axiomático deve captar a estrutura formal que determina, ou define conforme a concepção inicial proposta por Gergonne, uma classe de objetos segundo a forma das propriedades e relações. Assim, a concepção axiomática é exatamente o oposto da concepção tradicional de ciência dedutiva que está em Aristóteles e Frege e que vimos em Leibniz, Vale dizer, a matéria – como domínio de entidades que são objeto de sistematização – não é o fundamento da estrutura formal, mas ocorre o justo contrário, a estrutura formal define a classe de objetos. Em Aristóteles a matéria - domínio de entidades reais – devia ser estabelecida inicialmente pelos postulados. Em Leibniz, a matéria é definida explicitamente pelos termos primitivos, onde os gêneros que determinam todas as estruturas das espécies e subespécies do sistema, isto é, a matéria determina a forma. Para Leibniz, se tivermos um alfabeto completo dos termos primitivos podemos ter uma determinação completa do sistema dedutivo - estabelecer todas as possíveis proposições verdadeiras deriváveis dos axiomas. Como vimos, Kant se opõe a esta concepção e declara que a forma é que determina a matéria. Contudo, diferentemente da concepção axiomática, Kant não acredita que a forma pode estabelecer a determinação completa através meramente da consistência dos axiomas. A lógica é insuficiente para assegurar a completude do sistema dedutivo geométrico. Tal concepção kantiana, embora seja uma oposição principalmente a concepção de Leibniz - que possui apenas o esboço de uma lógica simbólica, muito distante de qualquer concepção de uma lógica quantificacional –corresponde aos resultados de Gödel.

A noção de completude estabelecida por um sistema axiomático categórico, que vimos acima, chamaremos de noção clássica, seguindo Torretti, (1984, p.198), Kline (1972, p.1014), Kneale (1991, p.396) e principalmente Hintikka, (1998). Esta noção clássica de completude de um sistema categórico se distingue da noção estabelecida pelo programa de Hilbert de formalização completa da matemática e, consequentemente, da completude estabelecida por Gödel para a lógica de primeira ordem e a prova da incompletude para qualquer sistema axiomático de segunda ordem, necessário para a axiomatização da aritmética. Neste último sentido de completude, nem o sistema axiomático da geometria euclidiana, apresentado por Hilbert, nem qualquer sistema axiomático que exija a aritmética pode ser considerado completo. A axiomática do início do século XX estabelece as propriedades metateóricas dos sistemas axiomáticos através da interpretação dos termos primitivos a partir de objetos concretos ou a partir de outros sistemas matemáticos de axiomas. Neste sentido, para se aceitar que um sistema formal é consistente e completo é necessário assumir que os domínios de interpretação são reais. O programa de Hilbert propôs a formalização dos meios de se estabelecer as teses metateóricas, ou seja, não se deve recorrer a modelos matemáticos (infinitos, como no caso do conjunto dos números reais). Sendo assim, é necessário recorrer a modelos puramente formais. É justamente a partir deste projeto que surge a concepção modelo-teorética para a fundamentação das teses metamatemáticas. Em linhas gerais, a metamatemática, ao invés, de justificar a consistência das derivações de fórmulas através de modelos matemáticos, pretende estabelecer a consistência do conjunto de axiomas a partir de uma análise da natureza da derivação. Uma derivação logicamente consistente poder ser exemplificada por uma fórmula que pode ser atingida através de uma série finita de transições (inferências segundo operadores lógicos) a partir de um conjunto de axiomas dados. Se a derivação é lógica, então não deve levar em conta nenhuma interpretação especial para os termos primitivos, ou seja, trata-se de uma inferência válida para todas as interpretações satisfatórias (onde os axiomas são verdadeiros) (cf. Kneale,1991, p.698). Assim, para provar que um conjunto de axiomas é inconsistente basta encontrar um modelo em que a fórmula derivada e os axiomas são verdadeiros ou outro modelo em que os axiomas são verdadeiros, mas a fórmula não é. Porém não é possível a análise todos os modelos concretos e ideais possíveis a fim de verificar a consistência ou inconsistência, dessa forma, surge concepção de modelos formais que permitam analisar as condições de verdade das proposições. No cálculo proposicional, a álgebra de Boole de 0 e 1 é suficiente para estabelecer todos os modelos possíveis para fórmulas criadas a partir dos operadores e dos símbolos proposicionais empregados neste cálculo. Vale dizer, é possível no cálculo proposicional descrever os operadores lógicos como funções de verdade a partir dos modelos formais de Boole.

Não vamos considerar em detalhes os métodos lógicos de assegurar as propriedades metamatemáticas de sistemas formais como da lógica quantificacional ou mesmo considerar em detalhes os teoremas de Gödel, apenas queremos ressaltar que a possibilidade de se estabelecer modelos formais para os sistemas axiomáticos está condicionada ao fato destes modelos poderem descrever as operações lógicas como condutoras de verdade, assim os modelos formais possíveis são aqueles que podem ser construídos a partir dos operadores lógicos. O teorema da incompletude de Gödel diz que, em linhas gerais, dado um conjunto de axiomas que pretenda sistematizar a aritmética, é possível encontrar fórmulas válidas (isto é, fórmulas verdadeiras em todos os modelos em que os axiomas são também verdadeiros) que, porém, não são deriváveis a partir dos operadores lógicos quantificacionais dos axiomas. Ou seja, o sistema formal não estabelece a determinação completa de todas as possíveis relações e propriedades enunciáveis em fórmulas. Do ponto de vista kantiano, isso ocorre porque os procedimentos de inferência lógicos são indeterminados, ou insuficientes para captar todas as relações matemáticas. Ou seja, a lógica é insuficiente para estabelecer a forma completa de sistemas matemáticos.

1-12 A concepção de ciência de Kant: postulados como operações primitivas formais

Do nosso ponto de vista, Kant propõe uma nova concepção de ciência baseada na tese de que a forma precede a matéria. Diferentemente da concepção aristotélica de ciência dedutiva, para Kant os postulados como operações primitivas da geometria não devem representar a matéria, mas a forma. Ou seja, os postulados como operações primitivas estabelecem uma estrutura formal. Na verdade, como defenderemos, o que Kant assume é que o método fluxional newtoniano, representa o conjunto de operações primitivas da geometria, que reúne todas as operações primitivas que caracterizam a geometria. O método fluxional não tem as mesmas características que os axiomas de um sistema axiomático formal do ponto de vista lógico-matemático, o que nós propomos é que Kant concebeu que os termos primitivos envolvidos nas operações fundamentais da geometria não possuem um significado explícito, mas obtêm significado a partir das operações fundamentais da geometria, representada pelo método fluxional. Por isso o espaço geométrico não é uma estrutura previamente dada que os axiomas geométricos visam captar o significado. Pelo contrário, o espaço geométrico é um construto feito a partir das operações fundamentais do método fluxional, isto é, as operações fundamentais da geometria determinam a classe total dos objetos geométricos. Assim, a concepção kantiana de ciência assume que as operações fundamentais da geometria - expressas pelo método fluxional – determinam uma forma, uma estrutura relacional. Para ser breve, os postulados da ciência não explicitam a natureza do seu objeto, mas estabelecem uma estrutura relacional, no caso da geometria o sistema das relações entre quantas extensivos, e no caso da física o sistema que constitui a experiência possível. Como veremos no capítulo 4, esta tese é clara acerca da física, uma vez que a natureza da matéria, a sua essência, é estabelecida apenas de forma heurística e subjetiva, o que importa é estrutura relacional imposta pela foronomia e pelas leis mecânicas.

No capítulo seguinte veremos que espaço geométrico kantiano (intuição formal) como condição da geometria é um procedimento formal capaz de captar todas as fórmulas válidas da geometria que são ao mesmo tempo demonstráveis. Trata-se de um procedimento de constituir modelos espaciais não a partir de operadores lógicos, mas segundo procedimentos de transformação pertencentes à geometria sintética. Tal procedimento Kant chama de *Synthesis speciosa*, que é inspirado pelo método fluxional newtoniano. Todos os procedimentos de construção geométrica, descrição de linhas, curvas, rotação e translação podem ser descritos a partir da *Synthesis speciosa* ou do método fluxional e são estes procedimentos que permitem derivar propriedades e relações geométricas dos axiomas. Em Leibniz o procedimento de derivação é entendido como uma tarefa de estabelecer a distinção lógica, explicitar o conteúdo dos termos primitivos, para Kant a geometria deriva propriedades e relações através de distinções sintéticas. Os modelos formais tais como os da álgebra de Boole servem para descrever todos modelos possíveis de dado conjunto de fórmulas através dos operadores lógicos. Em Kant a descrição de todas as possíveis construções geométricas, através das operações sintéticas, é feita pela *Synthesis speciosa*. Para entendermos esta característica da *Synthesis speciosa* é necessário recorrermos à história da matemática, onde poderemos perceber que a concepção kantiana de intuição pura surge no interior das discussões sobre a fundamentação da análise matemática.

Capítulo 2

Synthesis Speciosa, Análise matemática moderna e antiga: A intuição pura como procedimento de construir modelos formais

Segundo a nossa interpretação, os axiomas não expressam propriedades reais da intuição, como assume a interpretação tradicional. A intuição pura do espaço não é algo que os axiomas geométricos captam o sentido ou o conteúdo. Pelo contrário, a intuição espacial kantiana, enquanto modelo formal, capta a estrutura de relações e propriedades métricas estabelecidas pelos axiomas[28]. Contudo, a continuidade do espaço, e esta estrutura relacional, pode ser entendida como uma propriedade real da intuição espacial. Pode-se dizer, a partir da interpretação tradicional, que Kant assume a intuição do espaço como fundamento real da geometria justamente porque é necessário estabelecer o domínio da realidade que garante a estrutura relacional contínua necessária para as operações geométricas. A intuição pura não é um modelo formal, mas um modelo real da geometria, tal como Beck e Brittan sugerem. De fato, as fundamentações metafísicas da geometria na modernidade buscaram prover o fundamento metafísico do espaço que garantisse a continuidade, tanto o espaço ideal de Leibniz como o espaço absoluto de Newton pretendem estabelecer a continuidade quantitativa da extensão. Kant, assumiria, segundo a interpretação tradicional, que o espaço como fundamento real da percepção é o modelo que estabelece a continuidade e satisfaz os axiomas euclidianos. A fim de clarificarmos melhor

[28]Estamos sugerindo que a concepção kantiana dos axiomas geométricos euclidianos é similar a ideia formalista de que os axiomas são definições implícitas dos termos primitivos geométricos. Certamente, a noção de definição implícita tal como utilizada pelos geômetras do século XIX era algo que Kant estava inconsciente, porém a similaridade provém do fato de que o sentido de um axioma para Kant, assim como por exemplo para Gergonne, se dá pelo seu emprego. Como vimos, de acordo com Gergonne, uma definição implícita apresenta o seu significado mediante a maneira como podemos emprega-la, ou seja, os axiomas expressam a maneira como podemos empregar os termos primitivos para expressar teoremas geométricos. Para Kant, os axiomas geométricos exprimem o seu sentido pela construção na intuição pura (KrV, A732/B 761). Por outro Lado, a carta de Lambert revela muito claramente uma concepção muito próxima de definição implícita.

a concepção kantiana da intuição espacial, vamos discutir em linhas gerais como problema do contínuo espacial surgiu em Leibniz e Newton.

O problema do contínuo espacial surge principalmente na modernidade por conta das quantidades infinitesimais que são empregadas no cálculo. Assim, como determinar a natureza destas quantidades foi também uma das principais diferenças entre Newton e Leibniz. Em linhas gerais pode-se dizer que as diferentes concepções de Leibniz e Newton sobre o espaço também refletem na diferença como eles conceberam o cálculo. A versão newtoniana do cálculo é formulada pelo método das fluxões, em que as quantidades infinitesimais são captadas pelo movimento contínuo de um ponto no plano espaço-temporal. Os fluentes (equivalente à quantidade infinitesimal) são obtidos mecanicamente por procedimentos orgânicos. A concepção newtoniana do cálculo está em conformidade com os métodos sintéticos dos gregos. Já Leibniz segue a concepção algébrica de Descartes, onde o método, diferentemente dos gregos, se dá pela analise algébrica, em que as quantidades matemáticas são transformadas em símbolos (representado por letras do alfabeto). Trata-se da *Logistica Speciosa*. Neste caso, o contínuo matemático quantitativo não é representado por construções sintéticas. Para Newton, o contínuo matemático –a estrutura relacional - é gerado em uma estrutura espaço-temporal representacional, mas que o referente ontológico são os movimentos mecânicos realizados, por Deus, Natureza, ou um engenheiro, na estrutura do espaço e tempo reais. Para Leibniz, o referente do contínuo gerado pela estrutura algébrica do cálculo são entidades abstratas, vale dizer, entes ideais. É neste sentido que Leibniz propõe que o espaço contínuo é um ser de razão, fundado sobre operações lógicas.

Em Kant a estrutura relacional contínua espacial é produzida pela *Synthesis speciosa*, que é uma concepção oriunda da análise matemática do século XVII, a *Logística Speciosa*, que pretende estabelecer modelos algébricos para operações matemáticas da aritmética e da geometria. Tal doutrina foi criada por Viète e aprimorada por Descartes. A ideia básica desta doutrina matemática é interpretar todos os dados/objetos matemáticos, a quantidade/grandeza, simbolicamente. Trata-se de se interpretar as quantidades particulares que compõem um problema matemático segundo símbolos algébricos, a fim de estabelecer uma equação com constantes e variáveis expressas por letras do alfabeto e sem indicar qualquer número particular ou qualquer dado geométrico. Este procedimento de abstração visa estabelecer uma estrutura formal constituídas pelas operações algébricas que permitem determinar o conjunto de teoremas e problemas matemáticos solúveis, isto é, a *Logística Speciosa* pretende estabelecer uma forma de transformação para dados matemáticos a partir do qual seja possível resolver todos os problemas matemáticos de acordo com de algumas operações algébricas, pelo menos este era o objetivo de explicito de Viète, Descartes e Leibniz. Kant, por outro lado, seguindo a concepção newtoniana de análise matemática, propõe uma interpretação restrita da quantidade, ao invés de referir as quantidades matemáticas a símbolos abstratos, que podem designar dados matemáticos em geral, deve-se referir ou interpretar a quantidade como fluxos temporais que descrevem o espaço. A *Synthesis speciosa* assim como a *Logística speciosa* interpreta os dados matemáticos simbolicamente, no entanto ao invés de designar as quantidades como símbolos alfabéticos, a *Synthesis speciosa* kantiana interpreta as quantidades como construtos espaço-temporais. Os símbolos algébricos podem receber qualquer interpretação, ao passo que a *Synthesis speciosa* restringe os modelos possíveis àqueles que obedecem à estrutura espaço-temporal.

2-1 – A Análise matemática moderna e a *Synthesis speciosa* de Kant

Em Leibniz, por exemplo, o contínuo espacial é ideal, um ser da razão, justamente por conta da concepção algébrica de Leibniz da análise matemática: as proposições sobre a relação e as propriedades sobre a quantidade devem ser obtida por meios algébricos. A concepção de Leibniz de análise matemática é baseada em sua concepção da *Universal Característica* (Baron e Bos, 1985, p.43) e vimos no capítulo anterior que Leibniz pretendeu fazer um esboço da *Characteristica Universalis* a partir da geometria. Nesse sentido a análise matemática simbólica pretende captar as relações e propriedades da quantidade através das relações algébricas, o que significa captar a forma do pensamento (mundo ideal) em relação à quantidade. O conceito de quantidade, nesse sentido, tem apenas uma significação lógica (na concepção de Leibniz, pelo menos), ou melhor, formal, a quantidade é um termo primitivo e a estrutura das operações lógicas-algébricas estabelecem a sua determinação completa. O cálculo algébrico é verdadeiro em virtude do princípio de identidade, ou seja, o princípio de identidade é suficiente para provar, ou estabelecer o valor de verdade de teoremas matemáticos, nesse sentido uma equação algébrica bem construída é suficiente para estabelecer a validade do teorema matemático. Para ser breve, na concepção de Leibniz o princípio lógico de identidade é suficiente para garantir o valor de verdade das fórmulas algébricas na determinação da quantidade: "O Grande fundamento da matemática é o princípio de contradição, ou identidade, isto é, que uma proposição não pode ser verdadeira e falsa ao mesmo tempo; e que portanto A é A e não pode ser não-A" (Leibniz-Clarke, A 15-16; G, VII, 355-356). Embora Descartes não assuma como Leibniz que as operações algébricas são fundamentadas em princípios lógicos, ele assume a intuição intelectual como fonte da verdade, de forma que do mesmo modo que Leibniz, Descartes acredita que as equações algébricas são suficientes para determinar a quantidade em geral. Em outras palavras, a concepção racionalista acredita que o entendimento puro é suficiente para determinar as relações e propriedades da quantidade.

Sendo assim, a concepção racionalista de matemática fundamentada no entendimento justifica a interpretação abstrata das quantidades na análise matemática, referindo os dados a símbolos gerais. Do ponto de vista kantiano, a concepção racionalista ao pretender estabelecer a quantidade a partir do entendimento puro refere o conceito de quantidade ao objeto em geral = X. Pelo entendimento puro a quantidade é completamente indeterminada, isto é, o objeto ao qual se refere a quantidade é meramente transcendental:

> O pensamento é o ato de referir a um objeto uma intuição dada. Se a espécie desta intuição não é dada de nenhuma maneira, o objeto é então simplesmente transcendental, e o conceito do entendimento tem apenas uso transcendental, isto é, exprime a unidade do pensamento de um diverso em geral. Mediante uma categoria pura, na qual se abstraiu de toda a condição da intuição sensível, única que nos é possível, não se determina nenhum objeto, apenas se exprime o pensamento de um objeto em geral, segundo diversos modos (KrV, A 247/ B304)

Na concepção kantiana referir-se à quantidade pelo entendimento puro é o "[...] pensamento indeterminado de algo em geral" (KrV, A 253). Ou seja, para Kant, na fundamentação da análise algébrica dos racionalistas pelo entendimento puro, a quantidade fica indeterminada. Para Kant, se a quantidade pode ser entendida como um termo primitivo, simbolizada algebricamente e determinada pelas operações algébricas, o sistema destas operações - entendidas como operações do entendimento puro - são insuficientes para estabelecer a determinação da quantidade, isto é, a classe dos objetos quantas não é determinada pelas operações puras do entendimento. Ou melhor as operações formais do entendimento são insuficientes para determinar a classe dos quantas. O entendimento puro não é capaz de determinar todas as relações e propriedades quantitativas a partir de um fundamento formal das operações algébricas. Em suma, a fundamentação lógico-formal da álgebra não é capaz de estabelecer a determinação completa da quantidade, suas relações e propriedades. Como vimos no capítulo anterior, a consistência lógica é insuficiente para garantir a completude, Kant apresenta isso a partir do problema dos similares incongruentes.

A doutrina da *Synthesis speciosa* pretende estabelecer a completude da quantidade, para tanto ela restringe a interpretação que se pode estabelecer aos símbolos algébricos. Em Leibniz, como a álgebra é fundamentada pelo princípio de identidade, as relações quantitativas são válidas irrestritamente, em todos os mundos possíveis. O que Kant propõe é que os termos que representam as quantidades sejam interpretados em termos espaços-temporais, isto é, Kant, a fim de assegurar a completude das relações e propriedades quantitativas estabelecidas pelas operações algébricas e geométricas, restringe os modelos possíveis que podem ser estabelecidos para a quantidade. A diferença entre a *Logística speciosa* e a *Synthesis speciosa*, é que a primeira emprega símbolos abstratos, que podem receber qualquer interpretação (em todos os mundos possíveis), já a segunda emprega o espaço e o tempo simbolicamente, de modo que a quantidade pode ser interpretada em modelos espaços-temporais. A ideia de restrição de modelos possíveis ocorre justamente pelo fato de que os modelos instanciam indivíduos a partir de um sistema de referência que permite estabelecer a interdependência entre indivíduos. É justamente a instanciação neste sistema de sucessão e coordenação que permite estabelecer a incongruência dos similares, o que a lógica de Leibniz não captava, pois esta incongruência não é obtida em todos os modelos lógicos possíveis. Como veremos, a instanciação de indivíduos e a relação estrutural de objetos interdependentes é a característica básica do método sintético e do procedimento modelo-teorético, o que será ilustrado pelo tablô semântico.

Como veremos no que se segue, esta restrição é uma exigência metodológica de Newton na sua elaboração do método de fluxão. Newton propõe o método fluxional como uma alternativa a análise algébrica cartesiana. Newton adota o método fluxional justamente para garantir certas propriedades metateóricas para a geometria e para a análise matemática do século XVII, a saber: a restrição da quantidade a dados instanciados no espaço e no tempo simbolicamente garante a solubilidade dos problemas e a prova dos teoremas legítimos da geometria. O método fluxional newtoniano se insere na história da matemática como uma retomada ao método sintético dos gregos. A ideia geral dessa concepção grega é a de que a análise deve ser feita a partir de modelos construcionais, ou seja, a análise matemática não é puramente formal (onde os dados são representados como puras abstrações), os dados na concepção sintética da matemática devem ser concebidos a partir de modelos que restringem o âmbito das operações matemáticas. Isto é, os modelos sintéticos estabelecem o domínio contínuo das relações matemáticas em conformidade com as operações sintéticas. A concepção sintética surge na geometria grega, está presente na concepção newtoniana que influenciou Kant e também é a base da geometria projetiva, que contribuiu de maneira fundamental para o surgimento da concepção axiomática.

2-2 A *Logística speciosa* de Viète e a *Synthesis speciosa* de Kant

A análise algébrica, tal como foi desenvolvida por Viète, tinha como objetivo restaurar o secreto método de análise dos gregos a partir de procedimentos algébricos. Viète desenvolveu uma análise algébrica que se aplica a problemas matemáticos tanto aritméticos como geométricos. A ideia básica é que todo problema matemático pode ser transformado em uma equação simbólica e solucionado de acordo com operações algébricas. Tal inovação de Viète contribuiu para o surgimento da geometria analítica cartesiana. A grande inovação de Viète foi desenvolver uma técnica abstrata, a partir da manipulação de símbolos, que pudesse ser aplicada a qualquer problema particular da matemática. Nesta concepção, os procedimentos simbólicos do cálculo se aplicam as grandezas independentemente de sua natureza: número ou grandeza geométrica. Nesta ‘nova álgebra’, as entidades matemáticas como números, segmentos de reta, figuras etc., sejam conhecidas, desconhecidas ou indeterminadas, eram consideradas somente como grandezas, abstraindo a sua verdadeira natureza (Bos, 2001, p.147). Tal caráter abstrato da análise algébrica permitiu Viète declarar o seguinte sobre o objetivo da sua arte analítica: “Finalmente, a arte analítica […] pretende resolver o maior problema de todos, que é resolver todos os problemas” (Viète, 1983, p.32)

Viète chama a sua arte analítica de *Logística Speciosa*. À primeira vista a arte analítica de Viète não tem nenhum parentesco ou similaridade com a *Synthesis speciosa* kantiana que não esteja apenas no nome. Com efeito, a síntese figurada kantiana trata de como as categorias podem ser aplicadas aos objetos e não parece ter relação com os procedimentos da análise algébrica. No entanto, a ideia básica contida na *logística speciosa* de Viète é a de poder transformar todo e qualquer problema matemático em uma equação algébrica formal. Ou seja, a *logística speciosa* visa traduzir todas as grandezas, ou todos dados matemáticos conhecidos e desconhecidos, em símbolos abstratos para a aplicação de regras formais algébricas. Bem entendido, a concepção algébrica de Viète introduz a noção de definição implícita da quantidade através da formalização: o objeto matemático é definido pela estrutura das operações algébricas. Do nosso ponto de vista, a *Synthesis speciosa* kantiana tem esta mesma função na medida em que apreende (e transforma) o múltiplo sensível da intuição segundo a unidade do espaço e do tempo (unidade do sentido interno). Tal transformação permite estabelecer a relação das formas abstratas do pensamento (categorias) com os dados sensíveis. Objetos não são estabelecidos pelo seu conteúdo particular, mas pela transformação (*Synthesis speciosa*) em conformidade com as categorias. De fato, o objeto em Kant é determinado pela categoria. Mais especificamente o que nos interessa, a categoria de quantidade determina o que é o *quanta* pela transformação dos dados pela *Synthesis speciosa*. A diferença é que em Viète a transformação do *quanta* é abstrata, onde nas operações algébricas aplicam-se os símbolos alfabéticos irrestritos (podem ser interpretados de qualquer modo). Em Kant a transformação é sintética: restrita a modelos espaços-temporais de quantas. Esta concepção de Kant segue a versão newtoniana da *logística speciosa* de Viète, o método fluxional: um procedimento de transformação dos dados matemáticos de acordo um procedimento construtivo a partir de um movimento que é uma fluxão temporal que descreve um espaço. Esta descrição fluxional do espaço é exatamente o que Kant diz ser "[...] um ato puro da síntese sucessiva do diverso na intuição externa em geral por intermédio da imaginação produtiva e pertence não só à geometria, mas também mesmo à filosofia transcendental" (KrV,B 156). No que segue vamos expor, em linhas gerais, a concepção da análise matemática de Viète e Descartes e contrapor as objeções metateóricas de Newton à análise matemática cartesiana.

2-3 A análise matemática moderna: Viète, Descartes e o método fluxional de Newton

A arte analítica, tal como desenvolvida pelos modernos no século XVII (Viète, Descartes, Newton, etc.), tinha como pano fundo a ideia de restaurar o antigo e secreto método de análise dos gregos. Tanto Viète como Descartes tinham como objetivo encontrar e desenvolver o método de análise dos antigos, a principal ferramenta que eles utilizaram para isso era o cálculo algébrico. Newton, por outro lado, desenvolve o método de análise (o método fluxional) em oposição à moderna algebratização da análise (principalmente Descartes). O método fluxional newtoniano é uma arte analítica que é um misto de métodos algébricos (método de séries) e construções mecânicas (fluxões) (Guicciardini, 2009, p.11). E ao desenvolver seu método de análise a partir de construções mecânicas, Newton acreditava que tinha restaurado e se mantido fiel ao método geométrico de análise dos gregos.

O método de análise grego, em linhas gerais, é um procedimento de resolução de problemas sobre construções ou de provar teoremas, onde se supõe o que se quer encontrar (a incógnita) como dado, e investigam-se as suas condições até encontrar alguma coisa já conhecida. O método de análise se divide em fases, a enunciação, análise propriamente dita ou transformação. O que nos interessa aqui é como os modernos compreenderam a análise propriamente dita ou transformação. A análise propriamente dita, na versão construcional do método, é o procedimento de transformar a figura que se quer determinar a partir de construções auxiliares. Tal transformação permite determinar a figura que se quer encontrar segundo o que já é conhecido (teoremas e axiomas). Em Viète, a fase da análise propriamente dita é feita pela *logística speciosa*, onde se transforma a incógnita na forma de uma equação algébrica. Para Viète este procedimento de simbolização dos problemas matemáticos, a partir de letras do alfabeto e abstraído dos dados e construções particulares, torna a sua arte analítica mais poderosa (abrangente no sentindo de que é capaz de resolver todos os tipos de problemas matemáticos) do que o método de análise dos antigos, a qual envolvia grandezas e construções particulares.

Em *Géométrie*, Descartes desenvolve o seu próprio método de análise a fim de transformar problemas geométricos em equações. A análise algébrica cartesiana é um procedimento de resolução de problemas que procura traduzir os problemas geométricos em equações algébricas, onde as operações algébricas são relacionadas com operações sobre segmentos. Guicciardini explica isso da seguinte maneira:

> Os segmentos de linhas na figura são denotados pelas letras a, b, c, ... para seguimentos que são dados, e z, y, x, ... para seguimentos que são desconhecidos. As relações geométricas estabelecidas entre os seguimentos (que em geral toma a forma de identidades entre razões das extensões mas também podem ser relações mais complicadas tais como a identidade de razões cruzadas) são então traduzidas em equações correspondentes. Aqui estamos apenas no início do processo analítico: os seguimentos desconhecidos são tratados como se eles fossem conhecidos e manipulados na equação com os dados do problema (2009, p.39).

Descartes acreditou que a sua ferramenta de análise era superior ao antigo método analítico grego, e tal superioridade permitia a ele classificar todos os problemas geométricos de acordo com critérios puramente algébricos. Todos os problemas geométricos possíveis são aqueles que podem ser transformados em equações polinomiais. Curvas que não podem ser transformadas em equações polinomiais são impossíveis. Por exemplo, curvas mecânicas (curvas produzidas pelo movimento) devem ser banidas da geometria, pois não podem ser adequadamente transformadas em equações algébricas definidas:

> A espiral, a quadratriz, e curvas similares, que realmente pertencem somente à mecânica, não estão entre as curvas que eu penso que devem ser incluídas aqui,

> desde que elas devem ser concebidas a partir da descrição de dois movimentos separados cuja relação não admite uma determinação exata (*Géométrie p.317*) [29]

Dizer que as curvas mecânicas são impossíveis significa dizer que elas não podem ser construídas. O critério cartesiano de possibilidade de curvas geométricas estabelece quais curvas podem ser demonstradas pela síntese. A análise matemática cartesiana ainda concebe a construção sintética da figura geométrica como procedimento de prova de teoremas, em conformidade com a concepção grega. A análise deve encontrar as condições de prova, ao passo que a síntese ou exposição sintética deve demonstrar efetivamente como a construção da figura é possível a partir das condições de prova do teorema. Contudo, diferentemente dos gregos, Descartes estabelece as condições de prova das soluções encontradas na análise apenas de acordo com os critérios formais da álgebra, Segundo Guicciardini:

> Um dos elementos no estágio sintético do *canon* de Descartes que Newton devota grande atenção era a construção das equações. Essas construções têm que ser levadas a cabo em termos da intersecção de curvas admissíveis, e entre curvas admissíveis se escolhe a mais simples. No fim das contas, Descartes foi forçado a empregar critérios algébricos de demarcação e simplicidade. A demarcação entre curvas admissíveis e inadmissíveis como meio de construção era aquela entre curvas geométricas (algébrica) e mecânicas (transcendental). Curvas geométricas coincidem com as equações polinomiais; o grau da equação permitiu classificar as curvas geométricas em termos da sua simplicidade (2009, p.64).

Pode-se dizer que em Descartes a teoria algébrica de resolução (análise) de problemas geométricos estabelece o critério para a solução (síntese) dos problemas geométricos. Isso foi o que Descartes considerou como sendo a sua regra de ouro para a solução de problemas: para se construir equações (síntese) deve-se escolher as curvas com equações polinomiais mais simples (Guicciardini, 2009, p.43)[30]. Pode-se dizer que

[29] A referência da Géometrie foi feita de acordo com a primeira edição de 1637.

[30] A construção das equações evolvia a escolha de pelo menos duas curvas, onde a sua intersecção determina os segmentos que são a solução do problema, conforme Guicciardini explica: "A construção da equação apresenta ao geômetra um novo problema, nem sempre fácil. Tem que se escolher duas curvas tal que as intersecções determinam segmentos que são a solução do problema. Esses segmentos são construções exigidas pelo problema" (2009, p.41).

Descartes define os critérios de solubilidade dos problemas geométricos de acordo com a simplicidade dos procedimentos algébricos da resolução (análise).

Newton desenvolve o método fluxional justamente para se opor a esta concepção de solubilidade de problemas de Descartes. Para Newton, análise algébrica cartesiana exclui uma classe de problemas legítimos da geometria, as curvas mecânicas. Por outro lado, a análise algébrica cartesiana é *indeterminada* em relação à construção das curvas, ela não dá os meios suficientes para a execução da síntese (a construção da curva)[31]. Isso ocorre porque a teoria cartesiana de solubilidade de problemas confunde os procedimentos heurísticos de descoberta (análise algébrica) com os procedimentos da composição da prova:

> Solução é, contudo, o oposto da resolução na medida em que não foram removidos todos os traços da resolução do início ao fim por meio de uma completa e perfeita composição. Por exemplo, se a questão é respondida pela construção de alguma equação, esta questão é resolvida pela descoberta da equação e composta pela sua construção, mas ela não é resolvida antes da enunciação da construção e a sua completa demonstração seja composta, sem levar em conta equação (Newton, 1967, p.250).

O que Newton questiona no método cartesiano de análise algébrica é a falta de legitimidade do método de prova. De fato, a matemática no século XVII fez enormes avanços no que se refere à prática da análise algébrica, no entanto, não havia nenhuma fundamentação formal destas práticas. A fundamentação rigorosa da análise só ocorreu a partir do século XIX, a partir do desenvolvimento da noção formal de função no desenvolvimento do cálculo, e consequentemente o projeto de fundamentação aritmética da análise. Além disso, o desenvolvimento formal da teoria dos conjuntos, bem como dos métodos axiomáticos, permitiu aos matemáticos conceberem métodos de provas puramente formais, como vimos, a teoria da prova surge no final do século XIX e estabelece sistemas

[31]Conforme Guiccirdini explica: "Observe que processo analítico (a invenção e manipulação da equação) geralmente não dá muitas sugestões sobre como as construções podem ser empreendidas. A passagem da análise para síntese está longe de ser uma reversão fácil de etapas (como Pappus parece sugerir no caso da análise e síntese geométrica). Na verdade, a síntese põe um novo problema, e no mais das vezes complicado, para Descartes" (Guiccirdini, 2009, p.53).

formais de prova, onde a derivação dos teoremas é efetuada por regras de inferências formais (e dependendo da ambição do projeto, apenas por regras de inferências lógicas).

Na crítica newtoniana a Descartes existe um pano de fundo ontológico acerca da natureza das entidades matemáticas. Newton, seguindo a concepção empirista inglesa de Borrow e Hobbes, acreditava que a geometria fosse primordial em relação à álgebra e à aritmética devido ao fato dela poder ser exibida na natureza. Mas acima de tudo, a crítica de Newton tratava da legitimidade dos métodos e dos raciocínios matemáticos. A análise algébrica do século XVII ainda não possuía uma teoria que assegurasse os resultados dos seus procedimentos formais. A maneira de provar teoremas tanto para Newton como para Descartes era a partir do antigo método de análise e síntese, que garantia que os resultados da análise matemática tinham procedimentos de provas garantidos, expostos na síntese. De acordo com Newton, a análise dos antigos era feita a partir da composição geométrica das figuras, de modo que "[...] ela dirige mais facilmente e prontamente à composição dos problemas, e a composição a que ela leva-nos é na maioria das vezes mais simples e elegante do que a feita a partir da álgebra" (Newton in Guiccirdini, 2009, p.312). A análise dos antigos geômetras gregos era feita de tal modo que a síntese era apenas o reverso da análise. Isso significa que no método sintético grego, todos os teoremas e problemas válidos, em que suas condições de prova são estabelecidas pela análise, devem ser provados sinteticamente, construídos (derivados) a partir dos primeiros princípios (axiomas e postulados). A síntese grega possui procedimentos construtivos não-formais (não podem ser reduzidos às operações algébricas, muito menos as operações lógicas deste período), nesse sentido a análise deve levar em conta modelos restritos, modelos conformes às operações sintéticas, e não todos os modelos possíveis obtidos pela interpretação irrestrita dos símbolos algébricos. Se análise for abstrata como propõe Descartes e as quantidades forem representadas por símbolos que podem receber qualquer interpretação, as fórmulas válidas analiticamente não podem ser provadas pelos procedimentos de derivação sintéticos. As fórmulas válidas na análise cartesiana são indeterminadas, vale dizer, não podem ser provadas.

Newton entendia a antiga análise grega como uma análise construcional, onde a construção sintética era obtida pela reversão das etapas. Newton acreditou que o secreto método de análise dos antigos envolvia o método de descrição orgânica de curvas pela régua, compasso, e outros instrumentos mecânicos (cf. Guicciardini, 2009, p. 95-96). Assim, Newton propõe que a análise não deve transformar os dados diretamente em termos de símbolos abstratos (formais), que não possuem nada em comum com as formas geométricas. A análise deve transformar as quantidades matemáticas em termos espaços-temporais, isto é, fluxões temporais que descrevem quantidades espaciais (fluentes). Ou seja, na *logística speciosa* newtoniana, os dados matemáticos não são transformados diretamente por símbolos algébricos, mas de acordo com descrições mecânicas que são espaços-temporais. A análise propriamente dita ou transformação newtoniana, a quantidade matemática é restrita a modelos espaço-temporais, as operações analíticas algébricas são válidas apenas no domínio de quantidades fluxionais, pois, desse modo, estas operações podem ser empregadas para a derivação construtiva da figura geométrica na exposição sintética.

O método de fluxões foi a base a partir da qual Newton desenvolveu o teorema fundamental do cálculo, onde as operações de derivação e integração são vistas como procedimentos inversos um ao outro. Discutir as origens e o funcionamento do cálculo está muito além do nosso objetivo. Pretendemos apenas discutir, em linhas gerais, qual a função de transformação ou captação dos dados contido no método de fluxões newtoniano. Newton caracteriza a ideia geral do método de fluxão da seguinte maneira:

> Não considerarei aqui as quantidades matemáticas como sendo compostas de partes extremamente pequenas, mas como sendo geradas por um movimento contínuo. Linhas são descritas, e ao descrevê-las são geradas. Não por um alinhamento de partes, mas por um movimento contínuo de pontos. As superfícies são geradas pelo movimento de linhas, os sólidos pelo movimento de superfícies, os ângulos pela rotação dos seus lados, o tempo por um fluxo contínuo, etc. (Newton, 1964, p.141).

No método fluxional, todas as quantidades matemáticas são geradas pelo movimento contínuo, isto é, todas as quantidades matemáticas são geradas por um fluir no tempo, e o tempo é gerado por um fluxo contínuo. Isso é representado da seguinte forma: o movimento de um ponto gera uma linha, as superfícies são geradas pelo movimento de linhas, e os sólidos pelo movimento de superfícies. As quantidades geradas por este fluir são os fluentes, a velocidade instantânea do movimento é a fluxão. Os fluentes são representados pela distância percorrida em um determinado tempo e, portanto, está em relação direta com a velocidade da fluxão. A partir desta caracterização geral é possível entender a relação das duas operações fundamentais do cálculo, Newton enuncia estas operações da seguinte forma: "1 dado o comprimento do espaço percorrido continuamente (quer dizer, em cada instante do tempo), ache a velocidade do movimento num instante qualquer. 2 Dada continuamente a velocidade do movimento ache o comprimento do espaço percorrido num instante qualquer" (Newton, 1967. P.79).

O que Newton propõe é que se entendam os dados matemáticos como o resultado de um procedimento fluxional de descrição do tempo e do espaço, isso permite que se entenda qualquer quantidade, por menor que seja, como dada em um contínuo espacial descrito de acordo com um movimento uniforme. Isso garante que qualquer valor encontrado durante a análise pode ser representado na síntese, ou seja, qualquer valor obtido numa equação abstrata pode ser representado na composição sintética da curva. É só a partir desta forma de representação das quantidades matemáticas, que são conforme a qualquer exposição sintética de curvas, é que Newton propõe que se formule equações algébricas que permitam encontrar tanto a tangente (derivada) e área das curvas (integral). Ou seja, a computação formal dos dados matemáticos envolvidos no cálculo, tanto da derivada como da integral, é mediada pelas descrições espaço-temporais destes dados. A formalização simbólica dos dados matemáticos em equações tem como referência as descrições fluxionais:

> Assim, na equação $x^2=y$ se y significa o comprimento do espaço percorrido num instante qualquer que é medido e representado por um segundo espaço x que cresce com velocidade uniforme, então, 2xx designará a descrição da velocidade pela qual o espaço no mesmo momento de tempo está sendo percorrido [...] para distinguir as quantidades que considero perceptíveis, porém indefinidamente crescentes, das outras que em todo caso devem ser consideradas como conhecidas e determinadas e que são designadas pelas letras iniciais, a, b, c, etc... chamarei as primeiras de fluentes e designá-las-ei pelas letras finais v, x, y e z (Newton, 1967, p.79).

Em Newton, a transformação sintética ocorre pela instanciação das quantidades em um sistema de referência, baseado na sucessão temporal e na coordenação espacial. Este sistema é que permite captar as interconexões expressas nas equações. Como vimos, a crítica de Newton à análise algébrica cartesiana é que a resolução (análise) não dá os meios de estabelecer o caminho inverso, a síntese. Ao transformar os dados matemáticos em equações algébricas simbólicas, e nestas equações estabelecer o critério de solubilidade (síntese), Descartes confunde as condições de resolução de um problema com as condições de solução de um problema. Assim, a análise algébrica fica sem procedimentos de demonstração, isto é, a arte analítica cartesiana carece de uma teoria da solubilidade de problemas. Newton propõe que o próprio método de análise já deve ter em vista o inverso, a síntese. A análise fluxional permite que a representação formal dos problemas matemáticos em equações algébricas seja conforme as condições sintéticas da solução. Assim, análise algébrica newtoniana possui uma teoria da solubilidade baseada na representação espacial geométrica, uma herança do antigo método combinado de análise e síntese.

A arte analítica de Newton, a sua *logística speciosa*, transforma os dados matemáticos mediante uma interpretação espaço-temporal. O procedimento de tradução simbólica dos dados matemáticos em termos de equações algébricas é feito pelo movimento fluxional, que estrutura as quantidades como dados ordenados em uma descrição espacial. Qualquer quantidade matemática, por menor que seja, deve poder ser encontrada na descrição contínua e uniforme do espaço. Esta estruturação dos dados matemáticos garante que os resultados da análise, computado formalmente pelas equações algébricas, são conforme as construções geométricas. Para ser breve, os resultados das equações algébricas estão garantidos no domínio das quantidades geométricas. Isso é possível porque a transformação dos dados matemáticos na análise obedece a estrutura das construções geométricas. A formalização dos dados é mediada pelo método fluxional, que garante que as equações algébricas tratam de curvas geometricamente possíveis.

Com a elaboração do método fluxional e a crítica à análise matemática cartesiana, Newton tem em vista a solução de problemas metateóricos. A análise matemática cartesiana é indeterminada em relação aos procedimentos de prova. Ao assegurar que a forma da equação é o critério para estabelecer fórmulas matemáticas válidas, Descartes estabelece um critério formal a partir das operações algébricas abstratas para determinar proposições legitimas sobre quantas. No entanto, no período de Descartes a única maneira de provar teoremas era pela construção sintética de figuras. Porém, a partir de operações meramente intelectuais, ou segundo a forma pura do entendimento, não é possível determinar a construção efetivas de figuras geométricas mediante as operações primitivas da geometria euclidiana. O que do ponto de vista de Newton significa que a análise matemática cartesiana é indeterminada em relação à quantidade. Suas operações não são suficientes para determinar as relações e propriedades geométricas das figuras e curvas, de modo que Descartes exclui problemas geométricos legítimo (curvas mecânicas) e não estabelece procedimento de provas efetivos para os teoremas e problemas solucionados algebricamente. O que falta para a concepção algébrica de Descartes é a noção de contínuo quantitativo derivado das operações formais do entendimento que permitisse justificar todas as proposições quantitativas a partir deste contínuo. Tal contínuo na história da matemática surgirá formalmente apenas com a rigorização do cálculo com Cauchy, onde a noção de função convergente permitirá o desenvolvimento de uma concepção de contínuo dos números reais. Sem a noção de um contínuo as operações algébricas cartesianas não podem estabelecer todas as relações e propriedades quantitativas apenas pelas operações formais.

Para Newton o contínuo quantitativo não é um produto do entendimento, mas é gerado por operações orgânicas de construção pelo método fluxional. O que Newton promove com o método de fluxão é que os símbolos algébricos devem ser interpretados em um domínio contínuo representado pelo fluir de um ponto no espaço e tempo. Ou seja, Newton estabelece que a quantidade só deva valer para domínios contínuos e não para domínios em geral, pela mera abstração do entendimento puro. Ao assegurar que as operações algébricas devem ser interpretadas em um domínio contínuo, Newton pretende assegurar a completude de sua análise matemática: todas as relações e propriedades da quantidade estabelecidas em equações são construtíveis por procedimentos sintéticos.

2-4 *Synthesis Speciosa* e o método fluxional newtoniano: procedimento de construção de modelos formais

A semelhança entre o método fluxional newtoniano e a síntese transcendental da imaginação kantiana parece clara. A diferença é que em Kant a função da *Synthesis speciosa* trata de estabelecer como "[...] as categorias, simples formas de pensamento, adquirem então uma realidade objetiva, isto é, uma aplicação aos objetos que nos podem ser dados na intuição, mas só enquanto fenômenos; porque só destes somos capazes de intuição *a priori*" (KrV, B 150-151). Em Kant não se trata de estabelecer a aplicação de equações algébricas aos objetos geométricos, mas sim da aplicação das simples formas do pensamento, as categorias, aos objetos. Em Newton, o fato do resultado das equações algébricas poderem ser aplicadas ao domínio da geometria é o que, para Newton, garantia a sua solubilidade (a construção geométrica). Em Kant, a aplicação das categorias ao espaço e tempo garante a sua realidade objetiva. No caso das categorias de quantidade, a interpretação espaço-temporal da quantidade garante a validade dos juízos sobre quantas, isto é, que todos os juízos geométricos são possíveis. No próximo capítulo discutiremos com mais detalhes a noção de validade objetiva em Kant.

O tempo no método fluxional, não é o tempo real, conforme Newton explica "[...] a palavra tempo não deve ser transferido erradamente a ele [tempo real], *é uma mera analogia* [...] esse nome não deve ser entendido como o tempo formalmente considerado, mas como sendo aquela quantidade cujo aumento ou fluxo uniforme interpreta e mede o tempo" (Newton, 1967, p.80, itálico nosso). Do mesmo modo, em Kant, o movimento empreendido pela imaginação transcendental determina apenas a forma do sentido interno ao produzir o conceito de sucessão (KrV, B 155), onde o tempo é representado figuradamente por uma linha em que as partes se sucedem conforme o traçar de um ponto (KrV, B 154). Além disso, tal linha, que representa a sucessão do tempo, Kant diz em A 33/ B50 que se trata de *uma mera analogia* a fim de representar o tempo. A *Synthesis speciosa*, como síntese de apreensão dos dados sensíveis, pode ser entendida como um procedimento de transformação da sensibilidade em uma unidade espaço-temporal. A *Synthesis speciosa* é o ato de ordenação sucessiva do múltiplo sensível que ocorre pelo movimento que é um ato da imaginação produtiva (KrV, B 154-155). É esta forma de sucessão que produz a unidade do sentido interno, onde todas as representações sensíveis podem ser dadas. O tempo, "[...] só nos pode ser representado pela imagem de uma linha, enquanto traçamos, modo esse de representação sem o qual não poderíamos conhecer de maneira nenhuma a unidade da sua dimensão" (KrV, B 156). É justamente esta determinação do sentido interno que garante um sistema de referência que permite distinguir as orientações espaciais. O sentido interno, a partir da descrição fluxional do espaço, nada mais é do que um sistema de referência criado pela imaginação que permite distinguir indivíduos num espaço tridimensional.

A unidade tanto do espaço como do tempo é o produto da síntese transcendental da imaginação e, enquanto unidade, o espaço e o tempo devem ser entendidos como intuições formais. Propomos que se entenda a noção de intuição formal como a representação kantiana do espaço e do tempo fluxional newtoniano, onde todas as quantidades (dados) são sempre partes que compõe um todo, isto é, cada quantidade, por mínima que seja, deve poder ser gerada na sucessão contínua do movimento fluxional. O espaço e o tempo, assim gerados, são representados como um todo contínuo que contém toda e qualquer quantidade, requerida discernidas em umsistema de referência[32].

Nesse sentido as intuições do espaço e do tempo representam um domínio de objetos, isto é, as intuições puras do espaço e do tempo caracterizam um universo do discurso criado pela imaginação transcendental. Este espaço e tempo são construtos formais que têm a função de descrever a classe de objetos possíveis a que os juízos geométricos se

[32] Newton explica a ideia de qualquer quantidade gerada pelo movimento fluxional com o termo *genitum*. Ela se aplica a qualquer quantidade, aritmética ou geométrica. "Eu chamo *Genitum* toda quantidade que é, sem adição ou subtração, gerada de quaisquer raízes ou termos: na aritmética pela multiplicação, divisão ou extração das raízes; na geometria por encontrar os produtos e raízes ou do extremo e meios proporcionais. Quantidades deste tipo são produtos, quocientes, raízes, retângulos, quadrados, cubos, raízes quadradas, raízes cúbicas, e que tais. Eu considero essas quantidades como indeterminadas e variáveis, e aumentando ou diminuindo por um movimento contínuo ou fluxo; é seu aumento ou diminuição instantânea que significo pela palavra "momentos" de tal modo que aumentos são considerados como adições ou momentos positivos e diminuições como subtrações ou momentos negativos" (Newton, 1974, p.249). No fim da passagem, Newton mostra como a noção de "momento" expressa a ideia de que o sistema fluxional entendido pelo fluir no tempo, permite captar as quantidades em um sistema de referência, em a diminuição é um momento negativo e o aumento como momentos positivos, num sistema de referência espacial, tais momento permitem discernir as orientações espaciais a partir do fluir do tempo.

referem. A estrutura espaço-temporal tem a função de *descrever* a estrutura relacional, a *forma*, dos quantas. Tal estrutura relacional descreve a forma da classe dos quantas possíveis. A descrição da quantidade em termos de relação espaço-temporal é o procedimento de construir modelos que satisfaçam os juízos matemáticos, no entanto, não se trata de um modelo real – tal como se pode entender a noção de modelo para geometrias interpretadas em termos modelos que pretendem descrever o espaço real, ou espaço físico. É neste sentido de modelo que Beck e Brittan entendem a noção de intuição espacial kantiana. Na verdade, o espaço e o tempo - como estruturas relacionais descritivas da classe das quantidades possíveis - representam um procedimento de construir modelos no sentido empregado pela concepção modelo-teorética de sistemas formais. Assim como a álgebra de Boole permite descrever todos os modelos possíveis paras as fórmulas do cálculo proposicional, o método fluxional e a estrutura espaço-temporal kantiana permite descrever todos os modelos possíveis para as proposições da geometria. A álgebra de Boole atribui os valores de 0 e 1 as proposições a fim de captar as condições de verdade das fórmulas no cálculo proposicional. Do mesmo modo, os construtos espaço-temporais permitem captar as condições de verdade dos juízos geométricos, tal concepção acerca dos construtos espaciais pertence ao método combinado de análise e síntese, como veremos adiante. Por outro lado, 0 e 1 na álgebra de Boole não possuem um significado, não se referem a algo real, vale dizer, 0 e 1 não possuem o significado aritmético que costumeiramente atribuímos a estes símbolos, mas são símbolos que servem apenas para *descrever* as condições de verdade das proposições a partir das relações lógicas dadas pelos operadores do cálculo proposicional. É esta mesma função descritiva que pretendemos atribuir à estrutura espaço-temporal, a nossa interpretação ficará mais clara a partir das próximas seções deste capítulo.

2-5 Espaço e tempo como estrutura formal da classe dos quantas possíveis

Em §26 da *Dedução do Conceitos puros do Entendimento*, Kant distingue entre a forma da intuição e intuição formal. "[...] a forma da intuição concede apenas o múltiplo enquanto a intuição formal dá a unidade" (B 160, nota). A diferença parece ser a de que na forma da intuição o múltiplo sensível é indeterminado em relação ao entendimento, ao passo que a intuição formal é o resultado direto da determinação do entendimento sobre a sensibilidade. As formas da sensibilidade não possuem por si mesma qualquer ordenação, o tempo e espaço, enquanto formas sensíveis e independentes da ação do entendimento, contém apenas o múltiplo sensível no qual os dados são completamente indeterminados no que se refere as ligações e ordenações seriais. O tempo, por exemplo, como forma da intuição, não pode ser caracterizado como uma sucessão serial. No próximo capítulo discutiremos com mais detalhes a distinção entre formas da sensibilidade e intuição formal. A unidade do espaço e do tempo, enquanto unidades contínuas que perfazem um todo, é um produto da auto-afecção; a primeira aplicação do entendimento sobre a sensibilidade. Vale a pena conferir a nota novamente:

> O espaço representado como *objeto* (tal como é realmente necessário na geometria) contém mais que a simples forma da intuição, a saber, *a síntese* do diverso, dado numa representação intuitiva, de acordo com a forma da sensibilidade, de tal modo que *a forma da* intuição concede apenas o diverso, enquanto a intuição *formal* dá a unidade da representação. Na estética atribuí esta unidade à sensibilidade, apenas para fazer notar que é anterior a todo o conceito, embora pressuponha uma síntese que não pertence aos sentidos, mas mediante a qual se tornam possíveis todos os conceitos de espaço e de tempo. Visto que *só* por esta síntese (na medida em que o entendimento determina a sensibilidade) o espaço e o tempo são *dados* como intuição, a unidade desta intuição *a priori* pertence ao espaço e ao tempo e não ao conceito do entendimento (§ 24) (KrV, B 161).

Conforme o início da nota deixa claro, para representar o espaço como objeto é necessário não só o múltiplo dado pela forma da intuição, mas é necessária a síntese desse múltiplo, o que é *dado* pela intuição formal. Então a unidade do espaço representado de acordo com a unidade da intuição formal é a condição da geometria, um sistema de coordenadas espaciais e ordenadas temporais. Este é o mesmo papel da descrição uniforme do espaço no método fluxional newtoniano: cada parte (quantidade como fluente) da figura, ou objeto geométrico, pertence a um todo homogêneo constituído pela fluxão, o movimento que produz e unifica as partes. Para Newton o método fluxional é a condição dos objetos geométricos. Na seguinte passagem, se referindo à mecânica, Newton diz: “[...] a geometria baseia-se na prática mecânica, e nada mais é que aquela parte da mecânica universal que propõe e demonstra com rigor a arte de medir” (Newton, 1996, p.17). O método fluxional é a arte mecânica de gerar objetos geométricos. O procedimento newtoniano de geração de formas geométricas é adaptado por Kant para representar a geração da própria unidade do espaço e do tempo.

De acordo com o restante da nota, Kant alega que na *Estética Transcendental* atribuiu tal unidade à sensibilidade para mostrar que é anterior a todos os conceitos. Mas tal unidade não pertence aos sentidos, como o §24 mostra, tal unidade é o resultado da auto-afecção, a determinação da sensibilidade pelo entendimento. Sendo assim, o tempo e o espaço são *dados* como intuições formais. A unidade do espaço e do tempo é auto-produzida (dada) pelo próprio entendimento na medida em que pela sua atividade fluxional (*synthesis speciosa*) constitui a unidade do múltiplo sensível. No fim da nota Kant acrescenta que tal unidade pertence ao próprio espaço e tempo e não ao conceito do entendimento. Kant quer dizer que a unidade do espaço e do tempo é uma unidade intuitiva feita pelo entendimento, porém não é conceitual. A unidade do tempo e do espaço constitui um todo singular (individual) e não um conceito universal. A unidade do espaço e do tempo, é constituída enquanto quanta: "ora, de todas as intuições nenhuma é dada *a priori*, exceto a simples forma dos fenômenos, espaço e tempo; e pode-se representar *a priori* na intuição, isto é, construir, um conceito do espaço e do tempo, como quanta" (KrV, A 720/B 748). O significado da quantidade não é obtido pelo mero entendimento que acessa intelectualmente as propriedades e relações quantitativas, mas é obtido em um domínio singular que estabelece a estrutura relacional que define a classe dos quantas. A tese de Kant é de que a auto-afecção, a primeira aplicação do entendimento à sensibilidade, gera a intuição sensível como domínio singular. Nesse caso, a unidade do espaço e do tempo deve ser gerada por princípios construtivos, ou seja, a unidade do espaço e do tempo é gerada mecanicamente por procedimentos fluxionais. Em *Opus Postumum* Kant explica a unidade intuitiva do espaço e do tempo:

> O primeiro ato da faculdade de representação (*facultas repraesentativa*) é a representação de si mesmo (*apperceptio*) através da qual o sujeito faz a si mesmo um objeto (*apperceptio simplex*); e a sua representação é uma intuição (*intuitus*), não é um conceito (*conceptus)* ainda: isto é, a representação de um indivíduo (*repraesentatio singularis*), que não é ainda comum a muitos (*nota, i.e. repraesentatio pluribus communis*), isto é, uma representação válida em geral, que é encontrada em muitas coisas, em contraste com a representação de um

> indivíduo. Espaço e tempo são duas relações dos objetos na intuição pura que contém *a priori* os princípios da sua coordenação - como um ao lado do outro – e a sucessão (*iuxta et post se invicem positorum*) – consequentemente, meramente como seu elemento formal [...] (OP 22:43)

A auto-afecção gera a representação do espaço e do tempo como uma intuição singular segundo a forma fluxional do espaço e do tempo. Nesse sentido, podemos dizer que o espaço e o tempo constituem um domínio que contém *quantas* feitos de acordo com a unidade sintética da imaginação transcendental. O que propomos é que este domínio formal espaço-temporal trata de estabelecer o conjunto dos objetos matemáticos possíveis. De acordo com o fim da passagem, o espaço e o tempo - como representação intuitiva e individual – contém princípios *a priori* das relações dos objetos na intuição pura, a saber, as relações de coordenação e sucessão. Tais princípios não são discursivos, mas intuitivos. Em Leibniz, o espaço e tempo eram reduzidos justamente às estas relações, captáveis pelo mero entendimento. Em Kant estes princípios não são formais, mas devem ser *instanciados*, expresso como *Axiomas da Intuição*. Estes princípios não subsumem objetos, mas constroem intuitivamente[33]. Portanto, estes princípios de relação espaço-temporal são procedimentais. A unidade do espaço e do tempo é a unidade dada/feita pelos princípios procedimentais da *Synthesis speciosa*. A coordenação e a sucessão são estabelecidas pelo primeiro ato sintético do entendimento: o movimento fluxional. A representação singular do espaço e do tempo significa que todos os objetos da intuição pura devem sempre obedecer às mesmas relações de sucessão e coordenação; relações construídas fluxionalmente. As intuições puras do espaço e do tempo, como procedimentos de

[33] Aqui discordamos de Friedman (2012, p.18-25) e a sua concepção de que unidade do espaço e do tempo - gerada pelo procedimento de síntese da imaginação - seja o próprio esquema da apercepção, e que precede todos os conceitos, inclusive as categorias. Esta concepção de Friedman busca explicar a afirmação de Kant que a unidade do espaço e do tempo precede qualquer conceito. De acordo com Friedman, precede mesmo as categorias. Como vimos na passagem do *Opus Postumum*, Kant diz que a unidade não é conceitual no sentido de ser discursiva. Isso está no âmbito da distinção entre categorias dinâmicas e as categorias matemáticas. As primeiras estabelecem conexões entre objetos mediante a subsunção em juízo. Já as categorias matemáticas estabelecem a unidade dos dados sensíveis procedimentos de construção. Nesse caso as categorias matemáticas constituem a unidade do espaço e do tempo por procedimentos mecânicos, o primeiro ato do sujeito, a auto-afecção. O método fluxional produz uma afecção guiada pelas categorias matemáticas.

construção, estabelecem um universo do discurso em que os indivíduos são instanciados dentro de um sistema de referência a partir da coordenação espacial e da sucessão temporal (como eixos, o espaço na horizontal e o eixo temporal na vertical), o que permite discernir as propriedades de orientação espacial. De fato, os objetos da intuição formal espacial, *quantas* (pontos, linhas, círculos e as figuras geométricas em geral), devem ser consideradas como meras composições em um domínio singular intuitivo. Neste caso, são construções que obedecem aos princípios procedimentais do método de fluxão. Um segmento de linha, um círculo, etc., neste domínio formal não são objetos particulares, mas são figuras que sempre podem ser produzidas pelo mesmo procedimento da imaginação que, como veremos, Kant chama de figuras puras. Ou seja, a unidade do espaço e do tempo é a unidade de um procedimento (método de fluxão), que pode gerar a representação de toda e qualquer forma de relação e propriedade quantitativa do espaço. Tal procedimento fluxional é capaz de gerar todos os possíveis modelos de figuras, curvas, quantidades em geral, e as suas interconexões. Na seguinte passagem das *Antecipações da Percepção* Kant faz a seguinte descrição da unidade do espaço e do tempo a partir do método fluxional:

> A propriedade das grandezas, segundo a qual nenhuma das suas partes é a mínima possível, (nenhuma parte é simples) denomina-se continuidade. O espaço e o tempo são *quanta continua*, porque nenhuma das suas partes pode ser dada sem ser encerrada entre limites (pontos e instantes) e, por conseguinte, só de modo que essa parte seja, por sua vez, um espaço ou um tempo, O espaço é pois constituído por espaços, o tempo por tempos. Pontos e instantes são apenas limites, simples lugares da limitação do espaço e do tempo; os lugares, porém, pressupõem sempre as intuições que devem limitar ou determinar, e não é com simples lugares, considerados como partes integrantes, que poderiam mesmo ser dados anteriormente ao espaço e ao tempo, que se pode formar espaço e tempo. A tais grandezas poder-se-ia também chamar *fluentes*, porque a síntese (da imaginação produtiva) na sua produção, é uma progressão no tempo, cuja continuidade se costuma particularmente designar pela expressão do fluir (escoar-se) (KrV, A169-170/B 211-212).

O espaço e o tempo são quantas contínuos e qualquer quantidade, mesmo as infinitesimais ou os números irracionais, podem ser determinados como pontos e instantes (limites). A continuidade em Kant é o justo contrário do princípio da continuidade de Leibniz. Para Leibniz a continuidade é um princípio metafísico que vale para toda estrutura do ser, é um princípio metafísico derivado do princípio da razão suficiente. Por outro lado, vimos que em Leibniz este princípio determina a relação lógica entre gêneros espécies e subespécies[34]. Tal estrutura contínua dos conceitos em Leibniz é garantida pela ordem ontológica das substâncias, portanto, vale lembrar, a matéria determina a forma contínua. Em Kant, é forma que determina o significado da matéria, assim a forma da estrutura espaço-temporal é o que garante o contínuo matemático dos quantas. Aqui a noção de definição implícita que vimos no capítulo anterior permite compreender melhor a concepção kantiana de contínuo espaço temporal. O princípio da continuidade como empregado inicialmente por Kepler basicamente propõe que as transformações contínuas de uma figura ou um objeto espacial permite modificá-la, porém ela ainda mantém suas propriedades geométricas invariantes. Existem propriedades contínuas nas curvas cônicas que as mantêm dentro de um mesmo gênero, no caso esta propriedade se refere ao ponto focal e sua relação com os pontos da curva. Como vimos, Leibniz sistematiza as formas contínuas através das noções lógicas de gênero, espécie e subespécie. A diferença da concepção de Leibniz do princípio de continuidade para a concepção contemporânea é que a série contínua, a partir do século XIX e mesmo na formulação de Dedekind, é assegurada por um conjunto de operações ou axiomas que estabelecem a definição implícita de todo e qualquer membro da série, de modo é que a estrutura relacional concebida pelo sistema de axiomas ou de operações que assegura a série contínua. Assim, os postulados de Dedekind estabelecem um conjunto de relações formais que permite de determinar o valor de qualquer membro do conjunto dos números reais. Os axiomas asseguram um conjunto de propriedades e relações para todos os membros da série. Ou seja, o que assegura a continuidade é *a forma* das relações. Pretendemos mostrar que a concepção kantiana de geometria entende também que é um conjunto de operações, as construções possíveis espaço-temporalmente, que determina o significado dos conceitos geométricos, a construção na intuição pura explicita como o objeto definido pelo conceito deve ser

[34] No capítulo 4 veremos que Kant emprega o princípio da continuidade de Leibniz (relação entre gêneros, espécies e subespécies) de maneira heurística para sistematizar a química pré-Lavoisier. Na verdade, Kant transforma o princípio da continuidade de Leibniz no princípio regulativo da unidade sistemática da razão no Apêndice à Dialética Transcendental.

empregado, ou melhor, a construção é feita de acordo com as condições relacionais dadas no conceito. A construção, portanto, estabelece a forma relacional do objeto espacial.

O respaldo para compreendermos deste modo a concepção kantiana de geometria está no fato de essa ser uma tese que pertence, de modo geral, ao método sintético da geometria. O papel da construção da figura geométrica não ocorre a partir da análise da imagem empírica o geômetra encontra as condições de prova de teoremas (KrV, B XII). A construção da figura geométrica permite compreender como pontos, linhas, círculos se relacionam. E foi justamente o método sintético da geometria que estabeleceu a utilização do princípio da continuidade nos moldes em que Dedekind formula os seus postulados[35]. Aqui estamos nos referindo a um episódio fundamental na história da geometria e do método axiomático, a retomada da geometria projetiva a partir de métodos sintéticos no início do século XIX. De acordo com Nagel (1939), o geômetra Poncelet foi quem trouxe novidades para a geometria projetiva a partir do emprego do princípio da continuidade em conformidade com os métodos sintéticos da geometria. A novidade de Poncelet foi propor que a construção de figuras geométricas não tem como objetivo representar um objeto efetivo, mas sim de modo simbólico. A figura ou diagrama geométrico deve ter o mesmo *status* que os símbolos possuem na álgebra. Tratar figuras geométricas como símbolos, de acordo com Poncelet, promove a universalidade da geometria sintética, pois as propriedades métricas e empíricas da figura podem ser alteradas, o que interessa assim como na álgebra, são as propriedades que são invariantes a partir de certas transformações. “Suponha que nós descobrimos uma propriedade de uma figura, nós gradualmente alteramos o diagrama original pela imposição de um movimento contínuo porém arbitrário sobre alguma das suas partes, as propriedades descobertas do diagrama original estarão ainda asseguradas completamente através dos sucessivos estágios do sistema [...]” (Poncelet, apud Nagel, 1939, p. 154). O princípio da continuidade assegura o conjunto de relações e propriedades para todas as figuras na série das transformações contínuas. Embora a figura final não se pareça perceptivelmente com a figura inicial, elas

[35] Essa pelo menos é a tese de Nagel (1939).

devem possuir propriedades em comum, asseguradas através da transformação. Essa é a característica fundamental da geometria projetiva. A continuidade é estabelecida pela estrutura relacional assegurada por operações fundamentais, que devem valer para todas as figuras na série. Nesse sentido, o contínuo é assegurado pela forma relacional, de acordo com Nagel, o princípio da continuidade assegura um sistema formal, que define implicitamente todos os possíveis objetos geométricos, figuras e relações geradas pelas operações primitivas, expressas em axiomas. O que são estes objetos geométricos, figuras e relações não é previamente definido, mas é gerado pelas operações de transformação contínua dos objetos geométricos. Na verdade, na geometria projetiva as figuras e os objetos geométricos podem sofrer alterações que as definições explicitas (usuais) de ponto círculo e reta, por exemplo, já não podem expressar mais o que estes objetos representam após a transformação contínua, embora ainda mantenha alguma relação geométrica com os objetos iniciais. Como Nagel explica (1939, p.159), esta formulação do princípio da continuidade é uma antecipação do princípio da permanência de Peacock para álgebra. Em linhas gerais este princípio diz que as operações básicas da aritmética algébrica que valem para os números naturais, também devem valer para os números negativos, irracionais e imaginários. Poncelet, faz referência direta à concepção de Leibniz de continuidade, mostrando que a continuidade é dada pela estrutura relacional e não pela definição explicita. “Não é a introdução explicita de criaturas do cérebro (*êtres de raison*) que dirige os princípios de alargamento das fórmulas da análise, o uso implícito deste princípio que leva a essas criaturas do cérebro” (Poncelet, apud Nagel, 1939, p. 160).

Nesse sentido a continuidade não é um princípio assegurado ontologicamente pela matéria e também não é estabelecido pela definição explicita dos conceitos como em Leibniz, a continuidade é estabelecida por uma estrutura formal -definida por operações primitivas ou axiomas-, que coordena transformações espaciais dos dados e que garante a continuidade na série total dos objetos geométricos. A classe dos objetos matemáticos obtidos através desta estrutura formal não depende da definição explicita de ponto, círculo e reta, mas das propriedades invariantes que se mantêm durante as transformações contínuas. Não existe a natureza do ponto, da reta e da curva fora do sistema formal, definido pelas operações primitivas. Esta conclusão é estabelecida Felix Klein, que define as diferenças entre as geometrias (a de Euclides e as não-euclidianas) não pela diferença perceptível nas figuras espaciais, mas pelo grupo de transformações primitivas de cada geometria. Klein utiliza a geometria projetiva para compreender as diferenças entre as geometrias, e a conclusão é que tais diferenças estão nos diferentes tipos de relações que elas exploram (Nagel, 1939, p.204). Estas relações são definidas por um grupo de transformação que capta ou estabelece as propriedades invariantes dos objetos geométricos. Segue uma citação de Klein "As propriedades geométricas características de uma geometria permanecem inalterável pelo principal grupo, e as propriedades geométricas de um sistema são caracterizadas pelo fato que elas permanecem inalterável pelas transformações do grupo principal" (Klein apud Nagel, p.204). O que define uma geometria são as operações primitivas ou grupos de transformação que captam as propriedades e relações invariantes da geometria. No caso da geometria euclidiana são a translação, a rotação e a reflexão as transformações que captam as propriedades invariantes declaradas nos teoremas geométricos. A concepção de Klein foi uma forte influência para o desenvolvimento do método axiomático (Torreti, p.141), justamente porque a noção de grupos de transformação gera consciência de que "[...]A estrutura (redes relacionais) é tudo com que o geômetra precisa realmente se preocupar. Não é a natureza do ponto e das linhas (que ninguém foi capaz de explicar) mas como elas mantêm entre si num sistema de relações de incidência e ordem […]" (Torreti, p.141).

Isto é exatamente o modo que propomos que se deve interpretar a intuição pura espacial, não se trata de se estabelecer a natureza do ponto, da linha, da reta ou do triângulo (a definição explicita que Kant nega na *Doutrina Transcendental do Método*, ao afirmar que pela análise do conceito não se obtém nenhuma nova propriedade), mas a intuição pura espaço-temporal estabelece uma estrutura relacional a partir de um conjunto de operações primitivas – especificadas pelo método fluxional – que produz uma forma relacional que determina a classe dos objetos geométricos possíveis. O caráter procedimental da unidade do espaço e do tempo se refere justamente a isso: um conjunto de operações de transformações – sucessão e coordenação- que determina a classe dos objetos geométricos possíveis. Sendo que estas operações de transformação representam a forma em termos kantianos que determina a matéria, a classe dos objetos geométricos possíveis.

O intuito deste trabalho não é dizer que Kant, ou mesmo Newton[36], tenha antecipado os métodos da geometria projetiva, nem que Kant pudesse conceber uma geometria que não respeitasse as construções físicas possíveis. Contudo a concepção de Poncelet, de conceber as figuras geométricas como símbolos subordinados as regras formais, tal como os símbolos algébricos estão subordinados às operações aritméticas, não é nenhuma novidade. Na verdade, como vimos no início deste capítulo, a análise matemática imita o método de análise e síntese dos gregos. Como veremos ainda neste capítulo na análise construcional grega as figuras geométricas são construtos hipotéticos que servem para captar relações geométricas. Ou seja, mesmo na geometria grega as construções servem para captar as relações e propriedades invariantes, e a sua imagem empírica, por assim dizer, é apenas um símbolo para instanciar estas formas. Nesse sentido, a concepção acerca das construções geométricas de Poncelet está no seio do método sintético, entendido como método combinado de análise e síntese, também está presente em Newton e inspira a *Synthesis Speciosa* (síntese simbólica ou figurada para ser mais claro) kantiana.

2-6 Esquemas da imaginação e a classe dos conceitos

Voltando a Kant, a estrutura formal definida pela unidade procedimental do espaço e do tempo estabelece a classe dos quantas possíveis. O significado das categorias de quantidade não é assegurado pelo entendimento puro (lógico), mas pela estrutura relacional do espaço e tempo. Nesse sentido, em conformidade com a passagem acima, o espaço e o tempo são quantas contínuos – uma estrutura relacional que capta a série total dos quantas, valores ínfimos ou mesmo números irracionais podem ser determinados como limites (pontos e momentos). A classe total dos quantas é assegurada pelas operações primitivas de sucessão e coordenação.

A imaginação transcendental em Kant tem a função de gerar a forma, através da unidade da categoria, que determina as relações objetivas. O papel da imaginação

[36] Embora Guicciardini atribua a newton tal mérito.

transcendental é necessário, pois Kant assume que as relações geométricas não são captáveis pela mera forma lógica, assim a imaginação transcendental estabelece a forma das operações de transformação que determina a classe dos quantas. A forma no sentido lógico, como Kant atribuiu a Leibniz na passagem citada no capítulo anterior, é estabelecida pela cópula no juízo (relação), já a quantidade no sentido lógico, a sua forma estabelece o número de indivíduos envolvidos no juízo (KrV, A 71/B 96). Porém, Kant não considera a forma lógica da quantidade, mas sim a sua forma segundo a imaginação transcendental, ou seja, o que conecta a categoria de quantidade aos objetos é a imaginação e isso é representado pela noção de esquema, que permite fazer a subsunção de um objeto em um conceito (KrV, A 137/B 176). O esquema da imaginação transcendental é o que permite relacionar o conceito ao seu objeto. Mas diferentemente de Leibniz, novamente, não é o conteúdo ou a matéria do conceito que pode estabelecer este objeto, mas sim o esquema que é um procedimento formal, ou método (KrV, A140/ B 179) de gerar classes. O esquema é um método, ou procedimento, que permite estabelecer as imagens que correspondem ao conceito (KrV A140/ B 179-180). A forma (tendo em vista noção de forma no sentido lógico) que conecta conceitos a objetos é feita pelo esquema. Nesse sentido, a classe dos quantas possíveis (indivíduos sob juízos (KrV, A 71/B 96)) é estabelecida pelo esquema da categoria de quantidade que nada mais é do que o próprio tempo representado pela analogia de uma linha ordenando a sucessão temporal: "Por tudo isto se vê o que contém e torna representável o esquema de cada categoria: o da quantidade, a produção (síntese) do próprio tempo na apreensão sucessiva de um objeto" (KrV, A 145/ B184). A categoria de quantidade torna possível o próprio tempo, entendido como série ordenada de uma sucessão representada pelo traçar de uma linha. Esta sucessão temporal obtida pelo esquema da categoria de quantidade permite estabelecer a coordenação espacial, a posição e relação, de todo quanta espacial possível (todo indivíduo envolvido em juízos): "A imagem pura de todas as quantidades (*quantorum*) para o sentido externo é o espaço, e a de todos os objetos dos sentidos em geral é o tempo" (KrV, A142/B 182). O termo imagem pura é estranho, contudo, podemos entender que esta noção se refere aos construtos geométricos construídos na intuição pura. A unidade procedimental espaço-temporal contém a imagem de todas as possíveis construções geométricas. Ou seja, a classe dos objetos geométricos é dada pela unidade do procedimento espaço-temporal. O esquema é o método para produzir a classe ou gerar a imagem correspondente do conceito, então as operações de transformações fluxionais adotadas por Kant representam este esquema de gerar a classe dos objetos geométricos. Isso também torna claro a noção de imagem pura, ou de construto na intuição pura. Não se trata de figuras que são percebidas de algum modo por uma imaginação pura (sem sensação por exemplo), uma capacidade estranha de intuir. Imagem pura, ou um construto puro, se trata do objeto geométrico estabelecido apenas de acordo com a unidade procedimental do espaço e do tempo, isto é, um objeto concebido apenas pelas suas propriedades invariantes *a priori*.

> De fato, os nossos conceitos sensíveis puros não assentam sobre imagens dos objetos, mas sobre esquemas. Ao conceito de um triângulo em geral nenhuma imagem seria jamais adequada. Com efeito, não atingiria a universalidade do conceito pela qual este é válido para todos os triângulos, retângulos, de ângulos oblíquos, etc., ficando sempre apenas limitada a uma parte dessa esfera. O esquema do triângulo só pode existir no pensamento e significa uma regra da síntese da imaginação com vista a figuras puras no espaço (KrV, A 140-141/B 180).

Nesta passagem, se referindo ao conceito de triângulo, parece ficar mais claro o que Kant entende por figura pura. A figura pura de triângulo não pode ser representada por uma imagem de um triângulo particular qualquer, pois este triângulo não possuiria a generalidade necessária a fim de satisfazer a definição de triângulo. A imagem particular de um triângulo equilátero não poderia representar triângulos isósceles, escalenos, etc. A definição 19 do livro I dos *Elementos,* diz que o triângulo, ou uma figura trilateral, deve possuir três lados constituídos por linhas retas, e de acordo com a definição 14 uma figura é algo contido por limites. Nesse sentido a definição de triângulo diz que deve ser uma figura fechada e constituída por linhas retas. Esquema é o modo como conceitos se relacionam com objetos, do ponto de vista leibniziano, o conteúdo do conceito de triângulo, o significado de linha reta e figura, determinariam os objetos que são triângulos. Kant diz que que é a figura pura produzida por um esquema que determina a classe dos triângulos. A diferença entre as concepções é que a figura pura produzida pelo esquema expressa as relações e propriedades que pertencem a todos os triângulos possíveis, independentes das suas especificidades. A classe dos triângulos é estabelecida pelas regras ou métodos (esquemas) de gerar as relações e propriedades dos triângulos. Os postulados de Euclides expressam estas regras, a translação de um ponto gera uma linha reta (postulado 1), a rotação, isto é, a descrição de círculo a partir de uma reta dada (postulado 3) permite construir um triângulo equilátero (proposição 1). Os postulados de Euclides são procedimentos de transformação, do mesmo modo que método fluxional newtoniano. Estes procedimentos de transformação captam as propriedades invariantes dos conceitos geométricos, aquilo que Kant chama de figura pura. Assim, as propriedades dos conceitos geométricos permitem relacionar o conceito a objetos não devido à matéria que captamos quando refletimos sobre o conteúdo do conceito, mas pelos esquemas que são regras que mostram como estas propriedades se inter-relacionam numa figura pura, ou seja o esquema expõe a forma do conceito e é esta forma que define a classe dos objetos que estão sob o conceito. A classe dos objetos que estão sob o conceito é obtida pela estrutura relacional e não pelo conteúdo conceito.

A auto-afecção, é, portanto, a atividade de representar objetos por meio de uma construção que instancia um indivíduo sob certas condições restritas, isto é, condições espaços-temporais. Vale comparar novamente Kant com os racionalistas, no que se refere ao objeto matemático, a quantidade. Para Descartes ou Leibniz, de modo geral, o objeto matemático deve ser estabelecido com suas propriedades a partir do mero entendimento. Para Kant, por outro lado, o objeto matemático com suas propriedades quantitativas deve ser estabelecido por uma instanciação intuitiva, mediante a imaginação. Kant propõe este procedimento justamente para garantir a determinação completa da quantidade extensiva, isto é, que todas as relações e propriedades quantitativas da extensão sejam captáveis, ou possíveis de serem instanciadas pela imaginação. Ou seja, em Kant o papel da *Synthesis speciosa* é metateórico, assim como o método fluxional era para Newton. Kant, ao estabelecer que o quanta extensivo deve ser instanciado ou representado espacialmente na imaginação conforme uma fluxão, ele restringe as condições em que a quantidade pode ser representada. A quantidade não poder ser representada abstratamente pelo entendimento, caso contrário, seria indeterminada, apenas a partir de um procedimento de auto-afecção em que a quantidade é representada a partir de procedimentos contínuos de instanciação pode-se captar a classe dos quantas extensivos. Ou seja, assim como Newton propõe o método fluxional como procedimento que garante a completude das resoluções de problemas geométricos, Kant assume que a instanciação da quantidade pela imaginação estabelece a completude da geometria, ou a sua realidade objetiva.

Como vimos, Descartes propõe que as operações de construção geométricas sejam entendidas como operações algébricas, de modo que as relações e propriedades dos problemas geométricos sejam estabelecidos em equações abstratas, onde os objetos geométricos são representados por letras. Por outro lado, Newton promoveu o resgate do método sintético grego, de modo que ele propõe que se restrinja a interpretação da quantidade a figuras ou dados matemáticos fluxionalmente construídos. Do ponto de vista matemático de Newton, a necessidade de se resgatar o método sintético grego se deve ao fato de que análise algébrica cartesiana ser insuficiente para estabelecer as condições de prova dos problemas geométricos, além de excluir problemas legítimos. Do ponto de vista de Kant, pode-se dizer que o mero entendimento é insuficiente para captar as relações, propriedades e interdependências dos objetos geométricos. Para tanto, Newton e Kant, acreditam que é necessário instanciar as entidades geométricas, ou construí-las. Newton faz exatamente isso ao propor que se deve representar fluxionalmente os símbolos algébricos. Esse procedimento no método combinado de análise e síntese grego ocorre em dois momentos na parte analítica do método: na *ekthesis* e na exposição das construções auxiliares. A *ekthesis* é o ponto de partida no método de análise, onde inicialmente expõem-se os objetos geométricos que ser construir ou estabelecer propriedades, relações e interdependências que se quer provar no teorema. Já as construções auxiliares, a partir dos construtos iniciais da *ekthesis*, são expostas a fim de encontrar as condições de prova dos teoremas. No que se segue vamos discutir com mais detalhes o método sintético grego e como este método contém historicamente a base para concepção modelo-teorética dos sistemas formais, lógicos e matemáticos.

2-7 O método sintético e os procedimentos modelos-teoréticos: Análise construcional grega e os métodos semânticos formais contemporâneos

Instanciar objetos geométricos a fim de encontrar condições de prova ou soluções de problemas é a essência do método sintético grego (entendido como método combinado de análise e síntese), aqui estamos apenas seguindo a interpretação de Hintikka e Remes (1974) do famoso texto de Pappus que descreve o método. O método geométrico grego é constituído de dois momentos: a análise, que é a busca ou o procedimento para descobrir as condições de prova de teoremas ou construção de figuras, já a síntese é a prova propriamente dita, onde se demonstra que o teorema ou a construção, segue-se necessariamente dos axiomas. De acordo com concepção de Hintikka e Remes, a parte analítica do método é construcional, no sentido de que a busca pelas condições de prova ou de construção se dá pela exposição ou construção dos elementos que permitem provar os teoremas. Nesse sentido, a análise contém dois momentos centrais em que é necessário instanciar objetos, a *ekthesis* – a enunciação do problema – e a análise propriamente dita ou transformação. Na enunciação o geômetra deve instanciar a figura geométrica da qual se quer estabelecer alguma propriedade, além disso o geômetra deve também assumir como dada a propriedade que se quer estabelecer, por exemplo, igualdade entre extensões, ou igualdade de ângulos, etc. Na análise propriamente dita, o geômetra deve construir ou instanciar as construções auxiliares que, como hipóteses, permitem provar a propriedade da figura geométrica inicialmente assumida.

O ponto de partida da análise, a enunciação, contém hipoteticamente, como se estivesse *dada*, a propriedade ou relação a ser buscada, no caso da análise algébrica isso é representado por uma variável x que representa o desconhecido que se quer determinar. No método sintético grego, o que se quer buscar é instanciado como dado na figura. O papel da análise propriamente dita é estabelecer as relações e interdependências da figura instanciada. Como vimos, na análise algébrica a transformação ocorre pelo procedimento de tradução das quantidades, objetos geométricos, em termos abstratos. No caso da transformação sintética, a análise pretende estabelecer as relações e propriedades da figura geométrica através de construções auxiliares que permitem determinar as interdependências dos *dados* geométricos, isto é, a dependência entre, por exemplo, o diâmetro de círculo (dado inicial), e a relação de proporção de suas partes. Ou seja, as construções auxiliares estabelecem as condições que permitem provar teoremas que enunciam propriedades ou relações de objetos geométricos. Então o objetivo fundamental da parte analítica do método é encontrar as construções auxiliares. Tais construções também são instanciações de objetos geométricos, retas, círculos, pontos, etc., que só podem ser estabelecidos a partir da pressuposição da *ekthesis*. Porém, a enunciação apresenta como dado a figura geométrica inicial e também a coisa a ser buscada (propriedade, relação ou outra figura), isto é, aquilo que se quer provar. As construções auxiliares, que são as condições de prova, só podem ser encontradas no método analítico construcional a partir de uma configuração geométrica dada hipoteticamente, uma vez que contém como *dada* a coisa a ser provada. Nesse sentido, todas as construções auxiliares instanciadas a partir da *ekthesis* também são hipotéticas, pois estão baseadas em uma configuração geométrica hipotética. Conforme Hintikka e Remes explicam: "[...] o objetivo da análise é descobrir essas construções auxiliares. Contudo, as construções auxiliares realmente necessárias podem ser descobertas analiticamente somente se tais construções auxiliares já foram hipoteticamente assumidas na análise [...]" (Hintikka e Remes, 1974, p.46).

A característica básica da análise construcional, ou do método sintético, é que a fim de se determinar as relações e propriedades necessárias de um objeto geométrico - uma implicação entre certa configuração geométrica e uma certa propriedade ou relação declarada em um teorema (Cf, Hintikka e Remes, 1974, p.35) – é necessário construir ou instanciar a série de objetos geométricos como *dados* a fim de captar as condições que permitem provar o teorema. Esta é a mesma noção de dar objetos na auto-afecção kantiana, com efeito, a noção de construção em Kant é sem dúvidas a estabelecida pela geometria grega. Claro, as coisas diferem na literatura secundária pelo que se possa entender pelo método sintético grego, Friedman, como veremos, acredita num procedimento sintético vinculado à parte sintética do método, as construções são um modo de inferência que visa a demonstração. O que propomos seguindo a interpretação de Hintikka e Remes é que a construção sintética kantiana visa a determinação da validade dos teoremas, portanto faz parte da análise construcional. O característico deste procedimento de construção na análise construcional é que são procedimentos de instanciação hipotética de objetos geométricos que permitem captar as propriedades geométricas invariantes que devem ser enunciadas nos teoremas. A *synthesis speciosa* ou a auto-afecção pretende justamente caracterizar este procedimento de análise: construir pela imaginação modelos de objetos geométricos que permitem estabelecer juízos sintéticos *a priori* válidos da geometria. Ou seja, as construções são instanciações de modelos de objetos geométricos que permitem captar as propriedades necessárias das figuras geométricas. Definitivamente, o método sintético se caracteriza por criar um domínio de objetos, ou um universo do discurso a fim de captar a estrutura dos juízos/teoremas válidos[37]. Essencial no método sintético não é construção empírica da figura, mas sim a construção de estruturas relacionais hipotéticas, a fim de captar as relações de interdependência dos dados geométricos hipoteticamente construídos. Não são estruturais reais, no sentido de que a figura empírica seja relevante na análise construcional, o que importa é aquilo que Kant chama de figura pura. A instanciação geométrica estabelece a estrutura de interdependência dos dados geométricos a fim de estabelecer as relações geométricas invariantes, como pontos se relacionam com retas ou curvas, ângulos se relacionam com figuras, etc. Para ser breve, o papel da construção hipotética na análise construcional é o de promover modelos formais que permitem captar as formas invariantes enunciáveis em teoremas.

[37]Como por exemplo na geometria projetiva onde as transformações sintéticas pretendem captar as propriedades invariantes das figuras geométricas. De fato, esta característica fundamental do método sintético pode também ser vista na geometria projetiva do século XIX, onde as figuras geométricas são concebidas como modelos que permitem captar as propriedades geométricas invariantes na projeção dos objetos geométricos a partir de um ponto que representa uma perspectiva. A projeção, principalmente a partir de Poncelet, deve ser entendida como uma transformação contínua da figura geométrica, em que a figura projetada a partir de um ponto sofre alterações contínuas, de modo que uma figura é derivada de outra por uma mudança continua a partir projeção de uma perspectiva, embora as figuras possam diferir em aspectos fundamentais (a métrica de ângulos ou uma reta pode se tornar curva), existem propriedades invariantes que podem ser captadas.

2-8 A concepção modelo teorética de sistemas formais e o método sintético

Mas como construções arbitrárias são capazes de estabelecer relações geométricas necessárias? Isso pode ser mais bem entendido a partir da concepção modelo teorética contemporânea para sistemas formais, onde a construção de universos do discurso permite captar as relações necessárias. Beth (1957) e posteriormente Hintikka (1976,1984), identificam a noção de construção kantiana e grega, ou instanciação de um objeto geométrico, com o procedimento de instanciação de indivíduos pertencente ao método de dedução natural da lógica quantificacional. O procedimento basicamente estabelece que ao eliminarmos o quantificador existencial ou universal devemos substituir as variáveis que estão submetidas ao quantificador por uma constante individual. Hintikka e Remes identificam a parte analítica construcional grega com método do tablô semântico, o qual permite captar as fórmulas válidas da lógica quantificacional, ao passo que a síntese é a demonstração, ou a prova de teoremas lógicos, a partir das regras de inferências sintáticas (Cf. Hintikka e Remes, 1974, p.36-37).

Tanto a análise construcional grega como o tablô semântico pretendem estabelecer teoremas/fórmulas válidos a partir da análise de indivíduos instanciados hipoteticamente, ou seja, a análise pretende determinar a validade de teoremas através de modelos de relações de indivíduos. Assim, como na análise construcional grega, a *ekthesis* representa a instanciação mesmo do teorema que se quer provar, isto é, assume-se como dada a propriedade ou relação afirmada no teorema, do mesmo modo, no tablô semântico a fórmula que se quer estabelecer a validade é assumida como dada (embora seja a sua negação, a partir da qual se quer obter um tablô fechado que representa uma contradição, ou um contra-exemplo que permite assumir a proposição como válida).

> A *Ekthesis* admite uma caracterização em termos lógicos abstratos. Em termos lógicos modernos, a *ekthesis* equivale a uma etapa da instanciação. O que acontece é que nos movemos da implicação geral para considerar as (variáveis livres) expressões A (a_1, ..., a_k) e B (a_1, ..., a_k) [representam o teorema instanciado]. Aqui a_1, ..., a_k representa (intuitivamente falando) a entidade geométrica (indeterminada) de que um teorema fala (linhas arbitrárias, círculos, etc.) e que são retratadas numa figura que ilustra o teorema (Hintikka e Remes, 1974, p.35).

No tablô semântico as fórmulas, tanto as premissas como a conclusão que se quer estabelecer, quando quantificadas, podem ser instanciadas de modo a produzir modelos, isto é, a associação de propriedades (Fx/a) ou relações (Fxy/ab) com indivíduos. Esta instanciação produz um modelo em que as relações e propriedades contidas nas fórmulas são associadas com indivíduos pertencentes ao universo do discurso arbitrariamente constituído. Tal modelo produz, assim como na *ekthesis* grega, uma configuração que permite estabelecer as relações e propriedades lógicas através da análise da interdependência dos indivíduos. Conforme Hintikka e Remes explicam, tanto no tablô como na análise construcional não é a relação dedutiva entre premissas e conclusão que está em questão, mas assumir como dado os indivíduos instanciados a partir da conclusão – a que se quer chegar - que permitem estabelecer modelos que revelam relações lógicas, ou configurações geométricas; "O importante não é tanto obter conclusões de B ou tentar encontrar premissas das quais (junto com A) B possa ser inferida, mas o fato de que a força lógica de B – o que ela diz sobre certos tipos de configurações geométricas – é também exercida sobre esta tarefa" (Hintikka e Remes, 1974, p.35).

As relações lógicas que o tablô semântico pretende estabelecer para o cálculo quantificacional através da análise de modelos é a consequência lógica. O tablô semântico visa estabelecer a noção de consequência lógica através da vinculação semântica entre proposições. A noção de consequência lógica adotada por Beth na elaboração do tablô é a mesma noção clássica de Tarski: "A sentença X segue-se logicamente da classe de sentenças K se e somente se todo modelo da classe K também é um modelo da sentença X" (Tarski, 1956, p.417). A concepção semântica de Tarski da noção de consequência lógica é modelo-teorética, de modo que os modelos, ou a interpretação de cada expressão da lógica quantificacional é feita por relacionar ostensivamente os termos da linguagem quantificacional (predicados e relações expressos por letras maiúsculas e constantes individuais expressas por letras minúsculas) com classes de objetos ou objetos individuais, pertencentes ao universo do discurso. Porém o universo do discurso pode variar de diversos modos, de modo que se torna uma tarefa inexecutável comparar todos os possíveis modelos a fim de atestar a relação de consequência lógica entre uma classe de sentenças K com uma sentença X. Assim, a tarefa do tablô semântico é prover uma maneira de se estabelecer que em todos os modelos em que as premissas são verdadeiras também é verdadeira a conclusão. A ideia básica do tablô é a de buscar um contra-exemplo da negação da conclusão, caso encontre tal contra-exemplo, isto é, um modelo que satisfaça as premissas mas não satisfaça a negação da conclusão, a afirmação da conclusão segue-se necessariamente das premissas. Conforme Beth explica: “Suponha, por outro lado, que nós desejamos apresentar que V [conclusão] não se segue logicamente de U1, U2,....; [premissas] então nós preferimos aplicar a noção de vinculação semântica. Pois é suficiente apontar um contra-exemplo razoável para provar que V não se segue logicamente de U1 U2,...” (1969 p.12). Em linhas gerais, o tablô semântico, ao instanciar indivíduos, visa estabelecer modelos que possam ser contra-exemplo, que não satisfaça as premissas e a negação da conclusão. Nesse caso, ao construir modelos através da instanciação, o tablô semântico procura *restringir os modelos possíveis* em que pode ser obtida a relação de consequência lógica. Esta é pelo menos a concepção de Hintikka.

De acordo com Hintikka, o tablô semântico, ao produzir contra-exemplos, estabelece constituintes (estrutura que apresenta os modelos possíveis para as proposições) que são inconsistentes, nesse caso isso representa uma restrição, diferentemente das tautologias (que são próprias do cálculo proposicional) que são válidas em todas os mundos possíveis, os teoremas lógicos obtidos através da instanciação individual apresentam uma restrição às possibilidades lógicas (Hintikka, 1976, p.197). A tese de Hintikka é que, a partir da eliminação do quantificador existencial, a instanciação do individual introduz uma nova informação que não estava contida nas proposições, isto é, aumenta-se o número de indivíduos em consideração. De fato, a regra da instanciação existencial estabelece que se introduza uma constante nova, ainda não presente na configuração da árvore do tablô. Se a regra de eliminação do existencial diz que se deve introduzir uma constante individual que ainda não está presente na árvore, isso significa que se deve introduzir a nova constante individual a partir da relação com as outras constantes presentes na árvore. Conforme Hintikka explica:

> Porém isto significa que (2) [fórmula com quantificador existencial] nos permite inferir a existência de um indivíduo de certo tipo a partir da existência de série de indivíduos que são necessariamente diferentes dele, na medida em que têm diferentes propriedades. Em outras palavras: (2) autoriza uma inferência existencial interindividual (Hintikka, 1976, p.205)

A introdução do indivíduo é feita a partir das relações e interdependências presentes na configuração dada na árvore do tablô, exatamente como o método sintético introduz indivíduos (hipóteses auxiliares) a partir da configuração dada pela *Ektesis*. A introdução do individual aumenta o número de indivíduos que se tem que considerar. De fato, as fórmulas iniciais apresentam um conjunto de possibilidades de relações lógicas entre seus membros, que constitui todos os mundos possíveis, contudo, ao introduzir um novo indivíduo aumenta o número de relações que se tem que considerar entre os indivíduos, de modo que para se estabelecer a conclusão foi necessário considerar mais indivíduos dos que estavam presentes inicialmente nas premissas. Nesse caso, ao aumentarmos o número de indivíduos que se deve considerar, aumenta-se a complexidade das relações semânticas explicitadas na estrutura relacional do universo do discurso. Como consequência, surgem os modelos que não satisfazem os teoremas lógicos. O aumento da informação semântica implica na restrição de mundos possíveis. A essência do tablô semântico é justamente encontrar modelos que sirvam de contra-exemplos, isso do ponto de vista de Hintikka é justamente restringir os mundos possíveis, a fim de encontrar apenas modelos em que são válidos os teoremas da lógica quantificacional (Cf. Hintikka 1974, p.180). Restringir os mundos possíveis, a partir do aumento da informação semântica contida nas fórmulas, é a característica fundamental do método sintético (Hintikka, 1974, p. 208).

Portanto a característica fundamental do método sintético é o aumento da informação semântica mediante a instanciação formal de indivíduos. Tal característica está presente não só na lógica quantificacional, mas pode caracterizar o método sintético de modo geral, da maneira como era praticado pelos gregos, por Newton, e fundamenta mesmo a distinção entre juízos sintéticos e analíticos em Kant (cf, Beth, 1969, p.37 e Hintikka, 1974, p. 204-255). De acordo com Hintikka a seguinte definição de analiticidade permite compreender a distinção kantiana entre juízos analítico e sintéticos: “Um passo analítico de um argumento não pode nos levar da existência de um indivíduo a existência de diferentes indivíduos" (1974, p.163). O caráter sintético dos raciocínios em Kant se caracteriza justamente por considerar mais indivíduos do que aqueles contidos na premissa. Ou melhor, em um juízo sintético, a fim de se estabelecer a conexão entre o sujeito e o predicado, deve-se considerar elementos que não estavam contidos no sujeito. A lógica monádica ou cálculo proposicional respeitam a definição acima de analiticidade. A noção de analiticidade em Kant coincide com a noção de tautologia. Nesse caso juízos analíticos, ou inferências analíticas, como não contêm um aumento de informação semântica são válidos necessariamente em todos os modelos possíveis. A questão é como Kant pode considerar os juízos sintéticos como *a priori*, vale dizer, como juízos necessários. Como vimos a restrição que Kant faz no que se refere aos quantas é a partir da instanciação espaço-temporal, restringe-se os objetos que podem ser quantas ao domínio espaço temporal, estruturado a partir da sucessão e coordenação. Como vimos, existe um equivalente a esta restrição na concepção matemática de Newton. Os símbolos algébricos empregados nas fórmulas devem ser instanciados em modelos fluxionais. Esta restrição que tanto Newton e Kant fazem está relacionada aos procedimentos de derivação empregados na geometria sintética de Newton. Vale dizer as operações primitivas - equivalentes aos postulados de Euclides - da geometria newtoniana é que exigem esta restrição à modelos espaço-temporais. No que se segue vamos discutir a relação entre regras de derivação-equivalentes a operações primitivas de derivação- e a descrição modelo-teorética de sistemas formais, bem como o *a priori* kantiano pode ser concebido de um ponto de vista metateórico.

2-9 Cálculo formal e a semântica formal: o convencionalismo e o *a priori*

A *possibilidade* - ou modelos possíveis - não precisa ser determinada por um grupo de princípios de inferência ou operadores lógicos pré-definidos. O que define a possibilidade lógica no cálculo proposicional, por exemplo, é a interpretação que se dá aos operadores lógicos. Em linhas gerais, o cálculo proposicional é concebido como um procedimento de inferência de fórmulas a partir de um conjunto de regras de transformação de fórmulas. A linguagem deste cálculo emprega símbolos não-lógicos como P, S, R, etc. e os operadores lógicos, tais como $\neg$ (negação), $\wedge$ (conjunção), $\vee$ (disjunção) e $\rightarrow$ (implicação). No cálculo, o papel dos operadores lógicos se restringe às operações sintáticas, de modo que os símbolos são empregados a partir de regras de construção ou de derivação de fórmulas. Neste sentido o cálculo proposicional é apenas um procedimento efetivo para construção ou derivação de fórmulas. Do ponto de vista da noção de consequência lógica e verdade lógica estabelecida por Tarski, pode-se estabelecer uma interpretação semântica para os operadores lógicos empregados no cálculo proposicional com o objetivo de captar a noção de verdade lógica na linguagem proposicional. Isto é, dizer sob quais condições as proposições formadas por estes operadores são verdadeiras ou falsas. Isso pode ser executado através de construções de simples tabelas de verdade, onde se atribui valores de verdade a proposições a fim de se estabelecer todos os modelos possíveis. É possível considerar se o cálculo proposicional é capaz de estabelecer consequências lógicas, se as fórmulas derivadas ou construídas a partir das regras de transformação do cálculo podem ser consideradas como tautologias (teoremas proposicionais) ou consequências lógicas (proposição derivada de premissas). Mas para isso é necessário mostrar que toda fórmula derivável ou construtível no cálculo é um raciocínio lógico ou uma tautologia, isto é, que numa interpretação semântica formal (onde se descreve possibilidades atribuindo valores de verdade para as expressões não-lógicas) as fórmulas derivadas através do cálculo são proposições verdadeiras ou raciocínios validos em todos os modelos possíveis. Para usar uma expressão de Carnap, fórmulas que são provadas no cálculo são C-verdadeira, e fórmulas que são deriváveis de outras fórmulas são C-implicações. Já a partir da semântica formal as tautologias são L-verdadeiras, e as consequências lógicas são L-implicações (Cf, Carnap, 1974, p.21-22). Um cálculo é completo se todas as fórmulas que são válidas a partir da semântica formal da linguagem proposicional, são também prováveis ou deriváveis a partir do Cálculo proposicional. A completude é uma propriedade que pode ser atribuída ao cálculo proposicional, porém não é possível construir um cálculo para a aritmética, vale dizer, não é possível construir um cálculo lógico (a partir de regras finitas) que permita provar todas proposições aritméticas válidas. Não é possível estabelecer um procedimento de prova lógico para aritmética. A possibilidade lógica –modelos possíveis a partir dos operadores lógicos - parece ser mais ampla do que a possibilidade aritmética – modelos aritméticos a partir das operações aritméticas. Isto é, os procedimentos de prova lógicos são muito amplos para captar ou determinar a verdade das proposições aritméticas.

A questão é que a noção de validade ou verdade estabelecida por uma semântica pode variar, bem como as regras utilizadas pelo cálculo. Do ponto de vista da fundamentação da verdade lógica através da semântica formal, o significado dos princípios de inferências não é dado ou não é pré-definido, tal como a concepção fregeana de lógica. Por exemplo, pode-se primeiro construir um cálculo que opere segundo regras de derivação que não corresponde às noções comuns da lógica tradicional, basta estabelecer o alfabeto e as regras sintáticas de formação de fórmulas e apresentar regras de derivação. Depois podemos construir uma semântica formal em que todas as derivações ou construções a partir deste cálculo incomum sejam L-verdadeiras. Evidentemente, a linguagem desta semântica não seria a linguagem corrente (as relações seriam diferentes das que comumente concebemos). Este caráter convencional da lógica foi defendido por Carnap, segue uma passagem onde ele apresenta esta tese:

> Nós encontramos a possibilidade que nós chamamos de segundo método de construir um sistema de linguagem de tal modo que primeiro o cálculo C é estabelecido e então uma interpretação é dada por adicionar o sistema semântico S. Aqui nós estamos livres para escolher as regras de C. Sem dúvida, a escolha não é irrelevante; dependendo de C a interpretação pode produzir uma linguagem rica ou somente uma linguagem pobre. Nós podemos descobrir que um cálculo que nós escolhemos produz uma linguagem tão pobre ou que em algum aspecto não parece razoável para os propósitos que temos em mente. Mas não existe nenhuma questão de o cálculo estar certo ou errado, verdadeiro ou falso. Uma interpretação verdadeira é possível para qualquer cálculo consistente (e consequentemente para qualquer cálculo do tipo usual, não contendo regras para ‘c-falso’), de todo modo as regras podem ser escolhidas (Carnap, 1979, p.27).

Hintikka (1998) aborda esta mesma tese acerca do convencionalismo lógico enfatizando o papel da concepção modelo-teorética. A construção de universos de discursos como instrumentos para captar raciocínios lógicos-matemáticos, ou seja, os princípios de derivação formal não possuem um significado *dado*, mas capta-se a noção de inferência válida através da construção de universos do discurso. De acordo com Hintikka, existem dois usos da lógica na matemática: um uso descritivo e um uso dedutivo. O papel do uso descritivo da lógica na matemática permite conceber as relações matemáticas partir do uso de noções lógicas como quantificadores, operadores proposicionais, conceitos gerais de relação e função, isto é, o emprego de funções e variáveis lógicas. Tal uso permite *descrever* estruturas de relações e propriedades. O uso dedutivo da lógica na matemática, visa captar os padrões de inferências que tem sido sistematicamente empregado pelos matemáticos. “A forma típica de sistematização das funções dedutivas da lógica na matemática consiste em um número de axiomas válidos logicamente dos quais outras fórmulas válidas (padrões de inferência válidos) podem ser derivadas por meio das chamadas regras de inferência” (Hintikka, 1998, p.64). A tarefa descritiva da lógica na matemática é captar as estruturas e as relações de um ponto de vista formal, vale dizer, da mesma maneira em que axiomatização da geometria permite captar a estrutura formal das relações e propriedades sem considerar objetos específicos. Aqui, portanto, o papel da lógica é descrever sistemas matemáticos axiomáticos que sejam completos, isto é, que para quaisquer dois modelos que satisfaçam os axiomas e os teoremas seja possível estabelecer uma relação monomórfica.

> Modelos são cruciais para ambas as tarefas da lógica na matemática, mas de modos diferentes. Dado um sistema de axiomas matemáticos, digamos S, a lógica capta certas estruturas, por exemplo, essas exemplificadas pelos seus diferentes modelos M € M (S). Um sistema axiomático S é completo – eu o chamarei descritivamente completo – se e somente se M(S) coincide com a classe das estruturas intencionadas, isto é, a classe que a estrutura S pretendeu capturar. Sempre que M (S) consiste somente de um membro, *modulo* isomorfismo, S é dito ser categórico. Em outras palavras, uma teoria categórica (teoria axiomática) determina seus modelos unicamente até o isomorfismo (Hintikka, 1998, p.65).

O papel descritivo da lógica é exatamente o de captar sistemas categóricos ou completamente determinados, tal como a noção de completude foi utilizada no início do século XX, como apresentamos no capítulo anterior. Por outro lado, a aplicação dedutiva da lógica na matemática pretende, também através do raciocínio modelo-teorético, compreender como padrões de inferência lógico-matemáticos podem gerar uma completude: “Uma formula S é *valida* se e somente se M(S) (modelos de S) consiste de todos os modelos (da linguagem em que S é formulada). Uma axiomatização de alguma parte da lógica é inferencialmente, ou, como no mais das vezes é posto, semanticamente completa se e somente se todas as fórmulas válidas ou todos os padrões de inferência válidos (na linguagem subjacente) podem ser derivados como teoremas" (Hintikka, 1998, p.65). Uma parte axiomatizada da lógica semanticamente completa é o exemplo utilizado logo acima, o cálculo proposicional. Todas as fórmulas válidas, do ponto de vista semântico, podem ser derivadas como teoremas.

O teorema da incompletude de Gödel aplica-se quando se pretende estabelecer a completude dedutiva de um sistema não-lógico (lógica entendida como sistema tautológico, tal como definido por Hintikka como sendo a noção de analiticidade de Kant):

> O que Gödel provou foi que a teoria elementar dos números é incompleta no terceiro sentido diferente mencionado acima, isto é, dedutivamente incompleto. Então foi apontado acima que completude dedutiva de uma teoria S requer duas coisas: (i) uma completude semântica parcial de um fragmento da lógica subjacente, e (ii) uma especificação dos modelos de S, isto é, completude descritiva. A completude dedutiva de S pode falhar porque uma dessas duas coisas falha, vale dizer, pode falhar de dois modos diferentes. O resultado de Gödel não nos diz em qual modo. Somente com a conjunção da completude semântica da lógica em que Gödel está confiando - que é lógica ordinária de primeira ordem - que os resultados de Gödel implicam que não pode haver uma axiomatização completa descritivamente (Hintikka, 1998, p.70).

O Argumento de Hintikka é o seguinte: o que teorema de Gödel prova é que dado um sistema matemático, descritivamente completo de acordo com os seus termos, não é possível que o cálculo (o conjunto de regras de inferência do sistema) utilizado para provar os teoremas também seja semanticamente completo, vale dizer, se o sistema matemático é descritivamente completo, as suas regras de derivação não podem ser regras lógicas, válidas em todos mundos possíveis. Por exemplo, se temos uma descrição axiomática da aritmética, tal como dada pelos axiomas de Peano, não é possível estabelecer para este sistema um cálculo baseado em regras de inferências lógicas, vale dizer, não é possível provar todas as fórmulas válidas da aritmética utilizando apenas os operadores proposicionais e os quantificadores, que são semanticamente completos, válidos em todos os modelos possíveis. Uma série de proposições válidas da aritmética ficam *indeterminadas* pelo cálculo quantificacional. Por outro lado, podemos empregar procedimentos de inferências que não são semanticamente completos, isto é, válidos em todos modelos possíveis. Assim, podemos empregar, no caso da axiomática da aritmética a indução matemática, que é um procedimento transfinito de dedução, ou melhor, não é uma regra de inferência semanticamente completa, válida ou consistente em todos os modelos possíveis.

Para Hintikka, portanto, o resultado do teorema de Gödel não impede, do ponto de vista modelo-teorético da lógica, que se descreva, a partir da lógica, sistemas matemáticos a fim de se estabelecer sistemas categóricos, e por outro lado, para se ter um cálculo – segundo regras de derivação – basta não exigir que ele seja semanticamente completo. Para se compreender isso, a concepção modelo-teorética estabelece que, como temos defendido aqui é a mesmas do método sintético, devemos restringir modelos possíveis.

> Dado uma sentença F (nós podemos pensá-la como a conjunção de axiomas de alguma teoria matemática), determina como foi explicado anteriormente, uma classe de modelos M (F) em acordo com o modelo usual de relacionamento de sentenças. Assume-se que esta relação é feita mais rigorosa de modo mais simples possível, isto é, por omitir certas estruturas que são modelos potenciais de qualquer teoria (Hintikka, 1998, p.69).

De acordo com Hintikka, dada um conjunto de axiomas matemáticos restringe-se as estruturas possíveis, omitindo certas estruturas que poderiam ser modelos de qualquer outra teoria. Deste ponto de vista, a tarefa descritiva da lógica na matemática fica mais fácil, pois é mais fácil encontrar sistemas axiomáticos completos (Hintikka, 1998, p.69). Por outro lado, o cálculo para estes sistemas se torna mais complexo. Como houve uma restrição nas estruturas possíveis, existem mais regras de inferência que são válidas para os modelos obtidos a partir desta restrição.

> Em outras palavras, a tarefa dedutiva da lógica torna-se *ceteris paribus* mais difícil. Adicionar restrições sobre modelos não resulta somente em uma nova lógica. Ela resulta também numa lógica que é mais rica e consequentemente mais difícil do que antes. Eu estou tentado a falar aqui de uma real lógica matemática distinta de uma “antiga” geral ou lógica formal (“lógica matemática” significa aqui lógica da matemática, não uma lógica usando ferramentas matemáticas) (Hintikka, 1998, p.69).

Segundo Hintikka, as regras de derivação lógica tornam-se mais complexas. Como o sistema axiomático é interpretado de maneira restrita, existem mais formas de inferências válidas. Isto é, existem mais formas de raciocínios que são necessárias: válidos nas estruturas obtidas através da restrição. Lembrando que a noção de consequência lógica é que em todos as estruturas em que as premissas são verdadeiras a conclusão também é verdadeira. Ou seja, como se diminui os modelos possíveis aparecem mais formas de raciocínios válidos.

2-10 As operações primitivas de derivação na geometria e a semântica formal kantiana

O método combinado de análise e síntese empregado pelos geômetras gregos e por Newton, conta com dois momentos, a análise, a descoberta das hipóteses (construções auxiliares) que são meios ou condição de provas, e a síntese que é a exposição da prova a partir dos primeiros princípios. A síntese funciona como o cálculo que exibe a prova do teorema, a partir do que se toma como absolutamente dado: os axiomas. No caso dos *Elementos* de Euclides, que é a primeira obra a expor teoremas sistematicamente a partir da derivação de axiomas (Na verdade em Euclides os primeiros princípios são definições, postulados e noções comuns). Dentre estes primeiros princípios os três primeiros postulados operam como regras de derivação que introduzem novos indivíduos, portanto são regras sintéticas, por exemplo: a translação de um ponto introduz uma reta, e a rotação a partir de uma reta qualquer introduz um círculo. Estes procedimentos sintéticos de derivação compõe o cerne da geometria euclidiana, isto é, translação, rotação compõe um grupo de transformações básicas da geometria euclidiana, como definiu Feliz Klein. Diferentemente do que propõe a concepção das ciências demonstrativas de Aristóteles e a interpretação corrente de Kant, os postulados euclidianos não estabelecem a natureza ou o domínio das entidades reais, estes postulados introduzem a forma de relações entre pontos, retas e círculos, e não a natureza destes objetos. Newton estabelece estas operações sintéticas gregas a partir do método fluxional, que permite estabelecer relações geométricas para uma série de curvas matemáticas. Kant não discute a natureza destes procedimentos que são a base da geometria sintética grega e newtoniana. Tais procedimentos de derivação sintéticos, que afinal definem a ciência da geometria, Kant assume como reais. A geometria é uma ciência real, o que Kant quer discutir é como ela é possível. Vale dizer, Kant quer saber como as proposições sintéticas derivadas por grupos de transformação fluxional (assumindo que o método fluxional engloba os procedimentos de transformação da geometria grega) são *a priori*? A possibilidade da geometria, ou a possibilidade de juízos sintéticos sobre quantas e ao mesmo tempo *a priori*, ocorre apenas se assumimos que todos os quantas possíveis são dados no domínio de objetos espaço-temporais. Esta noção de restrição à quantidade é justamente o que permite compreender a noção kantiana de juízos sintéticos *a priori* geométricos. Kant restringe os modelos possíveis àqueles que respeitam a forma espaço-temporal. Kant faz esta essa restrição tendo em vista as operações de derivação de quantas. Ou seja, a estrutura do espaço e do tempo que restringe os modelos possíveis é criada tendo em vistas as operações sintéticas de derivação de Newton. Dado o método sintético newtoniano de derivação – as transformações fluxionais por assim dizer – a *Synthesis speciosa* estabelece em quais estruturas estas regras são procedimentos efetivos de resolução de problemas. Portanto, a interpretação espaço-temporal das categorias de quantidade é uma restrição *descritiva* das relações sobre o todo e as partes no sentido dado por Hintikka acima, dada esta interpretação restrita da quantidade, as transformações fluxionais são válidas para todos os quantas possíveis. As transformações fluxionais são completas na intuição pura espacial. Isso é exatamente o que Newton também propõe em sua crítica a Descartes. O método sintético é completo, o que não é caso da geometria analítica de Descartes. A completude deriva da restrição dos modelos possíveis, que tornam os procedimentos de derivação geométricos de construção necessários nos modelos espaço-temporais. Era justamente nesse sentido que Newton dizia que a análise deve ter em vista a síntese. Ou seja, na análise devemos restringir os modelos possíveis de modo que os procedimentos de derivação sintéticos (procedimentos de provas) sejam válidos para todas as possíveis interpretações que se dê aos símbolos algébricos. No caso de Newton esta restrição na análise ocorre pela instanciação espaço temporal dos símbolos algébricos. Isso garante a completude do método sintético: todas as fórmulas descobertas pela análise matemática são construtíveis pelos procedimentos de derivação na síntese. O que garante a necessidade destas operações é o espaço e o tempo como forma –estrutura relacional – que descreve todas as possíveis relações geométricas a partir das operações sintéticas de derivação. Ou seja, o espaço e tempo como estrutura de relações quantitativas possíveis descreve a classe dos objetos geométricos. Assim, o espaço e tempo como objetos - isto é, como intuições formais - são uma estrutura que descreve a classe (matéria) dos objetos geométricos possíveis. Assim como a interpretação dos operadores de um sistema lógico define quais fórmulas são L-verdadeiras, na medida em que definem os modelos possíveis, no caso de Kant as operações fundamentais do método fluxional determinam quais juízos são sintéticos *a priori* (proposições geométricas), na medida em que estas operações fundamentais definem a estrutura do universo do discurso sobre quantas. O espaço e o tempo não definem a natureza do ponto, da reta, do círculo ou do espaço geométrico em geral, mas é uma descrição formal da classe dos objetos geométricos possíveis a partir das operações primitivas, que Kant assume como reais.

Portanto, estamos sugerindo que as operações primitivas do método fluxional newtoniano são aceitas por Kant como dadas, assim como Carnap propõe que as regras do Cálculo podem ser arbitrariamente construídas. Kant não discute se estas regras são reais ou se existe um fundamento ontológico para elas (Cf, Carnap, 1979, p.27). Ele simplesmente assume que as regras primitivas do método fluxional são efetivas, tanto na matemática como na física. Tais regras primitivas estabelecem a forma ou a estrutura formal que capta a classe de objetos possíveis, como vimos neste capítulo e no anterior, esta é a novidade da noção de intuição pura de Kant. Por um lado, as operações primitivas das ciências demonstrativas são formais, por outro lado a noção de intuição pura visa captar classe de todos possíveis objetos determináveis a partir destas operações primitivas. Assim, a intuição pura cumpre uma função descritiva, tal como proposta por Hintikka em relação à função modelo-teorética da lógica.

Uma das características básicas do método sintético é que na análise construcional ele leva em conta apenas os modelos em que os procedimentos de derivação da síntese são necessários *a priori.* Esta é revolução no pensamento que Kant se refere no prefácio B da *Crítica da Razão Pura* não apenas no caso do geômetra, como também no caso do físico. A noção de que o método científico força a natureza a nos dar respostas, ou que podemos conhecer *a priori* apenas o que a razão impõe, significa que imaginamos ou construímos modelos *a priori* da natureza que se conformam aos princípios sintéticos científicos. É justamente este método que Kant quer adotar para a metafísica a fim de explicar como o conhecimento é possível. A *Synthesis speciosa* é justamente a parte analítica de construir modelos formais de objetos que asseguram a necessidade dos princípios sintéticos ou procedimentos de derivação científicos. Ou seja, a doutrina da aplicação do entendimento à sensibilidade é uma semântica formal que explica como é possível que certos procedimentos de derivação da matemática e física são possíveis. O projeto crítico de Kant é, portanto, construir uma semântica que explique o sucesso de certos procedimentos de cálculo – ou resolução de problemas por assim dizer. Segundo a passagem citada na introdução deste trabalho, dado a realidade ou efetividade da física e da matemática, como podemos explicar a sua possibilidade? Através de uma semântica *a priori* que justifique a necessidade dos procedimentos de inferência destas ciências em certos domínios.

Capitulo 3

Semântica transcendental e epistemologia: *Dedução Transcendental* e a validade objetiva de juízos na *Crítica da Razão Pura*

A síntese, ou método de exposição, desde Euclides é reconhecido como a forma cientifica de expor um sistema de proposições a partir de um conjunto de axiomas. Os sistemas axiomáticos e a noção de cálculo sintático são procedimentos de prova que equivalem à parte sintética do método combinado de análise e síntese: a demonstração efetiva da prova das proposições ou fórmulas. O que justifica que certos axiomas sejam concebidos como proposições primitivas ou que certos procedimentos de inferência sejam empregados na derivação? Não é a pretensão de Kant que a intuição pura seja a justificação metafísica destes axiomas, tal como a interpretação tradicional concebe. Então em qual sentido Kant pretendeu estabelecer a realidade objetiva, ou validade objetiva da geometria? Que os axiomas e os procedimentos de derivação da matemática são reais/efetivos Kant toma como dado. Ou seja, os axiomas geométricos, ou melhor, os procedimentos newtonianos de derivação geométricos são efetivos e não é o objetivo de Kant responder por que estes procedimentos de derivação são reais. Kant quer explicar o que este conjunto de procedimentos de construção possui que os torna efetivo. Ou seja, Kant está preocupado com as propriedades metateóricas do sistema ou conjunto de proposições e regras de transformação primitivas da geometria. Assim, a realidade objetiva da geometria é a explicação de como o conjunto primitivo de operações geométricas explicitadas pelo método fluxional garante um procedimento efetivo de demonstração de teoremas e problemas geométricos. Vale dizer, tal conjunto primitivo de operações sintéticas é completo em relação à todas as possíveis proposições geométricas, dado qualquer proposição ou problema geométrico é possível estabelecer a prova ou refutação da proposição e também é possível resolver qualquer problema geométrico – todas as figuras geométricas são construtíveis a partir das operações primitivas newtonianas. O que explica tal resultado é a semântica modelo-teorética, onde o *sentido* das proposições é fixado pela forma das classes possíveis (esquemas) estabelecida pela doutrina da *Synthesis speciosa*.

De fato, a completude de sistema axiomático é a propriedade que garante que toda fórmula válida da linguagem, ao qual o sistema se refere, deve poder ser provada partir de uma derivação dedutiva dos axiomas. Trata-se de uma propriedade do sistema axiomático que estabelece a demonstrabilidade de todos os teoremas de uma teoria.

3-1- A concepção modelo-teorética de Kant e a realidade objetiva da geometria

A concepção de Kant de prova geométrica ou de demonstração é a grega. Trata-se da síntese, a parte expositiva da prova no método combinado de análise e síntese. O método é dividido em duas partes principais: a análise que encontrar as condições necessárias para a prova e a síntese que expõe a prova do teorema ou do problema geométrico, partindo dos primeiros princípios em direção ao que se quer provar, isto é, a síntese expõe a derivação da prova do teorema ou a resolução do problema a partir dos postulados e axiomas. A parte analítica do método ocorre pela descrição construcional da configuração geométrica que se quer provar o teorema ou resolver o problema. Isso está em conformidade com a interpretação construcional do método combinado de análise e síntese de Hintikka e Remes, e atribuímos esta mesma concepção do método de análise à Kant, pois, como vimos, a análise como procedimento de descrição construcional de configurações geométricas é a maneira como Newton desenvolve o método das fluxões e inspira a *Synthesis Speciosa*.

Como vimos, a descrição construcional analítica de configurações geométricas é exatamente a mesma descrição do espaço produzida pela imaginação transcendental. No método de análise, descreve-se a configuração geométrica *como se* ela já estivesse dada, de modo que a partir desta construção hipotética busca-se as condições de verdade que asseguram uma relação entre proposições e princípios conhecidos (postulados, axiomas e proposições já provadas) e aquilo que se quer provar. Nesse sentido, a parte analítica do método constrói um modelo (a figura hipotética) e deste modelo extraí as hipóteses (construções auxiliares) necessárias para que a prova seja efetuada (a síntese). Vale dizer, conforme a interpretação construcional do método combinado de análise e síntese, a parte analítica do método (mais especificamente a transformação ou a análise propriamente dita) encontra as condições de prova a partir do raciocínio modelo-teorético.

A partir desta concepção do método combinado de análise e síntese, pode-se entender a concepção de Kant sobre o método de prova da geometria, e porque todas as proposições geométricas são garantidas pela razão pura. (Cf. Doutrina do *Método Transcendental* e *V-Lo/Blomberg*, 24: 238). De acordo com Kant, a representação destas figuras, a sua possibilidade, é totalmente produzida *a priori*, bem como a sua demonstração. Isso fica claro em um texto de 1791, a resposta a Eberhard. Kant explica como Apolônio estabelece as secções cônicas:

> Apollonius constrói inicialmente o conceito de um cone, isto é, representa-o *a priori* na intuição (esta a primeira operação pela qual o geômetra expõe preliminarmente a realidade de seu conceito). Secciona-o em seguida de um modo definido: por exemplo, paralelamente a um dos lados do triângulo que intercepta em ângulo reto a base do cone (*Conus Rectus*) segundo o vértice do mesmo e demonstra na intuição *a priori* as propriedades da curva formada pela superfície do cone e o plano interseccionante, formando assim um conceito de relação de suas ordenadas com o parâmetro; e este conceito, dado na intuição *a priori* (neste caso uma parábola) é portanto demonstrado e consequentemente também o é a sua realidade objetiva, em outras palavras, a possibilidade da existência de uma coisa com as propriedades descritas, como também é subjacente ao conceito uma intuição correspondente (ÜE 8:191).

Esta passagem mostra claramente que Kant possui uma concepção construcional do método de análise. Na primeira parte da passagem, Kant diz que o primeiro passo do geômetra (no caso Apolônio) é a construção hipotética (como se) da figura geométrica (o cone) da qual se quer estabelecer propriedades e relações, essa etapa inicial da análise é a *ekthesis*, O passo seguinte é a análise propriamente dita, onde se encontra as construções necessárias para demonstrar as propriedades de uma curva formada pela superfície do cone e o plano que o intersecciona, ou seja, encontra-se as hipóteses necessárias para provar a proposição sobre as propriedades e relações da curva em questão. Todas estas construções são obtidas do construto inicial que é um modelo hipotético (como se). Para Kant estas construções são feitas na intuição *a priori,* ou seja, o papel da intuição pura é de assegurar as relações e propriedades estruturais das figuras geométricas a partir de modelos hipotéticos construídos *a priori*. De acordo com Kant, o sucesso do procedimento de Apolônio demonstra a realidade objetiva do conceito de uma figura geométrica (parábola). Na verdade, o que a análise faz a partir de modelos construídos *a priori* na intuição é garantir a demonstração do conceito geométrico, isto é, as construções na intuição pura garantem a demonstrabilidade do conceito de parábola na medida em que estabelecem as condições necessárias para se provar efetivamente o conceito pela derivação da figura dos primeiros princípios. Na concepção de Kant, isso é feito pela exposição sintética da figura, a construção da figura a partir de procedimentos de derivação, ou a instanciação a partir de construções efetivas. As condições de prova do teorema são produzidas *a priori* e a sua demonstração é efetuada pela síntese. Ou seja, assegura-se a demonstrabilidade dos teoremas geométricos *a priori* na intuição, porém a sua demonstração efetiva é feita pela exposição sintética. Assim, a seguinte passagem demonstra claramente que o papel da intuição pura (o que o matemático pensa) é o de produzir *a priori* através de modelos as condições para a demonstração sintética das figuras geométricas, de modo que a matemática é uma ciência completa.

> A Razão é a criadora destes conceitos, e consequentemente as coisas não tem nenhuma outra determinação do que aquela que a razão estabeleceu.
> Matemática é deste tipo, ela possui apenas conceitos puros da razão, que podem portanto ser completos interna e externamente. Por exemplo, o matemático pensa em *conus*, um cone, ou um triângulo retângulo que gira em torno do seu *cathetum* ou de um de seus lados. Aqui ele pensa tudo que é suficiente para distinguir a coisa de todas as outras, pois a esfera [extensão de um conceito] não é uma coisa fora dele, que ele tem que conhecer em parte de acordo com certas determinações, mas antes é uma coisa na razão pura, que ele pensa arbitrariamente e em conformidade com certas determinações que ele vincula a coisa, pelo que ele pretende que a coisa deverá ser capaz de ser diferenciada de todas as outras (*V-Lo/Blomberg 24:* 125).

Ser completamente interna e externamente determinado significa que todas as relações (externas) e propriedades (internas) são exausta pela razão:

> *Completudo*, é:
> 1. Externa
> 2. Interna
>
> A primeira consiste no fato de que as marcas que são atribuídas a uma coisa são suficientes para distingui-la de todas as outras. No último caso, contudo, consiste

> no fato que as marcas de uma coisa são suficientes para derivar dela todas as determinações possíveis restantes. *Completudo* externa sempre pressupõe completudo interna. Onde a última não está, a primeira certamente também não está; e novamente, a primeira, a saber, *completudo* externa, é atingida por meio da *completudo* interna, eu não posso saber imediatamente se uma coisa e as suas marcas são suficientes para distinguir a coisa de todas outras coisas; isto deve ocorrer através da completudo interna. *Completudo* interna, não é somente um meio para exaustividade externa, a última não pode nem mesmo ser atingida e adquirida sem a primeira *(V-Lo/Blomberg* 24: 123-124*).*

Este texto de Kant é da década de 1770, portanto, depois da formulação da intuição pura. Kant diz que a matemática é a única ciência que pode ser completa, pois ela é livre criação da razão. Kant ainda defende que a completude externa supõe a completude interna. Ou seja, se temos uma definição completa do conceito, podemos estabelecer todas suas possíveis relações externas. A matéria determina forma? Não é o caso, pois na matemática a matéria, o conteúdo de um conceito, é definido arbitrariamente, e é apenas pelo seu emprego, o objeto do conceito instanciado e relacionado com outros objetos, que compreendemos o seu significado. É justamente a definição de distinção sintética kantiana, como ele mesmo define: “Na *Synthesis* nós produzimos e criamos um conceito, por assim dizer, que simplesmente não existia antes, este conceito é completamente novo *quoad materiam* e também *quoad formam*, e ao mesmo tempo nós fazemos ele distinto" (V-Lo/Blomberg 24: 130). Ou como vimos no capítulo anterior, o significado de um conceito só é obtido pelo seu esquema, que nada mais faz do que gerar a forma (espaço-temporal), a figura pura do conceito, o que permite estabelecer as relações externas do conceito. Na matemática, as propriedades internas do conceito são arbitrariamente estabelecidas a fim determinar a estrutura relacional. Na passagem citada acima, Kant é claro sobre isso: o matemático pensa as propriedades de um cone ou de um triângulo retângulo que gira em tono de um de seus lados (produzindo assim um cone), a fim de distinguir estes conceitos de todos os outros (forma), pois a esfera (a classe dos objetos que estão sob o conceito) não é uma coisa dada fora do conceito, mas a classe é uma coisa na razão pura (V-Lo/Blomberg 24:125). E a razão cria arbitrariamente estas determinações internas, pois ela “[...] intenciona que a coisa deverá ser capaz de ser diferenciada de todas as outras coisas[...]” (V-Lo/Blomberg 24: 125). Aqui é a versão preliminar da noção de esquema da *Crítica da razão Pura*, que vimos no capítulo anterior, a classe é gerada por um método da imaginação que instancia as propriedades internas e arbitrárias dos conceitos matemáticos. A matemática é completa, pois cria seus conceitos tendo em vista a estrutura relacional. Nesse caso as definições arbitrárias dos conceitos geométricos só fazem sentido se podem gerar uma estrutura relacional completa, exibível em um sistema de proposições.

A síntese transcendental da imaginação estabelece o modelo que mostra como toda configuração geométrica só é possível a partir de uma interpretação da quantidade, o resultado desta interpretação é a intuição formal do espaço. Como vimos, acreditamos que isso estabelece a completude do sistema de juízos geométricos: todos os juízos geométricos podem ser construídos a partir de operações primitivas descritivas do espaço. Vale dizer, a completude assegura a demonstração dos juízos geométricos (construção a partir de operações primitivas), ou, conforme Kant explica, a figura é produzida *a priori* na intuição pura e a construção a exibe (demonstra) efetivamente. Nesse sentido a realidade objetiva assegurada pela intuição pura do espaço é modelo-teorética e se refere a uma propriedade do sistema geométrico, A geometria é, portanto, uma ciência completa, todos os seus juízos podem ser decididos: provados ou refutados. Isso é uma característica que pertence à geometria (e a matemática em geral) devido ao fato do seu método de decisão (análise e síntese) pertencer à razão pura. Assim, podemos associar a noção de realidade objetiva atribuível à geometria na passagem citada acima do texto de 1791, com a noção de completude ou demonstrabilidade. A geometria possui realidade objetiva, pois é uma ciência completa, todas as proposições geométricas podem ser decididas através de procedimentos a *priori* da razão pura. Contudo, existe uma série de passagens onde Kant associa a realidade objetiva da geometria às figuras empíricas.

> Consideremos, por exemplo, os conceitos da matemática e mesmo, primeiramente, nas suas intuições puras: o espaço tem três dimensões, entre dois pontos só pode haver uma linha reta, etc. Embora todos estes princípios e a representação do objeto, de que esta ciência se ocupa, sejam produzidos totalmente *a priori* no espírito, nada significariam, se não pudéssemos sempre mostrar o seu significado nos fenômenos (nos objetos empíricos) [...] A matemática cumpre esta exigência pela construção da figura, que é um fenômeno presente aos sentidos (embora produzido *a priori*) (KrV A239-240/B 299).

A passagem acima repete mais ou menos o que Kant diz em §22 e A 223-224/B 271-272- que citaremos a diante - onde Kant atribui a realidade objetiva de conceitos geométricos à sua construção empírica. Porém na citação acima de ÜE Kant afirma que é a intuição *a priori* que garante a realidade objetiva de conceitos geométricos (no caso a parábola). Kant parece estar se contradizendo- se levamos em conta a sua tese de que a geometria é uma ciência da razão pura -, ou ele está exibindo duas concepções distintas sobre a realidade objetiva de conceitos geométricos. Acreditamos que Kant não foi muito preciso com os conceitos de realidade objetiva e validade objetiva. No que se segue, vamos apresentar a concepção de Friedman que leva a sério as afirmações de Kant acerca da exigência da representação empírica das figuras geométricas na fundamentação da geometria. Na sequência apresentaremos uma interpretação alternativa para as noções de validade/realidade objetiva que está consonância com o que defendemos até aqui.

3-2 A fundamentação fisicalista da geometria: Michael Friedman.

A interpretação de Friedman propõe que a tese de Kant sobre a *Synthesis Speciosa* se refere à síntese da apreensão de objetos empíricos e não a um mero construto matemático. Ou seja, a intuição formal do espaço constitui a forma da experiência possível e é isso que garante sua realidade objetiva, não a mera completude das asserções geométricas a partir de operações primitivas. Na longa citação que se segue, Kant deixa claro que a mera construção na imaginação não garante a realidade objetiva do conhecimento sobre o triângulo, e que mesmo realidade objetiva do conceito de grandeza está condicionado à experiência possível.

> Parece, com efeito, que se poderia conhecer a possibilidade de um triângulo a partir do seu conceito tomado em si mesmo (que é certamente independente da experiência), pois podemos, de fato, dar-lhe um objeto totalmente *a priori*, isto é, construí-lo. Como esta construção, porém, seria apenas a forma de um objeto, o triângulo seria sempre um produto da imaginação e a possibilidade do objeto desse produto seria duvidosa, porquanto exigiria ainda outra coisa, a saber, que tal figura fosse pensada apenas nas condições em que assentam todos os objetos da experiência. *Ora, só porque o espaço é uma condição formal a priori de experiências externas e porque a síntese figurativa pela qual construímos na imaginação um triângulo é totalmente idêntica à que usamos na apreensão de um*

> *fenômeno para convertê-lo num conceito da experiência, só por isso se pode ligar a este conceito de triângulo a representação da possibilidade de uma coisa semelhante.* E assim a possibilidade de grandezas contínuas e até mesmo de grandezas em geral, porque os seus conceitos são todos sintéticos, nunca ressalta, claramente, dos próprios conceitos, mas destes como condições formais da determinação dos objetos dados pela experiência em geral (KrV A 223-224/B 271-272, Itálicos nossos)

De acordo com esta passagem, parece claro que o papel da síntese transcendental da imaginação, a *Synthesis speciosa*, não é o de meramente assegurar conclusões metateóricas sobre a geometria (e as ciências em geral). O espaço quantificado como grandeza contínua, não pode ser entendido como uma mera condição de construção de modelos matemático, mas deve estabelecer a forma de como apreendemos dados sensíveis e, portanto, a intuição formal do espaço assegura que a representação de objetos na experiência obedece necessariamente a estrutura geométrica, e por isso tem realidade objetiva. De fato, como destacamos na passagem, as condições de construção de um triângulo na imaginação como modelo são as mesmas, ou melhor, são totalmente idênticas as condições pelas quais apreendemos os objetos empíricos. De acordo com início da passagem Kant diz que a mera construção do triângulo na intuição pura seria duvidosa, caso também não pudesse ser exibida empiricamente. Nos *Prolegômenos*, Kant é bem claro sobre este ponto, se a geometria não pudesse ser exibida empiricamente ela seria uma ficção (Prol 4:287). Antes desta afirmação, no mesmo parágrafo, Kant afirma o seguinte:

> A matemática pura, e sobretudo a geometria pura, só pode ter realidade objetiva sob a condição de se aplicar simplesmente a objetos dos sentidos [...] Segue-se, pois, que as proposições da geometria não são determinações de uma simples criação de nossa fantasia poética, e por conseguinte, não podem ser referidas com certeza a objetos reais, mas são necessariamente válidas para o espaço e, por consequência, para tudo o que se pode encontrar no espaço, porque o espaço nada mais é do que a forma de todos os fenômenos exteriores sob a qual apenas os objetos dos sentidos nos podem ser dados (Prol, 4:287)

A geometria pura como sistema de proposições *a priori* demonstradas pela razão pura a partir do método combinado de análise e síntese, considerada em si, é um mero construto formal, sem realidade objetiva. Ou seja, a intuição pura não assegura a realidade objetiva da geometria, a não ser que os procedimentos de construções puros sejam *idênticos* à forma com apreendemos dados empíricos.

Conforme estas passagens deixam claro, a realidade objetiva da matemática depende da aplicação da matemática aos dados empíricos, sem isso a geometria pura seria uma ficção. Tese muito diferente daquela defendida pelos autores que vimos no primeiro capítulo (Brittan, Beck, Hintikka e Beth) que defendem que a intuição pura assegura a realidade objetiva da geometria. Ou seja, parece que, a partir destas passagens, pode-se afirmar que a realidade objetiva da geometria depende da conformidade das suas proposições à realidade empírica. De fato, esta é a concepção de Michael Friedman. Para Friedman, o papel da intuição pura é o de produzir procedimentos de inferências extra-lógicos que caracterizam os raciocínios geométricos, porém a realidade objetiva da geometria depende da efetividade empírica, tal como as passagens acima sugerem. Friedman acredita que a fundamentação ou a realidade objetiva da geometria é obtida pela *Dedução Transcendental dos Conceitos Puros do Entendimento*, onde a aplicação da geometria aos dados sensíveis produz o mundo dos objetos físicos (1992, p.94). Segue-se uma das principais passagens *Dedução Transcendental* B que abona esta interpretação:

> A intuição sensível ou é intuição pura (espaço e tempo) ou intuição empírica daquilo que, pela sensação, é imediatamente representado como real, no espaço e no tempo. Pela determinação da primeira, podemos adquirir conhecimentos *a priori* de objetos (na matemática), mas só segundo a sua forma, como fenômenos; se pode haver coisas que tenham de ser intuídas sob esta forma é o que aí ainda não fica decidido. Consequentemente, todos os conceitos matemáticos não são por si mesmos ainda conhecimentos, senão na medida em que se pressupõe que há coisas que não podem ser apresentadas a nós a não ser segundo a forma dessa intuição sensível pura. *Coisas no espaço e no tempo* só nos são dadas, porém, na medida em que são percepções (representações acompanhadas de sensação), por conseguinte graças à representação empírica. Consequentemente, os conceitos puros do entendimento, mesmo quando aplicados a intuições *a priori* (como na matemática) só nos proporcionam conhecimentos na medida em que estas intuições, e portanto também os conceitos do entendimento, por seu intermédio, puderam ser aplicados a intuições empíricas (KrV B 146-147).

Embora Friedman sustente que a intuição pura tem um papel puramente formal, o que fundamenta a geometria não é uma disciplina formal como a metamatemática, mas o mundo físico assegurado transcendentalmente. Para entendermos a concepção de Friedman com maior precisão, primeiro vamos discutir a sua concepção de intuição pura e na sequência a sua tese de que a realidade objetiva da geometria é assegurada pela construção do mundo físico.

3-3 Friedman: a intuição pura como procedimento de inferência extra-lógico

Michael Friedman (1992) propõe que a intuição espacial que Kant estabelece como condição da geometria é a expressão das operações geométricas euclidianas bem como do método fluxional da matemática newtoniana (cf 1992 60-80). Esta intuição espacial a que Friedman se refere é a constituída pela *Synthesis Speciosa*, vale dizer, a intuição formal. Da mesma forma, como nós interpretamos Kant, Friedman entende que a intuição formal do espaço tem origem na matemática moderna, isto é, a filosofia transcendental se apropriou de um procedimento geométrico. Porém, diferentemente da nossa interpretação, onde o papel da intuição pura é prover modelos formais que permitam determinar a validade das proposições geométricas *a priori*, para Friedman, a intuição formal não é modelo-teorética, mas um procedimento formal de inferência, tal como o emprego dos operadores lógicos em uma dedução formal. O movimento, ou o ato sintético que gera o espaço geométrico é um procedimento intelectual, porém não discursivo, que estabelece a ligação sintética dos elementos constitutivos das figuras no espaço geométrico. Este movimento intelectual funciona como um raciocínio intuitivo, isto é, uma conexão extra-lógica, porém necessária. Para Friedman o papel fundamental que a intuição pura desempenha na geometria é o de estabelecer raciocínios e procedimentos de provas, mediante uma derivação formal extra-lógica. Ou seja, a intuição pura kantiana provê um conjunto de procedimentos de derivações formais extra-lógicas que estabelecem a prova de teoremas, isto é, asseguram a conexão necessária entre os teoremas e os axiomas. O caráter sintético e *a priori* da geometria deriva das conexões necessárias obtidas a partir de raciocínios intuitivos. A noção de raciocínio intuitivo expressa justamente o movimento empreendido pelo entendimento na constituição do espaço enquanto intuição formal (cf, Friedman, 2012, 23-25). Ou seja, o movimento produzido pelo entendimento é o conjunto de operações geométricas que ligam os elementos das figuras geométricas, de modo que tais operações são a base dos procedimentos de prova no sistema dedutivo euclidiano. A tese de Friedman é que a intuição pura kantiana é uma teoria que visa suprir as deficiências da lógica aristotélica, a qual não dá conta dos procedimentos de inferências envolvidos nos raciocínios geométricos. Nesse caso, a doutrina da intuição pura kantiana é fruto dos limites da lógica do seu tempo. A intuição pura kantiana representa um conjunto de operações *a priori* que explicitam as conexões necessárias entre os teoremas e os axiomas que compõem o sistema dedutivo euclidiano. Esta forma de compreender o raciocínio geométrico é similar a concepção de Frege da lógica como linguagem universal para a fundamentação da aritmética, que pretendeu estabelecer o conjunto de axiomas e regras de inferências lógicas necessários para esgotar todas as relações dedutivas existentes na aritmética. Friedman é explicito sobre este ponto:

> No fim, portanto, a geometria euclidiana, na concepção de Kant, não é para ser comparada com a axiomatização de Hilbert, mas com Frege *Begriffsschrift*. Ela não é uma doutrina substantiva, mas uma forma de representação formal: uma forma de argumento racional e inferência. Desse modo, suas proposições são estabelecidas, não por aquisição semi-percepcional com alguma matéria, mas, na medida do possível, com os mais rigorosos métodos de prova dados pelos procedimentos de provas de Euclides, Livro I, por exemplo (1992, p.94-95).

Assim, para Friedman, Kant pretende assegurar o caráter *a priori* da geometria na medida em que sistematiza o conjunto de procedimentos construtivos (extra-lógicos e sintéticos) que explicitam todos os padrões de inferência que constituem a geometria euclidiana (2012, p.18). Como se vê, para Friedman as construções na intuição pura são uma espécie de derivação, tal como as derivações lógicas estabelecidas pelos operadores lógicos em deduções formais. Embora, Friedman faça referência a Hintikka e atribua a ele esta interpretação lógica da intuição formal (Friedman, 1992, p.65), existe uma grande diferença entre a concepção de Friedman e a deste autor. Friedman não se atenta ao caráter, ou ao papel modelo-teorético, das instanciações kantianas. Friedman não faz se quer referência ao método de análise e síntese, que inspirou Kant, Newton e a interpretação de Hintikka e Beth. Por isso, Friedman acaba concebendo a intuição formal como uma espécie de operação formal de derivação lógica, tal como se concebe os operadores lógicos formais na Lógica de Frege. Nesse sentido, Friedman concebe a teoria kantiana dos juízos sintéticos *a priori* em conformidade com tese da Linguagem como meio universal. Nesse caso, os juízos sintéticos *a priori* são o fundamento que executam a construção científica do mundo, tal como a matemática universal de Descartes ou a *Characteristica universalis* de Leibniz.

3-4 Friedman: a realidade objetiva da geometria e a construção do mundo.

Segundo Friedman, a realidade objetiva da geometria é estabelecida pela *Dedução Transcendental dos Conceitos Puros do Entendimento*, onde Kant estabelece como a matemática pode ser aplicada ao mundo empírico (1992, p.129). Friedman propôs que o ato de apreensão sucessiva da imaginação é a versão kantiana do procedimento cinemático da física matemática newtoniana, a qual, então, não é apenas um caso entre outros da aplicação das categorias, mas desempenha um papel fundamental no argumento da segunda parte da *Dedução Transcendental* B:

> O que tenho tentado apresentar é que ciência pura da natureza e a física-matemática newtoniana são produtos concretos desta síntese e que elas, e somente elas, que constituem o que Kant chama aqui a primeira aplicação do entendimento aos objetos de uma intuição possível para nós. (2003, p.42).

Friedman acredita que a síntese transcendental da imaginação, na medida em que determina o sentido interno pelo movimento como descrição de um espaço, é a própria cinemática newtoniana, ou a ciência pura do movimento em termos kantianos. Nesse caso, é a aplicação da física matemática newtoniana que torna a experiência possível, desta forma mostra como as categorias são constitutivas da experiência: "As categorias fazem a experiência em geral possível somente em virtude da sua aplicação anterior na física-matemática newtoniana" (2003, p.42). Esta concepção de Friedman é revista e desenvolvida em um de seus artigos mais recentes, *Geometria e Intuição Espacial em Kant* (2012). Neste artigo ele não identifica a síntese transcendental da imaginação com a própria cinemática newtoniana. Do seu novo ponto de vista, a primeira ação do entendimento sobre a sensibilidade fornece a unidade singular do espaço e do tempo e precede toda e qualquer aplicação de conceitos, mesmo das categorias:

> [A] síntese original precede todas as categorias (esquematizadas) ou conceitos puros do entendimento, e precede, portanto, todos os conceitos esquematizados, quaisquer que sejam, dado que cada um deles tem seu próprio esquema particular na intuição pura (enquanto uma particular "determinação transcendental do

> tempo") – nenhum dos quais são idênticos à "ação do entendimento sobre a sensibilidade" que primeiramente fornece ao espaço e tempo sua unidade e singularidade características. A síntese original responsável por essa unidade não expressa o esquema de nenhuma categoria particular, mas antes o que poderíamos chamar o esquema da própria unidade transcendental da apercepção (2012, p.24-25).

De acordo com Friedman, a síntese transcendental da imaginação pode ser considerada o próprio esquema da apercepção transcendental, onde tal esquema é o responsável pela unidade do espaço e do tempo. Nesse caso, a síntese transcendental da imaginação não é a aplicação da cinemática newtoniana, mas é a garantia de que as leis matemáticas do movimento correspondem à unidade dos objetos físicos (e apenas a intuição formal) dados no espaço e no tempo. Tal garantia de correspondência, pela aplicação da apercepção à sensibilidade, visa substituir a garantia newtoniana dada por Deus (2012, p.30). Friedman é muito claro sobre isso na seguinte passagem:

> Para Newton, Deus, por sua onipresença imediata através de todo o espaço, faz com que toda matéria obedeça às leis do movimento por um ato criativo de sua vontade. Para Kant, é nosso entendimento humano (não o entendimento divino) que se auto injeta em nossas formas puras da sensibilidade (não nas de Deus), e, ao mesmo tempo, faz com que (precisamente pelo esquematismo das categorias) as substâncias materiais ou fenomênicas obedeçam necessariamente às leis newtonianas do movimento (2012, p.29).

Para Friedman a aplicação da apercepção em Kant tem a mesma função que a onipresença de Deus no espaço absoluto newtoniano. Parece que a revolução copernicana de Kant é a substituição do Deus newtoniano pela apercepção transcendental. O papel da *Synthesis speciosa* é assegurar que natureza física corresponda às construções cinemáticas formais[38]. O que assegura a realidade objetiva. Os objetos empíricos constituídos matematicamente, é que provam a realidade objetiva da geometria. Os princípios *a priori*

---

[38]Na verdade o que Friedman está atribuindo à *synthesis speciosa* é o que Newton atribui à mecânica racional como produto divino. Esta é a concepção de que todas as construções geométricas e cinemáticas correspondem à fabricação mecânica de um artífice, que pode ser Deus a Natureza ou homem. "A gênesis da matéria da geometria e a fabricação dos seus postulados pertencem à mecânica. Qualquer figura plana executada por Deus, natureza e qualquer técnico" (Newton in Guicciardini, 2009. P.300). Em Newton, a fabricação das leis da natureza é feita por Deus, e é este papel que Friedman está atribuindo à *synthesis speciosa*.

servem não apenas para construir uma doutrina formal da geometria, mas para construir o mundo dos objetos físicos. Embora Friedman não conceba a intuição pura como justificação metafísica dos postulados euclidianos, ele assume a construção física do mundo pela apercepção como justificação dos princípios sintéticos *a priori* da geometria e da física. Portanto, Friedman segue o modelo aristotélico de fundamentação da ciência ao conceber a construção mecânica do mundo como domínio real que justifica a realidade objetiva da geometria.

3-5 *Dedução Transcendental dos Conceitos Puros do Entendimento*: a interpretação tradicional

Friedman se filia a tradicional linha de interpretação do idealismo transcendental, onde o papel do argumento *Transcendental na Dedução Transcendental dos Conceitos Puros* é provar para o cético que a experiência objetiva segue-se da apercepção transcendental. Friedman atribui um papel à intuição pura que é estritamente atrelado à unidade sintética do entendimento. O espaço geométrico deriva da unidade sintética da apercepção. Nesse caso, a prova da realidade objetiva da geometria deve ser a mesma que assegura a realidade objetiva das categorias. Assim, a prova de Kant de como as categorias possuem realidade objetiva assegura também a maneira como juízos sintéticos geométricos possuem realidade objetiva. A tese de Friedman supõe, de modo geral, que Kant prova a realidade objetiva das categorias na medida em que prova que a experiência só é possível pela unidade sintética transcendental das categorias. Ou seja, Kant deduz que existe uma experiência objetiva a partir apenas da premissa da unidade sintética da apercepção. Nessa linha de interpretação, a justificação da geometria se dá na medida em que Kant prova que existe um domínio efetivo de entidades do qual as categorias são condição necessárias. A geometria, por sua vez, também tem a realidade objetiva garantida na medida em que seus juízos, derivados das categorias, são também condição necessária deste domínio de entidades reais, os objetos físicos.

Existe uma série de variantes nesta tradição, por exemplo, Allison a quem Friedman se refere para justificar a sua compreensão do Projeto da *Dedução*

Transcendental (2003, p.37), possui uma concepção diferente de Friedman. Allison entende que na *Dedução Transcendental* Kant apenas consegue provar a realidade objetiva das categorias ao mostrar que elas são condições necessárias das percepções, e não ainda de objetos empíricos, para Allison, Kant só leva cabo efetivamente esta prova nas *Analogias da Experiência* (2004, 194-201). Diferentemente, Friedman, acredita que a realidade objetiva das categorias só é obtida pela construção efetiva dos objetos físicos segundo os juízos sintéticos matemáticos, a cinemática newtoniana efetuada pela *Synthesis speciosa*. A diferença entre Friedman e Allison ocorre justamente pela maneira como interpretam a *Synthesis Speciosa*, Friedman a concebe como o procedimento de construção objetos físicos, ao passo que Allison supõe que ela seja a maneira como as categorias constituem as percepções como representações subjetivas e pré-discursivas. Esta interpretação de Allison do papel da *Synthesis Speciosa*, pode-se dizer que é compartilhada por alguns comentadores influentes de Kant na atualidade, como Guyer e Longuenesse. Em linhas gerais, pode-se dizer Allison, Longuenesse e Guyer assumem que o papel da síntese transcendental da apreensão visa estabelecer a ubiquidade das categorias (expressão que Guyer (2010) utiliza). Isso significa que a *Synthesis Speciosa* visa torna possível qualquer representação empírica, mesmo as meras percepções ou unidades subjetivas. Neste caso, a realidade objetiva das categorias é provada na medida em que ela é condição de qualquer percepção. Para estes autores, a síntese transcendental da imaginação na apreensão dos dados sensíveis tem um papel pré-discursivo ou proto-conceitual na constituição das percepções e é justamente este papel da *Synthesis Speciosa* que garante a realidade objetiva das categorias.

Esta linha de interpretação compartilhada por Friedman e estes autores sobre a *Synthesis Speciosa* é incompatível com a interpretação que desenvolvemos nos capítulos anteriores. Por outro lado, a nossa interpretação é insuficiente para explicar a afirmação kantiana acerca da realidade objetiva da geometria fundamentada nos objetos empíricos. A nossa interpretação é de que a *Synthesis Speciosa* é o procedimento de construir modelos formais de objetos espaços-temporais. Por outro lado, a interpretação exposta acima da *Dedução Transcendental* entende que a *Synthesis Speciosa* pretende constituir percepções ou objetos efetivos a partir das sensações, o que parece corresponder à exigência kantiana de realidade objetiva para os juízos em geral, e o mais importante, as proposições de geometria.

De modo geral, como dissemos, esta interpretação que Friedman compartilha, compreende que o papel da *Dedução Transcendental dos conceitos Puros do Entendimento* visa estabelecer uma prova de que existe uma experiência objetiva. Uma breve caracterização da *Dedução Transcendental* na segunda edição da primeira crítica permite entender isso. Em § 21, Kant divide a tarefa da Dedução em duas partes: a primeira parte (§15 a §20) Kant resume com a seguinte afirmação: “Um múltiplo, contido numa intuição a que chamo minha, é representado pela síntese do entendimento como pertencente à unidade *necessária* da autoconsciência o que acontece por intermédio da categoria” (B 144). Aqui ele enuncia a tese de que a unidade necessária da apercepção constitui a unidade necessária da intuição, pela qual é dado um objeto. Ou seja, esta tese visa resumir a concepção de que a unidade necessária da apercepção é o correlato da objetividade e, por outro lado, que as categorias como funções sintéticas estão limitadas aos objetos dados na intuição. Mas essa proposição apenas, “[...] constitui, pois, o início de uma *dedução* dos conceitos puros [...]” (B 144). Assim, a Dedução inicia apenas com a tese de que a apercepção transcendental é condição das representações objetivas. A segunda parte da *Dedução Transcendental* trata da

> [...] maneira como é dada na sensibilidade a intuição empírica, que a unidade desta intuição é apenas a que a categoria [...] prescreve ao múltiplo de uma intuição dada em geral; e, porque a validade *a priori* da categoria será explicada em relação a todos os objetos dos nossos sentidos, se atingirá então, por completo, a finalidade da dedução (B 145).

A segunda parte da Dedução discute como a espontaneidade, ou apercepção transcendental, se aplica à sensibilidade. Kant mostra que tal aplicação se dá na medida em que apercepção transcendental se aplica, mediante a síntese transcendental da imaginação (§ 24), a *Synthesis Speciosa*, as formas puras do espaço e do tempo. Isso garante que todas as intuições empíricas estão sob a unidade da apercepção (§ 26). Vale dizer, a *Synthesis Speciosa* garante que os objetos empíricos se seguem da aplicação da apercepção transcendental sobre a sensibilidade, e isso mostra que as categorias asseguram uma experiência objetiva (ou ao menos mostra que a apercepção assegura as percepções).

Nesse sentido, Allison propõe que o propósito da *Dedução Transcendental* é um ajuste cognitivo tal como a epistemologia de Descartes. Nos termos cartesianos o ajuste se dá entre cognições evidentes e uma realidade em si (coisa em si), nos termos de Kant trata-se de se estabelecer o ajuste entre as regras *a priori* do entendimento e os dados sensíveis. (Allison, 2004, p.160). Para Allison, o papel da *Synthesis speciosa*, exposto em § 24, é o momento decisivo da segunda parte da *Dedução Transcendental*, quando Kant relaciona as categorias com as formas da intuição mediante a síntese transcendental da imaginação e enquanto o §26 é mera consequência, isto é, que as sínteses empíricas são conformes a unidade das categorias é uma mera consequência do fato das categorias serem conformes às formas do espaço e do tempo, pela qual somos afetados ou obtemos sensações (Allison, 2000, p.73). Segundo Allison o objetivo da Dedução seria demonstrado em §26 "[...]que pretende demonstrar que as categorias estão em necessária conexão com as intuições empíricas" (2004 p.193). Assim, nesta seção da *Dedução Transcendental*, Kant pretende estabelecer esta demonstração apresentando como as categorias estão ligadas à síntese da apreensão que constituem a percepção (2004, p.193). Ou seja, Kant pretende demonstrar que as categorias são condição mesmo das sínteses empíricas, ou das representações subjetivas dos dados. Porém, de acordo com Allison, Kant não demonstra isso em §26, mas apenas assume que as sínteses empíricas são conformes a unidade transcendental das categorias (2004, p.193). Assim, Kant pretende apresentar que as categorias, que são condição da unidade do espaço e do tempo, "são também condição de apreensão de qualquer coisa determinada neles" (Allison, 2004, p.194). Porém em §26:

> Embora, obviamente seja o passo fundamental, desde que liga a síntese da apreensão com as categorias, Kant mais uma vez não oferece nenhum argumento. Em vez disso, ele simplesmente assume que a unidade exigida pela apreensão é uma aplicação à sensibilidade humana da unidade do múltiplo de uma intuição em geral exigida pela apercepção, o que permite a afirmação de que a primeira, como a última, são governadas pelas categorias (Allison, 2004, p.195).

Para Allison, e para os principais comentadores[39] que assumem a interpretação progressiva da *Dedução Transcendental*, Kant assume uma tarefa que não pôde efetuar. A Dedução não completa a sua tarefa epistemológica de derivar a experiência, ou ao menos as percepções, da unidade transcendental da consciência e, assim assegurar o ajuste cognitivo entre as regras *a priori* do entendimento e os dados sensíveis. Esta é apenas uma descrição genérica da interpretação da *Dedução Transcendental* entendida como uma resposta ao cético, a partir da leitura de Allison. Não pretendemos analisar a *Dedução transcendental* como um todo. A literatura secundária sobre o tema é extensa e não é o nosso objetivo discutir as diversas concepções sobre a Dedução. O que nos interessa é o resultado desta interpretação sobre o papel que a *Synthesis speciosa* desempenha. O resultado é que o objetivo de Kant na *Dedução Transcendental das Categorias* é estabelecer a realidade objetivas dos conceitos puros do entendimento a partir da derivação da experiência (objetiva ou subjetiva) da apercepção mediante a *Synthesis Speciosa*. Nesse caso, a função desta última é constituir as percepções ou os objetos empíricos, o que evidentemente está em contradição com a função modelo-teorética que temos proposto para a *Synthesis speciosa*.

[39] Guyer Também interpreta que a *Dedução Transcendental* não atinge os objetivos que propõe. Claro, Guyer assume que o objetivo da Dedução é bastante pretencioso: demonstrar a ubiquidade da apercepção e das categorias, que são o seu veículo (p.2010, 122). No que se refere segunda parte da Dedução Transcendental, Guyer compreende que Kant ao afirmar que as categorias estabelecem a unidade do espaço e do tempo, não pretende como nós defendemos estabelecer uma estrutura formal do espaço e do tempo, mas para ele as categorias estabelecem a unidade dos objetos empíricos no espaço e no tempo: "Aqui, o que Kant sugere, em outras palavras, é que não é a unidade do espaço e tempo em si mesmos, mas a unidade dos objetos no espaço e no tempo que exigem as categorias. E de fato, na seções seguintes sobre os Princípios do Entendimento Puro, Kant tentará apresentar que não apenas a categoria de quantidade (na verdade um tópico geral para as categorias de unidade, pluralidade e totalidade) e causalidade (na verdade um das três específicas categorias de relação), mas todas as categorias são de fato necessárias para representação da unidade objetos no espaço e no tempo" (2010, p.147). Da mesma forma que Allison, Guyer acredita que §26 da Dedução Transcendental é insuficiente para provar a ubiquidade das categorias: "Uma deficiência da primeira parte do §26, em que Kant não tem sucesso em fazer claro como as categorias estão envolvidas na unidade do espaço tempo. Novamente, a conexão com a apercepção parece obscura, e de fato neste caso, o método sugerido do argumento parece sofrer da versão oposta do outro problema da primeira parte da seção, que o espaço e o tempo parecem unidades muito mais largas do que qualquer unidade da apercepção" (2010, p. 148).

3-6 A interpretação modesta da *Dedução Transcendental das Categorias*

Felizmente para nossa tese, existe uma interpretação alternativa da *Dedução transcendental dos Conceitos Puros do Entendimento* que permite compreender o papel da *Synthesis Speciosa* em conformidade com o nosso trabalho. O artigo seminal de Karl Ameriks *Kant's Transcendental Deduction as Regressive Argument* propõe uma interpretação contrária à interpretação tradicional – que para ele é representada por Peter Strawson, Jonathan Bennett e Robert Paul Wolff. De acordo com Ameriks, tais autores leem a *Dedução Transcendental* como um argumento progressivo, que deriva a experiência objetiva da apercepção transcendental, de modo que a tese de Kant seria de que só pode haver uma autoconsciência (o *eu penso*) somente se existe um mundo objetivo do qual se está consciente, logo se existe a autoconsciência segue-se que existe um mundo objetivo. Assim, o objetivo da Dedução é estabelecer que existe um mundo externo e parcialmente regido por leis a partir de uma premissa mínima, a autoconsciência (Ameriks, 1998, p. 89). De acordo com Ameriks, o argumento de Kant é o justo contrário, o conhecimento de objetos empíricos é a premissa a partir da qual Kant deriva como conclusão a necessidade da apercepção transcendental para explicar a possibilidade do conhecimento objetivo (1998, p.89). Assim, o argumento de Kant na *Dedução Transcendental* é regressivo, dado o conhecimento empírico regride-se às suas condições de possibilidade. Conforme Ameriks propõe, o argumento na *Exposição Transcendental do Espaço* tem esta mesma característica. Em B 40-41Kant diz que A) "[...] a geometria é uma ciência que determina sinteticamente, e contudo *a priori*, as propriedades do espaço". Mas isso só é possível a partir da seguinte condição B) "[...] O espaço tem de ser originariamente uma intuição [...] mas essa intuição deve-se encontrar em nós *a priori*, isto é, anteriormente a toda a nossa percepção de qualquer objeto, sendo portanto uma intuição pura e não empírica". É uma *exposição* de como a intuição pura (B), enquanto princípio, permite explicar a possibilidade de um conhecimento sintético *a priori* (A). De acordo com Ameriks, o argumento de Kant não é o de garantir a geometria como ciência *a priori* a partir da natureza ideal da intuição pura (1998, p.88), isto é, que a posse de certa representação (intuição pura), vincula um corpo de conhecimentos (geometria) (1998,p.89) . O argumento de Kant é mais fraco: o conjunto de conhecimentos sintéticos *a priori* (a geometria) é possível somente se o espaço é uma intuição pura, expresso de modo mais formal a estrutura do argumento é: A se somente B, B (1998, p.87).

> É razoável recomendar que a exigência de Kant que uma exposição transcendental [..] não é construído como um argumento progressivo no sentido de uma prova dedutiva com um princípio sintético a priori como sua conclusão e a mera posse de uma representação como sua premissa (Ameriks, 1998, p.87-88).

Nesse sentido, a partir da interpretação regressiva do argumento da *Dedução Transcendental*, não é necessário assumir que a *Synthesis Speciosa* tem a função de garantir a constituição de objetos empíricos ou percepções, dado que os objetos empíricos são um pressuposto. Assim temos que conferir o que Ameriks pensa sobre a unidade espaço-temporal estabelecida pela *Synthesis speciosa*:

> Assim a universalidade e unidade do espaço e do tempo, não a unidade da consciência como tal, é evoca para garantir a "validade universal" das categorias para nós. Desta maneira a Dedução de Kant na Analítica depende da doutrina do idealismo na Estética, pois somente a tese que o espaço e o tempo são formas da mente, dependentes dela e conhecidos *a prior*i, pode justificar a certeza que são unidades que determinam todas as nossas representações (Ameriks, 1998, p.99).

Conforme a passagem indica, Ameriks atribui a unidade do espaço e do tempo, tal como expressas em B160-161, ao espaço e tempo como formas da mente. Ameriks acredita que a nota B 161, onde Kant diz que a unidade espaço-temporal é anterior a todos os conceitos, mostra que a unidade da intuição pura não depende da unidade da apercepção. Esta concepção de Ameriks é contrária a nossa concepção acerca da unidade do espaço e do tempo. Vale lembrar, para nós é a *Synthesis Speciosa*, a primeira aplicação do entendimento sobre a sensibilidade, que gera tal unidade. Bem entendido, o que define a *Synthesis speciosa* é a noção de auto-afecção, que é quando a apercepção transcendental afeta e transforma a sensibilidade.

Graham Bird, é outro autor que compreende que a Dedução não é um projeto anti-cético, isto é, o objetivo de Kant não é provar ao cético que existe uma experiência objetiva, mas o principal fim da *Dedução Transcendental* é apresentar como são possíveis conceitos *a priori* (Bird, 2006, p.225):

> Num modo similar eu assumo que a Dedução não pretende ambiciosamente prover as condições suficientes para nosso conhecimento de realidade independente, ou garanti-lo, [...] Ele [Kant] não pretende responder a uma disputa com ceticismo tradicional mas descrever a estrutura fundamental da nossa experiência (2006, p.225).

Segundo Bird, esta tradicional interpretação da Dedução Transcendental, mesmo nos escritos mais sofisticados de autores contemporâneos, ainda apresentam traços de uma leitura sob a perspectiva da metafísica tradicional do projeto kantiano, vale dizer, compreendem Kant a partir de um projeto fundacionalista epistemológico (2006, p.6). Tal leitura, de acordo com Bird pode ser encontrada já na famosa resenha de Garve, embora de modo menos sofisticado. De acordo com Bird, esta leitura de *Crítica da Razão Pura* entende que no fim das contas, Kant propõe um idealismo onde a "mente produz a natureza" – expressão de Garve (2006, p.3). Somos simpáticos a essa visão de Bird sobre esta interpretação progressiva da crítica, inclusive, certamente podemos atribuir a Friedman uma compreensão de Kant nestes moldes. Aliás, está consonância com o que temos defendido aqui acerca da interpretação tradicional de geometria que se atribui a Kant: o projeto copernicano como sendo uma inversão idealista da concepção aristotélica de fundamentação de ciência demonstrativa.

De todo modo, o que nos interessa no momento é como Bird, a partir da sua compreensão da *Dedução Transcendental*, compreende o papel da *Synthesis Speciosa*, e se sua interpretação pode nos ajudar a conciliar a nossa interpretação modelo-teorética da *Synthesis speciosa* e a noção de realidade objetiva dada por Kant nas passagens acima. Porém, justamente para não se comprometer com a ideia de que a "mente produz a natureza", que aparentemente pode ser derivada da noção de *Synthesis speciosa*, Bird acaba atribuindo um papel secundário aos parágrafos § 24-26, justamente os que nos interessam, considerando que se trata da parte subjetiva da *Dedução Transcendental* (2006, p.313-314).

> B 150-60 e A 97 -105 trata dos aspectos psicológicos da nossa experiência não exaure os interesses de Kant na Dedução. Eles são, como Brooks sugere, uma

> parte da Dedução subjetiva, contanto que eles não sejam tidos como relatos de relações causais reais entre eventos mentais. O mapa estrutural dessas capacidades fundamentais pode legitimamente incluir suas interações causais em geral sem impugnar a diferença entre o projeto de Kant e a psicologia empírica (Bird, 2006, p.319).

De acordo com Bird, o papel da *Synthesis Speciosa* e o seu equivalente na primeira edição da Crítica – a tripla síntese – são aspectos psicológicos que retratam as capacidades subjetivas (expressão do prefácio A VVI-XVII), não como produtoras da natureza através da imaginação ("mind make nature"), mas como um mapeamento estrutural dos aspectos subjetivos das capacidades humanas envolvidas no conhecimento (2006, p.315). A interpretação de Bird também não nos ajuda a conciliar a nossa interpretação modelo-teorética da *Synthesis speciosa* com a noção de realidade objetiva assumida em uma série de passagens citadas acima.

Embora a interpretação regressiva de Ameriks e a concepção modesta do papel da *Dedução Transcendental* de Bird, inicialmente parecessem permitir compreender o papel da *synthesis speciosa* não como constitutiva de percepções e objetos efetivos, ambos os autores não conseguem explicar suficientemente a função desta síntese transcendental da imaginação. Ameriks atribui a unidade a propriedade da sensibilidade – o que está contradição com a noção de auto-afecção – e Bird atribui a síntese figurada apenas um papel secundário e psicológico.

3-7 A mera pressuposição da subordinação das sínteses empíricas à *Synthesis Speciosa*

Nós estamos diante do seguinte dilema, acreditamos que a função da *Synthesis speciosa* é estabelecer a realidade objetiva dos juízos geométricos (e também dos juízos da física, embora não tenhamos discutido sobre a física). Para tanto, compreendemos que a síntese transcendental da imaginação tem a função de produzir apenas modelos formais, através da instanciação espaço-temporal. Contudo, como vimos, a noção de realidade objetiva em Kant, que deve ser atribuída mesmo à geometria, envolve a apresentação de objetos efetivamente dados empiricamente. Não pretendemos discutir detalhadamente a noção de realidade objetiva, apenas assumimos que, de um modo ou de outro, em conformidade com as passagens citadas, os juízos devem se referir a objetos com conteúdo empírico, a fim de ter realidade objetiva. No caso dos juízos de experiência, pode-se entender que o juízo não precisa ser necessariamente verdadeiro, mas que ele se refira a um conteúdo empírico. Nesse caso, não adotamos a distinção de Allison entre validade objetiva de juízo como juízos que possuem valor de verdade (verdadeiro ou falso), e que a realidade objetiva se refere a juízos que realmente expressam conteúdos realmente dados . O que nos parece relevante no conceito de realidade objetiva é que ele exige, de um modo ou de outro, que o juízo se refira a um conteúdo empírico. No caso da geometria, que as construções geométricas sejam efetivamente dadas empiricamente, caso contrário, as proposições geométricas seriam ficções.

No entanto, a *synthesis speciosa* sempre é proposta por Kant como um procedimento formal, que emprega apenas o espaço e o tempo como intuições formais, sem qualquer conteúdo empírico, o que faria das proposições estabelecidas a partir deste procedimento meras ficções. Por outro lado, Kant assume que a síntese transcendental da imaginação é a mesma pela qual apreendemos, ou constituímos a nossa percepção, conforme o § 26 da Dedução B, e é justamente isso que garante a realidade objetiva das categorias, como consequência das proposições *a priori* estabelecidas pela intuição formal. A questão é que esta *identidade* entre a *Synthesis speciosa* e sínteses empíricas é meramente pressuposta. Kant não estabelece como é possível provar esta identidade. Ou melhor, o que garante que a forma como instanciamos objetos formais espaço-temporais, através da síntese transcendental da imaginação, é a mesma forma como percebemos ou concebemos objetos empíricos? Em § 26, onde se atribui a tese de que Kant pretendeu mostrar que as sínteses empíricas estão sob, ou são conformes à síntese transcendental da imaginação, existe a seguinte afirmação:

> Nas representações do espaço e do tempo temos formas *a priori* da intuição sensível, tanto da externa como da interna, e a síntese da apreensão do diverso do fenômeno tem que ser conforme a essas representações, porque só pode efetuar-se de harmonia com essas formas. Mas o espaço e o tempo não são representados *a priori* apenas como *formas* da intuição sensível, mas mesmo como *intuições*

> (que contêm um diverso) e, portanto, com a determinação da *unidade* desse diverso que eles contêm (ver Estética Transcendental (B 160)).

Na primeira parte do parágrafo Kant diz que a síntese empírica tem que ser conforme as formas da sensibilidade, uma vez que os dados sensíveis são apreendidos pela sensibilidade. Para ser breve, na primeira frase desta passagem, Kant apenas diz que as percepções (sínteses empíricas) devem estar de acordo com a sensibilidade (a forma como o sujeito percebe). O que parece uma afirmação trivial, que as sensações ou percepções devem estar em conformidade com a nossa sensibilidade. Mas esta sensibilidade, a qual as percepções devem estar de acordo, não é o espaço e o tempo como intuição formal, exatamente como a nota anexa a esta passagem deixa claro. Na nota Kant diz o seguinte sobre as formas da sensibilidade: "que *a forma da* intuição concede apenas o múltiplo, enquanto a intuição *formal* dá a unidade da representação" (KrV, B 160, nota). De acordo com a nota, a forma da sensibilidade ou da intuição é apenas a maneira como o múltiplo sensível é dado. Assim, voltando à primeira frase da passagem acima, Kant apenas afirma que as percepções têm que ser conformes à maneira como o múltiplo é dado. Isso é muito diferente de se afirmar que o múltiplo sensível tem que ser sintetizado em conformidade com as intuições formais. Em Kant existe apenas a pressuposição de que as intuições formais, estabelecidas pela *Synthesis speciosa*, determinam a unidade formal da sensibilidade. Ou seja, Kant apenas pressupõe a identidade entre a sensibilidade, o modo como temos sensações, e a unidade espaço-temporal produzida pela *Synthesis speciosa*.

Para ficar claro esse ponto, sobre a distinção entre formas da sensibilidade e intuições formais, vamos destacar uma passagem da resposta a Eberhard na obra *Da Utilidade de uma Nova Crítica da Razão Pura*. Nesta obra Kant quer argumentar que a noção de espaço não é inata, mas uma aquisição originária. Inata é nossa receptividade:

> O fundamento da possibilidade da intuição sensível não é nenhum dos dois, nem os limites da capacidade cognoscitiva nem a imagem; é a simples receptividade peculiar da afetividade que pode formar uma representação de acordo com a índole subjetiva quando afetada por algo (na percepção). O inato é exclusivamente esse fundamento formal e o primeiro da possibilidade, por exemplo, de uma representação espacial [...] Surge assim a intuição formal que se chama espaço, como

> representação originariamente adquirida (da forma dos objetos externos em geral), cujo fundamento (como simples receptividade), não obstante é inato [...] (ÜE, 8:222)

Acerca do espaço, como representação adquirida, Kant deve estar se referindo a auto-afecção, e a receptividade, como a maneira como somos subjetivamente afetados, a forma da sensibilidade. Ou seja, a nossa capacidade de ser afetado por sensações, ou de obter o múltiplo sensível (KrV, B 160, nota), é o que a noção de forma da sensibilidade visa expressar. Trata-se de uma capacidade inata. Já o espaço, como a maneira de representar objetos externos a mim e com direções espaciais, supõe um sistema de referência criado pela aplicação da apercepção sobre a sensibilidade. Isto é, depende da estruturação dos objetos segundo sistema de referência baseado na fluxão do tempo (sentido interno). Assim, fica claro que as intuições formais são fundamentadas sobre uma capacidade de receber dados sensíveis, por outro lado, que justamente estas intuições formais determinam os dados sensíveis, é uma mera pressuposição de Kant.

Devemos posicionar a nossa interpretação acerca das intuições de espaço e de tempo frente a outros comentadores. Vale citar três comentadores que possuem concepções distintas do que defendemos aqui, Falkenstein, Allison e Longuenesse. A interpretação de Falkenstein é muito distinta da nossa, na verdade ela desconsidera completamente as passagens que são decisivas para o que temos defendido aqui. Para ela, a ordem espaço-temporal não é produzida pelo entendimento, mas o entendimento apenas se torna consciente desta ordem que é dada de forma independente na sensibilidade. Como dissemos, para assumir tal tese Falkestein não leva em consideração as passagens que utilizamos. Por exemplo, a nota de B 160, ela diz ser contraditória, e como de uma contradição podemos derivar qualquer coisa, então ela acredita que pode descartar a passagem (1995, p.90-91). No que se refere a passagem da aquisição originária, Falkenstein diz que não se trata de um texto da crítica (1995, p.91) e que o Kant tardio se tornou mais ambíguo (1995, p.96). Como esta autora não leva em conta as passagens que nós consideramos importantes, acreditamos que não seja necessário nos aprofundarmos aqui em sua interpretação de Kant.

Allison, possui uma concepção tradicional, tal como de Beck e Brittan sobre a relação da geometria e o espaço. A intuição formal para Allison, representa a noção de espaço dos axiomas da intuição (2004, p.144):

> Uma intuição formal espacial, na qual o geômetra está interessado, é a representação intuitiva da forma ou das propriedades essenciais da figura correspondente ao conceito geométrico dado. Tais representações são produtos das construções matemáticas, que são sobretudo governadas pela natureza do espaço como a forma do intuído. Em outras palavras, esta natureza dada, ao invés das meras leis da lógica, determina o que é geometricamente possível. Isto é também é a razão de Kant afirmar que a geometria é sintética e *a priori* (Allison, 2004, p. 116).

O espaço possui uma *natureza* que governa a forma dos dados intuídos e também determina o conteúdo da geometria. A intuição formal do espaço (geométrica) é, portanto, governada pelas formas da sensibilidade que impõe a apercepção uma estrutura unitária, uma *natureza*. Para Allison, a sensibilidade e a sua forma subjetiva de ser afetada já contém a noção de espaço e de tempo, embora não ordenados como sucessão e coordenação, o que será concebido pela apercepção que se torna consciente da *natureza* unitária das formas da sensibilidade.

O que nós propomos é que sem a *Synthesis speciosa* o que resta é o múltiplo (B 160n), ou seja, sem a apercepção possuímos apenas a receptividade, a capacidade subjetiva de receber dados que, portanto, não precisam necessariamente estar ordenados como sucessão temporal linear ou coordenados no espaço. A nossa receptividade é mais ampla do que a estrutura espaço-temporal. Pode-se confundir a nossa interpretação com a de Longuenesse, que na verdade defende o justo contrário. Ela acredita que a *Synthesis speciosa* é o que gera a própria receptividade, de modo que reduz toda a receptividade ao entendimento e a imaginação. Como Longuenesse afirma:

> O ponto de Kant é que o espaço e o tempo, que foram descritos na Estética Transcendental como formas da intuição e intuições puras, são agora revelados como produtos da "afecção da sensibilidade pelo entendimento", a saber pela unidade da apercepção como uma capacidade de julgar. Então, pelo mero fato de serem dadas no espaço e no tempo, todas as aparências são tais que elas estão *a priori* de acordo com as categorias, e assim eventualmente subsumidas sob elas (2005, p.33).

Longuenesse reduz as formas da sensibilidade, isto é, a capacidade de ser afetado subjetivamente a um produto da imaginação (Cf. 2005, p.34). Nesse sentido, Allison atribui a Longuenesse uma interpretação que aproxima Kant do idealismo alemão (2000, p.75-76). O que em certo sentido Longuenesse assume de fato quando afirma que os idealistas alemães entenderam melhor a relação entre o dado e o *a priori* que os interpretes contemporâneos de Kant (2005, p. 37-38). Longuenesse reduz toda a receptividade à capacidade de julgar para, assim, assumir que tudo o que é dado está submetido à unidade da apercepção. Nesse sentido, temos que discordar de Longuenesse e dizer que talvez seja ela quem mais entendeu os interpretes contemporâneos Kant, pois sua tese leva ao extremo a interpretação progressiva da *Dedução Transcendental*, pois submete a própria receptividade ao entendimento a fim de derivar a uniformidade da natureza da apercepção. Essa interpretação de fato leva as últimas consequências a tese de que a mente constrói a natureza, para usar a expressão de Garve, o que é uma tese que permeia o idealismo absolutista dos alemães.

No capítulo 5 deste trabalho, defenderemos que em *Opus Postumum*, o próprio Kant se contrapõe a essa concepção reducionista da receptividade. Neste manuscrito Kant defende que a síntese, ou unidade que idealistas procuram, não pode ser encontrada em algo absoluto, mas é um aspecto do Homem, ou seja, a unidade só pode ser concebida pela antropologia. Veremos que a questão de como os dados da receptividade se conformam aos juízos, ou ao entendimento, é produto de uma construção humana. E justamente por isso, a receptividade não pode ser redutível à apercepção, porque este acordo é produzido pela atividade do homem. A realidade da física e matemática, não são obtidas pela apercepção *Transcendental*, mas pela atividade humana, que na *Crítica da Razão Pura* Kant toma como dada, ou já produzida. De acordo com Kant, há muito tempo que estas ciências trilham o caminho correto. Nos capítulos seguintes retornaremos a esta ideia.

Assim, a noção de realidade objetiva através da *Synthesis speciosa* não é demonstrada por Kant na *Dedução Transcendental*, mas Kant apenas pressupõe que o múltiplo sensível, fornecido pela receptividade (forma da sensibilidade), está submetido a unidade espaço-temporal produzida pela imaginação transcendental. Ou seja, a *Synthesis* *speciosa* não é uma doutrina que explica como é possível a construção de objetos efetivos através de procedimentos *a priori* (nem mesmo uma doutrina da constituição das percepções). Para ficar mais claro esse ponto é necessário nos atermos com cuidado à distinção entre sensibilidade e a sua forma subjetiva e intuições formais. Como entendemos Kant, a forma da sensibilidade é apenas a noção de que possuímos uma capacidade subjetiva de representar dados, isto é, trata-se da simples noção que recebemos dados. Por outro lado, que estes dados possuem uma forma espacial e temporal isso já é produto da auto-afecção, a noção de espaço e tempo como estruturas unitárias e contínuas é produzido pela a apercepção. E como vamos ver no Capítulo 4, nem todos as sensações estão submetidas à estrutura formal do espaço e do tempo. Vale citar Robert Butts, que possui uma concepção próxima a que estamos defendendo aqui. "[...] nem toda *sinnliche anschauungen* são acompanhadas por mudanças no estado de consciência no sentido *exigido*. E certamente não é parte da posição de Kant que as sensações são estruturadas pelo espaço e pelo tempo, ou que a percepção em geral é. A estrutura da sensação é matéria da psicologia e da fisiologia[...]" (Butts, 1981, p.261). De acordo com Butts, nem todas sensações são representadas a partir da estrutura espaço-temporal. Isso significa que Kant não reduz a sensibilidade ou receptividade à experiência possível a partir da unidade estabelecida pela *Synthesis speciosa*. De fato, a receptividade não se restringe a noção de experiência possível a partir da estrutura espaço-temporal, pode-se pensar em uma receptividade prática, onde os sentimentos e as paixões estão submetidos à razão prática, pode-se pensar também em uma receptividade estética, onde as sensações geram prazer e são expressas em juízos estéticos, a partir da reflexão da faculdade de julgar. A sensibilidade é modo como somos modificados, ao passo que quando submetemos essas modificações às formas judiciativas devemos recorrer a uma estrutura que permite associar uma interpretação aos dados, e esta estrutura não precisa ser uma interpretação espaço temporal (associação de termos a objetos no espaço e no tempo), mas podemos associar – interpretar- termos a sentimentos relacionados à ação, ou sentimentos relacionados ao prazer. No caso da razão prática, podemos associar o sentimento de respeito à noção de obrigação, contida no imperativo categórico. No caso do sentimento de prazer provocado reflexão da faculdade julgar acerca de dados na sensibilidade, associamos este sentimento ao conceito de belo. Existem múltiplos domínios, não de objetos, mas de interpretação, pois a filosofia de Kant pretende dar conta de várias formas judiciativas[40]. Por isso, como dissemos no parágrafo anterior, a unidade possível entre a receptividade e a espontaneidade, não pode ser reduzida à um Eu penso puro e único, mas ao Homem e os seus diversos modos de ser afetado. É exatamente isso que Kant defende nos seus últimos manuscritos do *Opus Postumum* e que discutiremos no último capítulo deste trabalho

Kant não prova e nem pretende provar na *Crítica da Razão Pura* que a estrutura formal do espaço e tempo determina a estrutura dos dados sensíveis, ele apenas pressupõe a identidade entre a estrutura formal do espaço e do tempo e a experiência de possíveis objetos empíricos que correspondam a esta estrutura. É por essa nossa interpretação da relação entre a receptividade (formas subjetiva da sensibilidade) e as intuições formais que somos simpáticos à interpretação modesta da *Dedução Transcendental*. O argumento de Kant na Dedução estabelece que as categorias, podem ser entendidas como conceitos puros que determinam uma estrutura formal da intuição espaço-temporal, e a maneira como podemos instanciar modelos formais nesta estrutura. Por outro lado, Kant pressupõe que estes modelos formais são isomórficos com um domínio os objetos reais, porém Kant não prova na primeira crítica que exista um domínio real de objetos físicos

Nesse sentido, acreditamos que devemos levar em conta passagem já citada na introdução (KrV, B 20-21), ou seja, que a realidade da física e da matemática é tomada como dada na *Crítica da Razão Pura*, o papel da analítica e da estética é entender como estas ciências, estruturadas a partir de juízos sintéticos *a priori*, são possíveis. A matemática e a física são ciências reais, as suas operações primitivas geram uma série de proposições sobre natureza que podem ser provadas efetivamente, a partir dos métodos de provas das ciências. Kant não pretende mostrar ou justificar que a natureza é conforme à geometria e a física, isso ele aceita como um fato. O que Kant quer saber é: como é possível que as proposições da física e da matemática podem ser provadas, como prova da física e

[40] Aqui evidentemente estamos fazendo referência à interpretação de Loparic do projeto crítico de Kant, como a descoberta dos múltiplos domínios semânticos, sempre constituídos por estruturas que se associam a conceitos da razão, formando diferentes domínios de interpretação. Trata-se da descoberta da multiplicidade de universos do discurso em Kant e que tem inspirado este trabalho.

da matemática pode possuir validade objetiva (validade universal)? Que propriedades os juízos da física e da matemática possuem que os torna prováveis? De acordo com a *Dedução Transcendental*, o que torna demonstráveis os juízos das ciências é fato de estarem submetidos às categorias, que assegura validade objetiva. Como veremos no capítulo seguinte, a validade objetiva equivale a validade universal e intersubjetiva, e nesse sentido as categorias asseguram que os juízos objetivos das ciências estão associados à procedimentos efetivos de demonstração, válidos universalmente.

Nesse sentido, a *Dedução Transcendental das Categorias* mostra que as categorias são condição de possibilidade das ciências na medida em que garantem que os procedimentos de provas destas ciências são válidos universalmente. Isto é, a física e a matemática são ciências reais que possuem procedimentos efetivos de prova, a *Dedução Transcendental* mostra que o que garante estes procedimentos efetivos de prova – validade objetiva dos juízos – são as categorias. O que Kant pretende explicar é: por que consideramos verdadeiras as proposições demonstradas pela física e pela matemática? Na verdade, Kant não mostra como as categorias permitem estabelecer o domínio real das entidades das ciências, o que Kant pretende estabelecer é que as categorias são condições de verdade de um domínio formal de objetos estabelecidos pela *Synthesis speciosa*. Que este domínio formal de objetos espaços-temporais é isomórfico com a realidade isso é uma mera pressuposição da primeira crítica. Com efeito, a doutrina da imaginação transcendental - estrutura de objetos formais obtidas pela aplicação das categorias à sensibilidade - pretende estabelecer como os juízos das ciências obtêm valor de verdade. Ora, como podemos determinar o valor de verdade de um teorema geométrico? Segundo o procedimento instanciação do método sintético da geometria, a partir dos procedimentos primitivos da geometria, entendidos por Kant a partir do método fluxional newtoniano. Os procedimentos de prova são admitidos como reais, ou efetivos. Kant pretende mostrar que estes procedimentos de provas são válidos universalmente na medida em que a instanciação ou a referência a objetos obedece a unidade das categorias. Aqui devemos lembrar qual é a concepção de ciência de Kant, o que estabelece ou o que assegura a derivação de proposições e a sua prova não é conteúdo dos conceitos envolvidos, mas a operação formal que estabelece a derivação das proposições, é a operação formal que determina a classe ou a matéria. Assim, Kant quer mostrar que estas operações formais de derivação das ciências são universalmente válidas na medida em que estão sob a unidade das categorias. Em última instância, são as categorias as formas puras do pensamento que determinam todas as relações possíveis –as formas- e, portanto, definem todas as classes de objetos possíveis - matéria.

O que a *Synthesis speciosa* estabelece na *Dedução Transcendental* é que a classe de todos objetos formais possíveis, instanciados espaço-temporalmente, estão sob as categorias. No caso dos objetos geométricos são as categorias de quantidade, quando interpretadas espaço-temporalmente, que estabelecem a classe destes objetos formais. Assim, a categoria de quantidade permite entender como são possíveis os juízos geométricos: como podemos referi-los a objetos, quantas espaços-temporais, e, assim determinar o seu valor de verdade. Ou seja, as categorias de quantidade interpretadas espaço-temporalmente estabelece todos os quantas extensivos possíveis. Estabelecem, portanto, a extensão do conceito de quanta espacial. Sendo assim, as categorias asseguram as propriedades dos objetos obtidos pelo procedimento formal de instanciação (determina a estrutura dos objetos formais), portanto garantem como juízos podem se referir a objetos formais. Porém, as categorias não garantem que existe um isomorfismo entre os modelos espaços-temporais e os objetos reais empíricos, mas Kant apenas pressupõe a partir do sucesso da física e da matemática.

3-8 A Semântica Transcendental de Loparic como uma interpretação modelo teorética do projeto crítico

A noção de que as estruturas espaço-temporais produzidas pelas categorias garantem como os juízos se referem a objetos é essencialmente o que diz a *Semântica Transcendental* de Zeljko Loparic. De acordo com Loparic, no argumento da *Dedução Transcendental*, a possibilidade do conhecimento objetivo é pressuposto como dado (2005, p.68). O argumento tem a seguinte forma: “esse argumento se fundamenta em duas premissas: a primeira diz que toda experiência “contém” conceitos pelos quais é pensado um objeto em geral", portanto, necessariamente também um objeto qualquer da experiência; a segunda identifica esses conceitos com as categorias. A conclusão enuncia, como esperado que as categorias se referem necessariamente *a priori*, a objetos da experiência" (2005, p.69). Mas esta experiência, a que se referem às categorias, é aquela constituída pelo sistema de percepções (ligadas entre si KrV B 161) estabelecidas na intuição formal. A *Synthesis Speciosa* explicita os objetos, como modelos formais, aos quais os juízos - objetivamente assegurados pelas categorias - se referem. Ou seja, a *Synthesis speciosa* representa como juízos podem se referir a objetos. Por outro lado, que os modelos formais estabelecidos pela síntese transcendental da imaginação correspondem aos objetos reais, ou ao conhecimento objetivo dado pela física e matemática, isso é a pressuposição inicial da *Dedução Transcendental*. Assim, a *Synthesis Speciosa* tem uma função semântica: explicitar a estrutura formal (relações e propriedades) dos objetos aos quais as categorias se referem. Dada esta conclusão da *Dedução Transcendental*, Loparic crê que o objetivo geral da *Analítica Transcendental* é propor uma teoria *a priori* da verdade, de modo que a aplicação das categorias à estrutura espaço temporal específica todos possíveis modos de se referir a objetos, e isto é estabelecido pela *Analítica dos Princípios*:

> Kant propôs uma teoria geral das condições de verdade e falsidade objetiva de juízos sintéticos construídos por operações categóricas. Essa teoria diz, no essencial, que as condições em questão são especificadas pelos princípios do entendimento [...] os princípios do entendimento são a "fonte de toda a verdade" à medida em que impõem *a priori* as condições discursivas - isto é, as categorias – aos dados intuitivos, garantindo dessa maneira, que esses dados possam servir de modelos de formas judiciativas" (Loparic, 2005, p.212-213)

Os princípios do entendimento estabelecem as condições de verdade dos juízos objetivos. Através da *Synthesis speciosa* determina-se sob quais condições um juízo pode se referir a um objeto. Os princípios do entendimento estabelecem o modelo que as forma discursiva dos juízos devem possuir, a fim de possuírem modelos intuitivos correspondentes. Os princípios do entendimento são análogos a uma interpretação de um operador lógico em uma semântica formal para um sistema lógico. Ao estabelecer como se deve interpretar o operador lógico, naturalmente se estabelece as formas proposicionais válidas, ou o valor de verdade que se deve atribuir às fórmulas lógicas. Por outro lado, toda semântica formal estabelece a validade juízos através de universos do discurso que podem ser constituídos de objetos concretos, de conjuntos matemáticos, ou mesmo por constantes individuais formais representadas por letras do alfabeto como *a, b, c... a',b',c'*. A teoria da verdade kantiana ocorre pela constituição de domínios de objetos formais, ou modelos, que satisfazem juízos. Nesse sentido todos os juízos possíveis são aqueles que possuem modelos formais (não reais) constituídos pela aplicação das categorias à intuição - a *Synthesis Speciosa*. Ou Seja, a *Synthesis speciosa* garante a construção *a priori* do referente das formas judiciativas objetivas.

Como vimos, trata-se de um procedimento de instanciação, os conceitos puros do entendimento aplicam-se aos objetos na medida em que se especifica o seu significado em modelos espaço-temporais, ao invés do conceito se referir ao objeto=X em geral, pelo puro entendimento. Assim o significado das categorias é instanciado pela *Synthesis speciosa*, que pode estabelecer todos os modelos espaço temporais que estão sob as categorias. Vale dizer, como vimos no capítulo anterior, a *Synthesis speciosa* é um procedimento de criação de modelos formais, de modo que todos os possíveis modelos de objetos espaço-temporais podem ser estabelecidos por este procedimento. Mas isto só é possível porque as categorias são as regras formais que dirigem este procedimento de instanciação. Desse modo, de acordo com Loparic, os princípios do entendimento - que especificam como os objetos formais são possíveis pela instanciação da imaginação pura figurada - fornecem uma teoria das propriedades *a priori* dos objetos formais:

> os princípios do entendimento, tomados em conjunto, fornecem uma teoria das propriedades *a priori*, que os aparecimentos devem possuir a fim de que o conhecimento discursivo sobre eles seja possível, ou melhor, a fim de que entre eles e os juízos de experiência e matemáticos possa existir a relação de concordância entendida kantianamente como relação de preenchimento (Loparic, 2005, p.214).

Conforme a interpretação de Loparic, A *Synthesis speciosa* é a forma como o entendimento, com os seus conceitos puros, pode se referir *a priori* uma estrutura formal de objetos, que como veremos abaixo é o domínio de objetos instanciados pela imaginação transcendental. Não se pode determinar o valor de verdade de juízos matemáticos (demonstrar o seu valor de verdade) apenas pelo significado lógico do conceito de quantidade, mas é necessário recorrer à instanciação espaço-temporal, tal como vimos no capítulo anterior. A *Synthesis speciosa*, porém não é apenas um procedimento de instanciação de quantidades ou figuras geométricas espaço-temporais, mas na concepção de Kant é um procedimento de instanciação de modelos de objetos formais que constituem a experiência possível, a partir das categorias - as formas especificas de sínteses da apercepção. Assim, as *Antecipações da Percepção* estabelecem que as categorias de qualidade se referem *a priori* à modelos formais da sensação, a propriedade *a priori* de que toda sensação possui um grau. As *Analogias da experiência* estabelecem modelos formais de substâncias e as suas interações causais no espaço e no tempo, já as categorias de modalidade não expressam propriedades *a priori* de objetos formais, mas se referem ao *status* modal dos juízos[41]. Assim, os princípios do entendimento definem o que é a verdade transcendental.

> A realidade objetiva destes conceitos[categorias], isto é, a sua verdade transcendental, conhece-se apenas na medida em que estes conceitos exprimem *a priori* as relações das percepções em toda a experiência[princípios do entendimento], e isto, com certeza, independentemente da experiência, mas não independentemente de qualquer referência à forma de uma experiência em geral e à unidade sintética, na qual somente podem ser conhecidos empiricamente os objetos (KrV A 221-222/B 269).

Tais princípios ao estabelecerem, as formas judiciativas válidas, definem as condições de verdade de todos juízos possíveis matemáticos e de experiência. Por outro

[41] Aqui estamos apenas seguindo a exposição de Loparic sobre como os princípios do entendimento estabelecem propriedades *a priori* de objetos formais: "ainda em termos gerais, o que quer dizer a tese de que os princípios do entendimento são condições *a priori* de verdade ou falsidade objetivas de todos os outros juízos sintéticos, tanto *a priori* (filosóficos e matemáticos) como *a posteriori* (científicos). No essencial, cada grupo de princípios "possibilita" um e somente um dos quatro aspectos formais básicos de um juízo sintético qualquer, a saber, quantidade, qualidade, relação e modalidade (KrV, B 197-202). Talvez seja mais apropriado falar de quatro propriedades básicas de toda forma proposicional lógica. Cada uma dessas propriedades é, na realidade, uma classe de três propriedades, de modo que temos no total doze pontos de vista gerais sobre formas proposicionais. A modalidade, entretanto, tem um *status* especial. Ela é uma propriedade que se relaciona mais a questões metodológicas do que a questões de verdade" (2005, p.213).

lado, a *Synthesis speciosa* constitui os modelos de objetos formais que satisfazem as condições transcendentais de verdade. Assim os princípios do entendimento expressam a estrutura formal de todas as relações possíveis expressas em juízos objetivos. Tal estrutura é uma construção *a priori*, porém tendo em vista a experiência. Vale dizer, a estrutura formal, constituída pelos princípios do entendimento, estabelece a forma de todas as classes possíveis tendo em vista as operações primitivas da física e da matemática. As operações primitivas das ciências produzem a experiência efetiva (o conjunto de proposições provadas e já estabelecidas) os princípios do entendimento caracterizam a classe de todas as possíveis relações objetivas expressas em juízos. Os princípios do entendimento são condições metateóricas das operações primitivas das ciências.

De acordo com Loparic, "Isso não significa que os juízos empíricos sejam derivados dos princípios do entendimento, mas que estes últimos proveêm as condições de verdade *a priori* dos primeiros, qualquer que seja a sua forma discursiva" (2005, p. 214). De fato, como entendemos Loparic, a síntese transcendental da imaginação constrói um modelo formal que torna o juízo possível e satisfaz as condições transcendentais de verdade, mas tal modelo não torna o juízo verdadeiro ou real. Pode-se dizer que um juízo objetivamente válido em Kant possui um modelo formal no domínio da experiência possível, portanto não se trata de um modelo real. Tais juízos estão em conformidade com a verdade transcendental definida pela interpretação espaço-temporal das categorias. Um juízo possível – no domínio da experiência possível- pode ser preenchido (expressão de Loparic equivalente à noção de satisfação) por dados sensíveis concretos que o tornam verdadeiro ou falso.

Os princípios do entendimento não são como propriedades de coisas reais, mas como propriedades de uma estrutura formal que estabelece quais são os objetos possíveis nesta estrutura criada pela *Synthesis speciosa*. A instanciação modelo-teorética de objetos formais segundo os princípios do entendimento estabelece a extensão das categorias, isto é, a forma *a priori* de todos os objetos espaço-temporais possíveis. Nesse sentido a noção de experiência possível constituída pelos princípios do entendimento visa expressar justamente a noção de um domínio de objetos possíveis. Dessa forma, o papel da *Synthesis speciosa* na *Crítica da Razão Pura* é estabelecer uma noção de verdade através de uma metateoria. Vale dizer, a síntese transcendental da imaginação explicita um procedimento que capta uma estrutura de objetos, propriedades e relações possíveis *a priori* que determina, consequentemente, a forma dos juízos que se referem a objetos. Em suma, todos os juízos possíveis são aqueles que se referem a objetos espaço-temporal.

Diferentemente dos termos lógicos que são condição de verdade de juízos que se referem a objetos em geral, os princípios do entendimento são condições de verdade apenas de juízos que se referem a objetos espaço-temporais. Os objetos espaço-temporais podem ser entendidos como um domínio ou um universo do discurso constituído pela *Synthesis speciosa*. Os princípios do entendimento expressam verdades *a priori* sobre estes objetos formais. Isso significa que estes princípios enunciam propriedades necessariamente verdadeiras para qualquer elemento dado no domínio dos objetos formais espaço-temporais.

Aqui é possível fazer uma analogia que permite entender o *status* dos princípios do entendimento, bem como dos juízos matemáticos no domínio dos objetos formais espaço- temporais. De modo geral uma semântica formal pretende estabelecer as fórmulas logicamente válidas. Para isso é necessário dar uma interpretação formal para os operadores lógicos. Tal interpretação dos operadores lógicos define as condições de verdade para as fórmulas de uma linguagem de um sistema lógico. Tal como vimos na concepção de Carnap acerca do modo como podemos construir sistemas semânticos a partir da escolha arbitrária dos operadores do cálculo lógico. Pode-se construir uma estrutura a fim de captar quais são as fórmulas lógicas neste sistema. Uma estrutura deve relacionar os termos da linguagem (sejam as proposições atômicas da lógica proposicional ou os predicados, relações e constantes individuais da lógica quantificacional) com um domínio de objetos qualquer, tal relação é uma interpretação. Assim uma estrutura é a relação dos termos da linguagem com um domínio de objetos através de uma interpretação. As fórmulas lógicas são captadas pela variação de domínios de objetos, de modo que em qualquer estrutura aquela fórmula será verdadeira. Domínio de objetos pode ser o conjunto dos números naturais ou um conjunto de países. Assim, se a linguagem do sistema lógico contém constantes lógicas para os seguintes termos "ou" indicadas por v, "não" indicadas por "¬", e F designa a relação "maior do que". Ao passo que a e b designam constantes individuais.

Assim podemos construir as seguintes fórmulas Fab, Fba, ¬Fab, Fab v ¬Fab. Esta última fórmula, dada a usual interpretação para as constantes lógicas contidas nela, é verdadeira em todos os domínios supracitados, por exemplo, designando "a" pelo número 2 e "b" pelo número 1, a seguinte proposição é verdadeira: "2 é maior do que 1 ou 2 não é maior do que 1". Do mesmo modo pode-se designar "a" pelo Brasil e "b" pela China. O resultado é o mesmo e a fórmula continua sendo verdadeira. Na verdade, esta é uma fórmula lógica, válida em todas as estruturas possíveis. Já a fórmula Fba é verdadeira na estrutura construída a partir do domínio dos países, porém é falsa no conjunto dos números naturais. Neste último caso trata-se de uma fórmula contingente.

Os princípios do entendimento não são condições de verdades lógicas, mas estabelecem as condições de verdade de juízos que se referem a um conjunto especifico de domínios de objetos, os objetos determináveis espaço-temporalmente. Juízos de experiência são factuais, de modo que eles dependem que os dados empíricos preencham os modelos formais espaço-temporais a fim de se assegurar a sua verdade ou falsidade. É mesmo o caso de se instanciar o objeto formal representado por uma coordenada espaço-temporal em conteúdos empíricos, por exemplo, a trajetória elíptica dos planetas em torno do sol pode ser representada por um modelo formal espaço-temporal, a observação empírica desta trajetória dos planetas torna verdadeiro o juízo de experiência que afirma que "os planetas possuem uma trajetória elíptica em torno do sol", vale dizer, a observação empírica preenche o modelo formal. Veremos um exemplo claro disso no próximo capítulo.

Por outro lado, as proposições matemáticas em geral, na medida em que são sintéticas e *a priori*, são necessárias no domínio formal dos objetos espaço-temporais, independente da maneira como se preencha estes objetos formais, estas proposições são verdadeiras. Vale dizer, as proposições matemáticas valem necessariamente para todas as possíveis instanciações empíricas dos objetos formais construídos pela síntese transcendental da imaginação. Do mesmo modo que o lógico semântico contemporâneo constrói universos do discurso para captar fórmulas logicamente válidas e consequências lógicas, A *Synthesis speciosa* kantiana pretende captar os juízos sintéticos *a priori* que são as condições de verdade de juízos possíveis. Ou seja, Kant cria um universo do discurso a fim de captar como são possíveis os juízos da matemática e da física. Tais juízos são possíveis porque as categorias definem a estrutura da verdade *a priori*. As categorias estabelecem que objetos podem ser instanciados a fim de satisfazer os juízos destas ciências. Vale dizer, as categorias estabelecem como é possível estabelecer modelos, tal como fazem o matemático e o físico pelo método de análise, para encontrar as condições de verdade de teoremas e proposições empíricas.

3-9 Axiomas da intuição e o domínio dos objetos geométricos

Nesse sentido, como os teoremas e mesmo os axiomas geométricos se referem a objetos geométricos (quantas extensivos), isso é estabelecido pelos *Axiomas da Intuição*. As categorias de quantidade, através da *Synthesis speciosa*, estabelece o princípio que determina as condições de verdade para todas as possíveis instanciações dos objetos geométrico. Os *Axiomas da intuição* estabelecem como podemos referir juízos sobre de quantidade a objetos. O espaço apresentado como condição geometria tal como estabelecido pela *Exposição Transcendental do Espaço* na *Estética Transcendental* é o mesmo espaço constituído pela *Synthesis Speciosa* e é estabelecido como modelo formal de instanciação objetiva pelos Axiomas da Intuição. De fato a intuição formal do espaço é gerada pela aplicação da categoria de quantidade, conforme Kant apresenta em §24. Tal como já foi dito aqui, na nota em B 156 Kant explica que a síntese da transcendental da imaginação, na geração da intuição formal do espaço, procede mediante um movimento que é uma descrição de um espaço. Ou seja, a noção de espaço empregada por Kant para fundamentar a geometria, nada mais é do que uma propriedade *a priori*, a quantidade, aplicada à sensibilidade. Como vimos, sem síntese transcendental da imaginação não há noção de espaço, nem um sistema de referência que permita discernir objetos externos à minha consciência e sua posição em relação a mim. Em *Os Progressos da Metafísica* Kant expressa isso da seguinte maneira:

> A forma subjetiva da sensibilidade, se se aplicar, como tal deve acontecer, segundo a teoria dos seus objetos enquanto fenômenos, a objetos enquanto suas formas, suscita na sua determinação uma representação que dela é inseparável, a saber, a do composto. Com efeito, não nos podemos representar um espaço

> determinado senão ao traça-lo, isto é, ao juntarmos um espaço a outro, e o mesmo se passa com o tempo (FM, 20:270)

Como já foi discutido aqui, mesmo a noção de sentido externo, a representação de um espaço determinado, supõe a síntese transcendental da imaginação (composto), tal como está expresso na passagem. Do ponto de vista de como esta noção de espaço explica a possibilidade da geometria, a intuição pura do espaço em Kant expressa um procedimento de instanciar extensões espaciais contínuas a fim de captar a estrutura das relações e propriedades quantitativas geométricas, expressa nos juízos geométricos. A geometria euclidiana visa estabelecer em seus teoremas propriedades e relações quantitativas das figuras geométricas. O papel dos *Axiomas da Intuição* é prover as condições de verdade que fundamentam os axiomas geométricos e as proposições que se seguem como consequência:

> Sobre esta síntese sucessiva da imaginação produtiva na produção das figuras se funda a matemática da extensão (geometria), com seus axiomas, que exprimem as condições da intuição sensível *a priori*, únicas que permitem que se estabeleça, subordinado a elas, o esquema de um conceito puro do fenômeno externo, como este, por exemplo: entre dois pontos só é possível uma linha reta; ou este: duas linhas retas não circunscrevem um espaço, etc. Trata-se de axiomas que verdadeiramente se referem apenas a grandezas (quanta) como tais (KrV A 163/B 204).

Os axiomas ou noções comuns (cf, Heath, p.155) são sobre a relação entre as partes e o todo, de modo que a estrutura de relações e as propriedades produzidas pelas operações primitivas de Euclides - e expressa nas proposições dos *Elementos* - estabelece um espaço métrico (quantificado). De fato, tal como Kant propõe, a intuição pura do espaço é produzida por um movimento contínuo estabelece a determinação completa das relações entre o todo e a parte. A intuição pura do espaço, que serve de fundamento para geometria, é uma representação construída como *quanta*. A determinação das relações e propriedades quantitativas das partes, por menor que sejam, são sempre captáveis pelo movimento sucessivo de gerar a representação de linhas, círculos, etc.

> Chamo grandeza extensiva aquela em que a representação das partes torna possível a representação do todo (e, portanto, necessariamente, a precede). Não

> posso ter a representação de uma linha, por pequena que seja, se não a traçar em pensamento, ou seja, sem produzir as suas partes, sucessivamente, a partir de um ponto e desse modo retraçar esta intuição (KrV A 162-163/B 203).

Assumimos que este procedimento é a descrição quantificada do espaço euclidiano e do espaço fluxional newtoniano que pretende determinar quantidades ínfimas. Tal procedimento de instanciação garante a determinação completa – todas as possíveis distinções enunciáveis em proposições ou todas possíveis relações e propriedades geométricas - que podem ser estabelecidas a partir das operações primitivas de construção geométrica, isto é, o espaço quantificado kantiano pretende estabelecer como todos os juízos geométricos euclidianos e newtonianos podem se referir a objetos formais. Esta concepção de uma descrição formal do espaço na história da matemática não pretende descrever as propriedades reais do espaço, mas trata-se de um procedimento instanciação modelo-teorético que visa estabelecer uma teoria sobre a solubilidade de problemas geométricos e mecânicos, como vimos no capítulo anterior. Trata-se da instanciação da imaginação inspirada no método fluxional newtoniano. Loparic entende este ponto exatamente como temos defendido aqui, objetos geométricos são dados por instanciações construídas a partir *Synthesis speciosa*, e, como construtos formais, são dados vazios (2005, p.197). Acerca destes modelos matemáticos Loparic afirma o seguinte: "nenhuma questão de existência efetiva pode surgir. Restam apenas questões sobre aspectos "intuitivos" de estruturas *a priori* de dados primitivos. O assunto resume-se, então, a uma multiplicidade intuitiva pura dada *a priori*, e não empiricamente (KrV, B 103, 746)" . Tais modelos formais são a realização ou a instanciação de conceitos matemáticos, gerados pela distinção sintética (como contraposição noção leibniziana de distinção analítica) produzida pela intuição formal do espaço. De acordo com Loparic: "Um objeto matemático, por exemplo, um triângulo, não pode ser pensado como determinado separadamente da classe de construções possíveis de triângulo, cuja unidade se fundamenta no que poderíamos chamar, por analogia à intuição formal do espaço em geral, de intuição formal de um triângulo" (2005, p.199). O objeto matemático não é uma mera imagem empírica, mas trata-se da figura pura, que explicita a forma relacional construída sinteticamente a partir de esquemas.

3-10 A semântica Transcendental e a concepção modelo-teorética das ciências exatas

A Semântica Transcendental de Loparic é nosso principal horizonte para compreender a concepção de Kant acerca das ciências exatas. Nesse sentido, a nossa tese que Kant empreendeu uma fundamentação metateórica das ciências exatas é devido à compreensão de Loparic acerca do objetivo de Kant na *Analítica Transcendental*. A interpretação de Loparic propõe que a experiência possível, estabelecida pelos princípios do entendimento, não é *o* universo do discurso, mas um construto metateórico que pretende captar as condições de verdade dos juízos sintéticos possíveis das ciências exatas. Vale dizer, a interpretação semântica de Loparic não concebe os juízos sintéticos *a priori* do entendimento do ponto de vista da linguagem como meio universal, no sentido proposto por Heijenoort e Hintikka. A interpretação tradicional da *Crítica da Razão Pura* propõe a tese justamente contrária: a experiência possível é o domínio real que garante o significado dos juízos sintéticos, ou seja, a experiência possível é *o* universo do discurso que garante o significado dos juízos sintéticos *a priori*. Nesse sentido, a partir da interpretação tradicional do idealismo transcendental podemos conceber uma fundamentação das ciências exatas nos moldes da concepção aristotélica de fundamentação da ciência; o que é muito claro na interpretação de Friedman, por exemplo. Bem entendido, a concepção aristotélica de ciência demonstrativa é essencialmente proposicionalista, tal como a concepção semântica de Frege. Os princípios primitivos das ciências exatas devem se referir a algo - um domínio da realidade ou *o* universo do discurso – que garante o sentido destes princípios. A interpretação tradicional da experiência possível kantiana seria este domínio da realidade ou *o* universo do discurso rígido e fixo da concepção semântica proposicionalista.

Tendo em vista a interpretação modelo-teorética de Kant, o sentido dos juízos sintéticos *a priori* não é assegurado por um universo do discurso. Como vimos no primeiro capítulo, os primeiros princípios das ciências para Kant não possuem um conteúdo imediato que assegura o seu significado; tais primeiros princípios são formais e o significado é dado pela estrutura formal (definição implícita). Ou seja, a revolução copernicana de Kant determina que o sentido dos juízos depende da estrutura *a priori* estabelecida pelas operações primitivas das ciências. Os princípios do entendimento bem como a experiência possível pretendem apenas descrever esta estrutura. Por isso Loparic propõe que o papel da experiência possível é justamente o contrário do que propõe a concepção aristotélica das ciências dedutivas e a concepção proposicionalista do significado. A interpretação de Loparic é modelo-teorética, a experiência possível, assegurada pelos princípios do entendimento, representa um domínio de objetos espaço-temporais que permite explicar as condições de verdade de um conjunto de juízos sintéticos possíveis a partir das operações primitivas das ciências. Nesse sentido, os princípios do entendimento não são condições metafísicas da experiência possível, tal como na intepretação tradicional que assume a experiência possível como domínio da realidade. Os princípios do entendimento, ao constituírem a experiência possível, definem as condições de verdade dos juízos sintéticos das ciências exatas. Mas estas condições de verdade são condições formais, isto é, os princípios do entendimento não asseguram a existência de uma natureza material que os juízos sintéticos se referem. A noção de validade objetiva também sofre alteração com giro copernicano. Os princípios do entendimento asseguram que juízos sintéticos podem possuir validade objetiva/realidade objetiva ao estabelecer condições formais de resolução de problemas; isto é, se os juízos são decidíveis segundo operações formais e universais. A doutrina *Synthesis speciosa* não pretende fundamentar como os teoremas geométricos constituem os objetos da percepção, ou os objetos físicos. A doutrina da *Synthesis speciosa* estabelece apenas construtos formais que garantem as condições de verdade dos juízos. Nesse caso, a *Synthesis speciosa* permite compreender que as operações determinam se o juízo é verdadeiro ou falso, e como pode ocorrer um acordo universal sobre os valores de verdade dos juízos. Este é o tema do próximo capítulo.

Por outro lado, as questões epistemológicas - tais como: se as sínteses puras da imaginação são conformes a objetos empíricos efetivos - não é a tarefa da *Analítica Transcendental* do entendimento responder. No entanto, Kant pretende mostra como a experiência efetiva ocorre ou deriva dos princípios do entendimento em seu projeto de transição exposto tanto em *Os princípios Metafísicos da Ciência da Natureza*, e bem como em *Opus Postumum*. Nestas obras Kant possui um projeto semelhante à fundamentação epistêmica racionalista de explicar como o conhecimento matemático pode ser aplicado à natureza efetivamente. Contudo, como veremos, a explicação kantiana sobre o ajuste entre nossos juízos matemáticos e a natureza é feito a partir da antropologia como veremos no capítulo 5.

Capítulo 4

Validade objetiva das leis científicas e Aplicação da matemática à natureza

Neste capítulo discutiremos a noção de validade objetiva tendo em vista as leis científicas. De modo geral, argumentamos que a concepção kantiana de lei da natureza envolve a aplicação da matemática aos dados sensíveis através da *Synthesis Speciosa*, o procedimento analítico que Kant criou para filosofia transcendental inspirado pelo método de análise das ciências exatas. Neste sentido, a análise não é meramente matemática ou geométrica, mas é a análise que também pertence à física: transformar dados sensíveis empíricos em conformidade com a estrutura relacional da intuição espaço-temporal. Ou seja, nosso argumento é que leis da natureza, que expressam propriedades pertencentes a uma substância ou que expressam uma relação causal, pressupõem que os objetos a que se referem às leis sejam estruturados e concebidos apenas de acordo com a estrutura espaço-temporal. É justamente esta transformação dos dados sensíveis em conformidade com a unidade da *Synthesis speciosa* que garante a validade objetiva das leis da natureza, isto é, a sua validade universal concebida como asserção intersubjetiva. O que garante a intersubjetividade das leis produzidas pela ciência é justamente o fato delas serem elaboradas a partir de procedimentos universais de decisão que estão sob a unidade das categorias. Tais procedimentos universais de decisão nada mais são do que fórmulas matemáticas concebidas a partir da estrutura *a priori* do espaço e do tempo, de modo que o valor de verdade das leis científicas não fica condicionado às condições privadas da percepção do pesquisador, mas podem ser obtidas por todos que possuem entendimento, isto é, que sabem determinar dados empíricos sob a unidade do entendimento.

Por outro lado, veremos que nem todo tipo de pesquisa empírica pode produzir leis cientificas na concepção de Kant, o exemplo que veremos neste capítulo é o da química pré-Lavoisier, que Kant entendia apenas como uma arte sistemática. Veremos que tal sistema não é científico para Kant justamente porque não pode transformar os dados coletados empiricamente, e que interessam ao químico, de acordo com a unidade da

Synthesis speciosa. Os dados são coletados e julgados apenas segundo as qualidades ou propriedades dadas pelas sensações, e justamente por isso a química pré-Lavoisier não consegue associar um procedimento efetivo de decisão aos seus juízos, que garanta a intersubjetividade das suas asserções.

Por fim, nós veremos ainda neste capítulo, como Kant concebe um possível ajuste cognitivo exigido pela epistemologia moderna, isto é, Em *Princípios Metafísicos da Natureza*, Kant propõe uma teoria da matéria que pretende explicar como os juízos com evidência matemática, ou em termos cartesianos, as ideias claras e distintas próprias da matemática, podem se ajustar à natureza ou às sensações. Tal problema também é proposto em *Opus Postumum* como o problema da transição dos princípios metafísicos para a Física. A proposta de Kant em 1786 nada mais é de que uma teoria heurística. Kant propõe apenas uma teoria da matéria baseadas em ideias da razão, em que os princípios metafísicos visam apenas satisfazer a crença dos físicos de que o mundo está em conformidade com o sistema matemático e científico newtoniano. Porém, como veremos no Capítulo 5 o *Mundo* é na verdade uma construção humana, uma mera ideia da razão.

4-1 *Synthesis speciosa* e objetividade das leis científicas e juízos de experiência

Nesta seção pretendemos discutir como Kant entende o papel da aplicação da matemática à experiência, e em que medida tal aplicação implica na objetividade das leis científicas. Embora Kant não dê um tratamento adequado distinguindo estas formas judiciativas, entendemos a noção de leis científicas a partir das caracterizações feitas em *Os Princípios Metafísicos da Ciência da Natureza* e nos *Prolegômenos*.

A unidade da intuição formal (*Synthesis speciosa*) é absolutamente necessária para qualquer intuição determinada possível, trata-se do modo como podemos transformar os dados sensíveis como objetos para nós, segundo a unidade das categorias, e enunciá-los em juízos. No método fluxional newtoniano, a transformação fluxional dos dados matemáticos permite estabelecer equações para o cálculo da derivada e da integral de curvas. Por outro lado, em Kant, a transformação dos dados sensíveis pela síntese transcendental da imaginação permite estabelecer juízos. A nossa preocupação é em entender como a determinação da intuição segundo a *synthesis speciosa* permite estabelecer a forma dos objetos (intuições determinadas) das leis naturais. Propomos entender a adaptação kantiana da análise matemática moderna para a filosofia como o procedimento que permite entender a determinação de objetos pelas leis científicas. Ou seja, queremos discutir a tese que Kant enuncia em §26 da *Dedução Transcendental* B: que as leis *a priori* do entendimento prescrevem a forma das leis empíricas: “Leis particulares, porque se referem a fenômenos empiricamente determinados, não podem derivar-se integralmente das categorias, embora no seu conjunto lhes estejam todas sujeitas” (KrV, B 165). Como propomos no capítulo anterior, em §26 Kant apenas assume que os objetos formais constituídos pelo procedimento de instanciação da imaginação transcendental são isomórficos com os objetos empíricos. Portanto, pretendemos entender como as leis naturais particulares podem ser obtidas segundo o procedimento da *Synthesis speciosa*. O que pretendemos discutir é como as categorias garantem, através da *Synthesis speciosa*, a validade objetiva das leis particulares. Como veremos, a validade objetiva das leis particulares se deve ao fato de elas estabelecerem um procedimento de instanciação objetiva que possui validade universal, ou seja, o objeto que pode ser determinado pelas leis particulares da natureza deve ser especificado (caracterizado) a partir de propriedades formais, obtidas pela imaginação transcendental e que valem para todos os sujeitos. Para ser breve, as leis particulares devem se referir a objetos a partir das propriedades matemáticas que se possa atribuir a eles.

No entanto, leis naturais determinam substâncias e as suas relações causais, por isso é preciso distinguir a unidade matemática da intuição formal da unidade dos objetos concebidos a partir da unidade da experiência possível. A unidade do espaço e do tempo é constituída pela aplicação dos princípios matemáticos do entendimento. Nesse caso, a síntese da apreensão (transformação) é guiada pela unidade das categorias de quantidade, os dados sensíveis transformam-se em dados quantificáveis espaço-temporalmente. Como vimos, a noção de transformação pela *Synthesis speciosa* é a instanciação de objetos na intuição de acordo com a unidade formal das categorias. Os princípios matemáticos do entendimento são condição de possibilidade de qualquer intuição determinada, isto é, uma instanciação objetiva de acordo com a aplicação das categorias.

Tais princípios determinam a unidade da intuição segundo procedimentos mecânicos guiados pela unidade das categorias matemáticas. Já a unidade da experiência, a ligação dos objetos sensíveis existentes, é constituída pelas categorias dinâmicas. Nesse sentido, os princípios dinâmicos são condição, não de intuições determinadas (instanciações formais espaço-temporais), mas de objetos empíricos determinados. A unidade da experiência é obtida pela subsunção de objetos em juízos discursivos, e não por procedimentos construtivos. Kant faz esta distinção na *Analítica dos Princípios*:

> Na aplicação dos conceitos puros do entendimento à experiência possível, o uso da sua síntese é *matemático* ou *dinâmico*, pois se dirige, em parte, simplesmente à intuição, em parte, à *existência* de um fenômeno em geral. Ora, as condições *a priori* da intuição são absolutamente necessárias em relação a uma experiência possível, enquanto as da existência dos objetos de uma intuição empírica possível são em si apenas contingentes. Daí que os princípios do uso matemático tenham um alcance incondicionalmente necessário, isto é, apodítico, enquanto os do uso dinâmico implicarão, sem dúvida, também o caráter de necessidade *a priori*, mas só sob a condição do pensamento empírico numa experiência [...] (KrV B 199/A160)

O domínio das intuições formais do espaço e do tempo é constituído pelas categorias responsáveis pela síntese matemática da intuição, ao passo que os princípios dinâmicos estabelecem as conexões entre os objetos empíricos. A tese de Kant, em *Princípios Metafísicos da ciência da Natureza*, é que as leis genuínas da natureza, que estabelecem conexões dinâmicas (discursivas) entre os objetos empíricos, devem constituir estas conexões apenas de acordo com intuições matematicamente determinadas, conforme procedimentos efetivos de construção. As leis da ciência da natureza, para estabelecer as conexões dinâmicas entre objetos, precisam determinar antes os objetos intuitivamente, pela análise matemática segundo a estrutura formal da intuição[42]. Uma lei da natureza deve

[42] Os princípios matemáticos são os responsáveis pela estrutura formal do espaço e do tempo mediante a qual é possível a matemática e a aplicação da matemática à natureza (KrV A 163-164/B 204-205, A 178/B 221). Ou seja, o movimento que produz a unidade do sentido interno e feito de acordo com os *Axiomas da Intuição* (o esquema dela é que produz o próprio tempo (KrV A 145/B 184)), a qual representa o espaço e o tempo como grandezas extensivas contínuas como forma de sucessão e coordenação (KrV 162-163/B 203-204). Exatamente da mesma maneira que a passagem citada do *Opus Postumum*, definiu o espaço e o tempo como princípios intuitivos singulares da sucessão e coordenação da intuição pura (22:43). Já as *Antecipações da Percepção* estabelece a continuidade do espaço e do tempo como grandezas intensivas. A unidade do espaço e

se referir às relações dos objetos a partir das propriedades e relações dadas na estrutura *a priori* da intuição, por exemplo, a lei gravitação universal estabelece a forma da relação causal dos objetos a partir de uma fórmula matemática que é de acordo com a estrutura intuitiva formal do movimento, a cinemática. Assim, as leis naturais devem se referir a objetos segundo a sua forma intuitiva matematicamente determinada.

> No entanto, a idealidade do espaço e do tempo é simultaneamente uma doutrina da sua realidade perfeita em relação aos objetos dos sentidos (externos e interno) enquanto fenômenos, isto é, como intuições, na medida em que a sua forma depende da natureza subjetiva dos sentidos, cujo conhecimento, por se fundar em princípios *a priori* da intuição pura, permite uma ciência segura e demonstrável, por conseguinte, o subjetivo, que concerne à natureza da intuição sensível quanto ao seu elemento material, a saber, a sensação (por exemplo, corpo colorido sob a luz, sonoro quando ressoa, ácido se condimentado, etc.), permanece simplesmente subjetivo e não propõe, na intuição empírica, nenhum conhecimento do objeto, por conseguinte, nenhuma representação válida para todos (FM, 20: 268-269)

Nesta passagem Kant associa objetividade à demonstração formal na intuição pura. A parte final da passagem lembra a maneira como Kant define validade objetiva em 4: 299-300 dos *Prolegômenos*, em que um juízo possui validade objetiva quando pode ser concebido como um juízo válido para todos. Como nós entendemos Kant, validade objetiva dos juízos é assegurada por um procedimento efetivo de demonstração, produzido segundo a estrutura formal da intuição pura. Por outro lado, juízos produzidos a partir do conteúdo empírico das intuições, não possuem um procedimento efetivo de demonstração, pois são baseados na sensação subjetiva que não é *transformada*, ou analisada a partir de conceitos objetivos. Vale dizer, os dados das sensações - como as cores, os sons, e os sabores – não podem ser traduzidos pela *Synthesis speciosa* em modelos formais que estão de acordo com a unidade das categorias. Para usar mais uma vez o exemplo da analise matemática moderna que inspirou a concepção kantiana da aplicação das categorias, os dados das sensações são como quantidades que não podem ser transformados em letras formais do alfabeto, a fim de formar uma equação solúvel, assim como Descartes pensava acerca das

tempo é garantida *a priori* por estes princípios do entendimento, que representam as condições de possibilidade do domínio formal espaço-temporal como um todo contínuo.

curvas mecânicas, como a espiral. Trata-se de uma figura que a análise cartesiana não tinha meios de determinar segundo equações algébricas polinomiais. Como vimos, Descartes propõe que as curvas mecânicas não são curvas matemáticas, pois não podem ser determinadas apenas pelas operações algébricas. Em Kant, juízos baseados a partir das sensações empíricas não podem ser determinados pela unidade objetiva das categorias, pois não é possível transformar estes dados a partir da *Synthesis speciosa* em modelos simbólicos que permitam estabelecer a demonstração efetiva (o valor de verdade do juízo) a partir das categorias. Nesse caso, a objetividade estabelecida pelas categorias a partir da *Synthesis speciosa* equivale à decidibilidade. Juízos objetivos são aqueles em que o seu conteúdo pode ser transformado em modelos formais que permitem estabelecer uma demonstração efetiva. Ou seja, validade universal de um juízo é equivalente à possibilidade de se associar a ele um procedimento efetivo de demonstração. Tal procedimento nada mais é do que a possibilidade de uma instanciação matemática, segundo a estrutura formal do espaço e tempo, que permite estabelecer a forma relacional do juízo – seja de relação entre objetos ou de propriedades de objetos – de acordo com modelos formais. Desse modo, todo juízo em que o seu conteúdo pode ser traduzido em um modelo formal, conforme a unidade das categorias, possui validade objetiva: pode ser demonstrado o seu valor de verdade a partir de procedimento efetivo de decisão.

Do ponto de vista formal, um procedimento efetivo de decisão pode ser entendido de maneira geral como um método que, dada uma teoria formal, permite decidir que cada sentença particular bem formada de acordo com os símbolos e das regras sintáticas empregadas pela teoria, pode ser provado pelos instrumentos estabelecidos pela teoria (Tarski, 1971, p.3). O método combinado de análise e síntese é naturalmente um método concebido com este fim, e também vimos que este era o objetivo geral da análise matemática moderna declarado por Viète. Tanto a *Mathesis Universalis* de Descartes como a *Universal Characteristica* de Leibniz também possuem o proposito ambicioso de serem teorias que pudessem decidir todos os problemas possíveis científicos no caso de Descartes, e mesmo filosóficos no caso de Leibniz. Os métodos dos modernos pretendiam fazer isso através da formalização dos dados empíricos e matemáticos, ao passo que método sintético grego pretendia fazer isso através da instanciação hipotética de modelos de objetos. A introdução da análise, como procedimento de transformação, foi o que promoveu a ciência moderna –matemática moderna e a física- é isto que caracteriza o método das ciências e o novo modo de pensar que Kant destaca no prefácio da segunda edição da primeira crítica (KrV B XII-XVIII). A transformação visa captar, ou traduzir os dados, em conformidade com a unidade das operações primitivas das ciências. No caso da análise algébrica todos quantas (aritméticos, geométricos, e desconhecidos e imaginários) são transformados em símbolos que obedecem à forma das operações algébricas, e é forma destas operações que estabelece um procedimento de decisão universal sobre estes quantas. No caso da física e matemática newtoniana, os dados matemáticos e físicos devem estar em conformidade com a unidade gerada pelo método de fluxão: os objetos físicos, por exemplo, devem ser dados tradutíveis de acordo com a forma espaço-temporal, outros aspectos dos objetos físicos são ignorados pela física newtoniana. Como vimos, no Capítulo 1, Kant compreende que a ciência determina os objetos segundo a forma das suas operações primitivas, vale dizer, a forma determina matéria. O papel da transformação – análise propriamente dita - dos dados em conformidade com a unidade das operações primitivas é que permite compreender o aspecto fundamental desta concepção de ciência kantiana: quando se transforma os dados em conformidade com a forma das operações primitivas, determina-se que o significado destes dados só é obtido pela definição implícita dada pelas operações formais. O significado dos dados é gerado pela forma do sistema científico obtido pela unidade das operações primitivas. Ou como a revolução copernicana de Kant propõe: a objetividade só é obtida pela unidade das categorias.

Como vimos no capítulo 2, o método sintético grego equivale à concepção modelo teorética contemporânea, onde, através da construção de universos do discurso ou domínios de objetos, pretende-se estabelecer a validade de fórmulas de linguagens formais. O tablô semântico é compreendido tanto por Hintikka como por Beth como um procedimento que permite estabelecer fórmulas válidas ao mesmo tempo em que estabelece as condições de demonstração efetiva ou sintáticas da fórmula, através da dedução natural. Ambos os autores concebem o tablô semântico como um método para se determinar o valor de verdade de fórmulas através da instanciação de indivíduos em modelos formais, o que, de acordo com eles, é equivalente ao método sintético geométrico, adotado pelos gregos, por Newton, pela geometria projetiva do século XIX. Como vimos, o básico da concepção modelo-teorética é que os sistemas formais são estabelecidos pela construção de universos do discurso, e não a partir princípios lógicos – como Leibniz ou o logicismo – ou princípios intelectuais como Descartes. Kant, como propomos, inverte a ordem da fundamentação das ciências que era uma herança aristotélica. A forma determina a matéria, nesse sentido o conceito de validade objetiva não pode ser estabelecido por uma matéria que assegura o domínio de real de entidades, não é a noção clássica de um substrato ontológico que assegura a realidade objetiva dos sistemas científicos. Do nosso ponto de vista, para Kant a noção de validade objetiva de um juízo deve ser uma propriedade garantida, não pela relação com uma entidade, mas pela estrutura formal na qual o juízo está inserido. Esta estrutura formal é produzida pelas operações primitivas das ciências, e justamente estas operações primitivas garantem a validade objetiva dos juízos na medida em estabelecem um procedimento de decisão. No caso da análise algébrica, uma fórmula é válida se ela é solúvel a partir das operações primitivas das operações algébricas. No caso da física de Newton uma proposição sobre interação causal entre corpos é válida porque é possível determinar o valor de verdade a partir das operações primitivas da física (a cinemática e as leis dinâmicas)[43]. A revolução copernicana de Kant pode ser entendida a partir da inversão

---

[43] Cohen chama o procedimento matemático de Newton de estilo newtoniano. De acordo com Cohen, o procedimento de Newton pode ser divido em três fases. Cohen resume as duas primeiras fases da seguinte forma: “Na primeira [fase], as consequências de um construto imaginado são determinadas pela aplicação de técnicas matemáticas num domínio matemático. Na segunda fase, a contrapartida física das condições iniciais ou das consequências são comparadas ou contrastadas com observações da natureza ou com experimentos baseados em leis ou regras. Isso geralmente dá origem para alguma alteração das condições do construto inicial, produzindo uma nova fase um, seguida por uma nova fase dois, e assim por diante. Tal construto matemático é geralmente encontrado num simplificado e idealizado sistema natural, do qual ele é a matematização e o análogo. A sucessão das fases um e dois pode eventualmente gerar um sistema que parece incorporar todas as complexidades da natureza” (Cohen, 1985, p.99). De condições inicialmente dadas, Newton parte para o domínio da matemática de onde tira consequências que são comparadas (2° fase) com observações da natureza. Assim, o procedimento de Newton consiste em idealizar condições da experiência para que ele possa aplicar princípios matemáticos. Tal idealização é justamente a transformação – análise propriamente dita – e Kant entende como sendo o objetivo da Synthesis speciosa, idealizar os dados tento em vista a estrutura formal matemática. Por exemplo, com base em um movimento imaginado puramente inercial, o qual não pode ser encontrado na experiência (pois não encontramos no espaço corpos que não sofrem atração de outros corpos), Newton obtém que a lei das áreas de Kepler se aplica ao movimento inercial. E, assim, pode mostrar-se que o movimento elíptico dos planetas se deve a uma força que age constantemente nos corpos, fazendo com que eles saiam do seu movimento inercial. Segundo Cohen, a terceira fase do estilo

entre matéria e forma na fundamentação das ciências: a validade objetiva é assegurada pelos procedimentos de decisão das ciências. Por outro lado, as categorias contêm a unidade transcendental que garantem a universalidade dos procedimentos de decisão das ciências, nesse sentido, as categorias são condição da validade objetiva na medida em que são condição das operações de decisão sobre quantas (procedimentos primitivos do método fluxional e das formas relacionais entre objetos na mecânica newtoniana).

Em Kant, não são as categorias como puros conceitos lógico-formais que estabelecem a objetividade, vale dizer, as categorias como conceitos lógico-formais não estabelecem um procedimento de decisão. Pelo contrário, o papel das categorias e dos princípios do entendimento é mostrar como são possíveis os procedimentos de decisão das ciências exatas do seu tempo. Para isso é necessário que as categorias sejam interpretadas a partir de um universo do discurso gerado pela imaginação, isto é, a *Synthesis speciosa*, ao criar um universo do discurso, explica como é possível decidir ou determinar o valor de verdade dos juízos das ciências na medida em que exibe as condições universais de determinação da classe de todos os objetos possíveis, suas relações e propriedades. Loparic entende que a *Lógica Transcendental*, é consequência do teorema da decidibilidade de Kant, em que todos problemas teóricos da razão, se solúveis, então deve ser possível encontrar a sua solução, pelo menos em princípio (Loparic, 2008, p.198). Os problemas da metafísica tradicional, Kant prova na *Dialética Transcendental* que são em princípio insolúveis. Já *Lógica Transcendental* apresenta como juízos objetivos são possíveis, vale dizer, como as categorias aplicadas à sensibilidade – a *Synthesis speciosa* – explicitam as condições de decidibilidade dos juízos da matemática e da física.

---

newtoniano é encontrar os princípios da filosofia natural que explicam os resultados das duas primeiras fases. A teoria matemática da gravitação universal é resultado dessas duas primeiras fases, onde Newton compara os fenômenos empíricos com construtos matemáticos. Por isso Newton se sentiu autorizado a dizer que deduziu a gravitação universal dos fenômenos. Sendo assim, a fase três é "[...] equivalente a construir uma nova filosofia natural na qual a gravitação universal é um ingrediente essencial" (Cohen, 1985, p.111). Como Newton acreditava na filosofia mecânica, ele não aceitava a gravitação universal como uma propriedade essencial da matéria, mas pensava que a ela podia ser explicada por uma causa mecânica. Newton não encontrou princípios mecânicos que explicassem satisfatoriamente a gravitação. Dessa forma, Newton deixou em aberto os princípios da filosofia natural que explicam como os princípios matemáticos, deduzidos dos fenômenos, se aplicam à natureza.

> A teoria da sensificação das categorias, cuja parte central é o esquematismo transcendental, é acompanhada por uma teoria da verdade dos juízos teóricos a priori em geral, filosóficos e não-filosóficos (os matemáticos e os conceitos puros da ciência da natureza, identificada por Kant com a Física de Newton), teoria baseada igualmente no requisito da sensificação desses juízos. Aqui, o problema central é determinar as condições em que os juízos que empregam predicados determinados são eles próprios possíveis, no sentido de poderem ter a sua validade objetiva – sua verdade ou falsidade – determinada no domínio de dados possíveis. Usando a terminologia atual, trata-se de explicitar as condições de verdade dos juízos sintéticos teóricos a priori em geral nesse domínio (Loparic, 2008, p. 201).

Portanto, em conformidade com a interpretação de Loparic, entendemos que a concepção kantiana de validade objetiva de juízos é estabelecida a partir da noção de decidibilidade, em que juízos objetivamente válidos devem poder ser decididos através de procedimentos formais de instanciação espaço-temporal. A *Synthesis speciosa* visa explicitar as condições de decidibilidade dos juízos. Juízos válidos objetivamente devem poder ser instanciados formalmente de acordo com a síntese transcendental da imaginação, já juízos que se referem ao elemento material da sensibilidade, as sensações, não são decidíveis, pois não está associado a eles um método de decisão universal, ou intersubjetivo. No que segue veremos um breve exemplo de juízo que possui validade objetiva: a lei da gravitação universal. Kant utiliza justamente esta lei nos *Prolegômenos*, para explicar a tese do §26 da Dedução Transcendental e do §36 a §38 dos *Prolegômenos*, a saber, como as leis particulares da natureza estão submetidas às leis *a priori* do entendimento. Posteriormente veremos exemplos de juízos que possuem validade meramente subjetiva: os juízos da química pré-Lavoisier.

4-2 Validade objetiva da lei da gravitação universal.

Juízos válidos objetivamente são aqueles em que a relação entre os fenômenos é estabelecida a partir das propriedades demonstráveis *a priori*. O discurso da ciência da natureza deve se referir ao domínio formal da intuição, que permite estabelecer relações discursivas dos objetos segundo estrutura formal dos dados sensíveis. Nesta estrutura formal é possível conceber procedimentos efetivos para resolução de problemas, ou regras formais para determinar as propriedades e relações dos objetos. Vale dizer, os juízos científicos sobre as substâncias e as suas interações causais devem se referir a objetos determinados segundo a estrutura matemática da intuição. Esta tese de Kant está exposta no prefácio dos *Princípios Metafísicos da Ciência da Natureza* e é bem exemplificada em §38 dos *Prolegômenos*. Na obra de 1786 Kant discute o que caracteriza uma ciência genuína. Em linhas gerais, a principal característica de uma ciência genuína da natureza é conceber o objeto das suas leis segundo construções matemáticas no domínio formal da intuição.

Como Kant explicitamente diz, a necessidade das leis em uma ciência natural é obtida unicamente da sua parte pura, a qual funda a sua certeza apodítica (MAN, 4:468-469). Tal parte pura de uma ciência da natureza é feita pela matemática no domínio da intuição formal:

> [...] uma ciência genuína nomeadamente da natureza, exige uma parte pura que subjaz à parte empírica, e que se baseia no conhecimento *a priori* das coisas da natureza. Ora, conhecer algo *a priori* significa conhecê-lo segundo a sua simples possibilidade [...] Pelo que conhecer a possibilidade de coisas naturais determinadas, por conseguinte, conhecer estas a *priori,* exige ainda que se dê *a priori* a *intuição* correspondente ao conceito, isto é, que o conceito seja construído. Ora, o conhecimento racional mediante a construção dos conceitos é matemático. (MAN 4:470)

A parte pura da ciência da natureza, que permite conhecer *a priori* coisas da natureza, são os procedimentos construtivos matemáticos que permitem dar ou construir a intuição *a priori* dos objetos naturais. Uma lei da natureza, genuinamente científica, deve envolver uma regra matemática que constrói *a priori* na intuição a forma pura dos objetos e das ocorrências naturais. Pode-se entender que uma lei genuína da natureza deve tratar a relação dos objetos sensíveis segundo a unidade formal da intuição. Esta unidade formal garante o caráter de necessidade das leis científicas, pois a unidade procedimental do método de fluxional garante a uniformidade da aplicação da lei[44]. Ou seja, a unidade

[44]Não se trata de se estabelecer a necessidade das leis da natureza no domínio empírico da natureza, isto é, resolver o problema da indução. Esse seria o problema de se estabelecer uma fundamentação metafísica da natureza, o problema da transição. Trata-se de se estabelecer a necessidade da lei no que se refere aos meios de se determinar os objetos. Os procedimentos de cálculo estabelecidos pelas leis permitem estabelecer um

procedimental da *Synthesis speciosa*, em conformidade com a unidade das categorias, garante que a instanciação da lei cientifica em objetos particulares ocorre segundo procedimentos objetivos, vale dizer, procedimentos intersubjetivos realizados a partir de regras universais. Com efeito, uma lei natural deve determinar o objeto de acordo com uma regra matemática, que é garantida pelo domínio da intuição formal. Sendo assim, leis científicas ao estabelecerem conexões dinâmicas entre os dados sensíveis (como a relação entre substância e seus acidentes ou sobre interações causais) devem constituir tais conexões no domínio da intuição formal. Nesse sentido, a lei da gravitação universal é uma lei genuína da natureza porque, mediante a sua formulação matemática, pode-se construir *a priori* no espaço-tempo as relações que os corpos físicos possuem entre si.

Em §38 dos *Prolegômenos,* Kant pretende exemplificar como as leis naturais estão submetidas às leis *a priori* do entendimento, para isso ele mostra como propriedades *a priori* de conceitos geométricos puros (círculos, e as curvas cônicas) determinam certas relações espaciais (lei do inverso ao quadrado das distâncias) a partir das quais pode se gerar uma fórmula matemática referida a objetos físicos (lei da gravitação universal). Assim, ele começa citando a proposição 35 do livro III de Euclides (cf Heath, 71) que se refere a uma propriedade do círculo: “[...] duas linhas que se cortam, cortando ao mesmo tempo o círculo, segundo uma direção qualquer, dividem-se sempre tão regularmente que retângulo construído com os segmentos de uma das linhas é igual ao retângulo da outra”. (Prol,4:320). Tal propriedade do círculo, segundo Kan,t assenta sobre o entendimento, e na maneira como ele pode gerar círculos através da *Synthesis speciosa*: “Depressa se descobre, quando se investigam as provas desta lei, que ela só pode ser deduzida da condição que o entendimento põe na base da construção desta figura, a saber, a igualdade dos diâmetros” (Prol, 4:320-321). A unidade procedimental do entendimento na instanciação de círculo garante a proposição de Euclides descrita acima, ou seja, a definição de círculo juntamente

procedimento efetivo para se determinar objetos. O que possui universalidade e necessidade é o procedimento de cálculo (algoritmo para se determinar posições espaço-temporais). Por exemplo, as explicações na química pré-Lavoisier não possuem tal caráter de necessidade pois não possuem um procedimento efetivo para determinação dos objetos, uma vez que os procedimentos químicos dependem das particularidades dos órgãos dos sentidos, como veremos.

com o procedimento de instanciá-lo (terceiro postulado) garantem a exatidão e a validade universal da proposição. Na sequência do texto, Kant mostra que esta propriedade do círculo pode ser alargada se se considerar o círculo como uma curva cônica, de modo que "submetida às mesmas condições fundamentais que as outras secções cônicas, vemos que todas as cordas que se cortam no interior das últimas, da elipse, da parábola e da hipérbole, o fazem sempre de modo que os retângulos formados pelos seus segmentos, ainda não sendo iguais, estão entre si em relações iguais" (Prol, 4:321). Aqui Kant está nitidamente fazendo referência à noção de derivação de curvas cônicas a partir do princípio da continuidade de Kepler. As mesmas propriedades do círculo são atribuíveis às curvas cônicas, pois elas estão submetidas às mesmas condições fundamentais do círculo. Até aqui permanecemos na geometria pura, trata-se de propriedades geométricas encontradas pelo procedimento de instanciação da imaginação pura. O entendimento estabelece a forma *a priori* de teoremas geométricos, porém o objetivo de §36-38 e também do §26 da *Dedução Transcendental* é mostrar como as leis particulares da experiência estão submetidas às categorias. Assim, na sequência da passagem Kant vai direto ao ponto:

> [...] se formos mais longe, a saber, até as doutrinas fundamentais da astronomia física, então, apresenta-se uma lei física que se estende a toda a natureza material, a da atração recíproca, cuja regra é que na razão inversa do quadrado das distâncias, a partir de cada ponto de atração, ela decresce, da mesma maneira que aumentam as superfícies esféricas em que esta força se estende, o que parece depender necessariamente da própria natureza das coisas costuma, pois, ser dado como cognoscível *a priori*. Ora, por mais simples que sejam as origens desta lei, porque se fundam unicamente na relação das superfícies esféricas de diferentes diâmetros a consequência a partir daí é, porém, de tal modo excelente relativamente à variedade da sua harmonia e à regularidade das mesmas que não só as órbitas possíveis dos corpos celestes se estabelecem em secções cônicas, que surge ainda entre elas uma relação tal que mais nenhuma outra lei da atração, além da relação inversa do quadrado das distâncias, pode ser concebida como aplicável a um sistema do mundo (Prol, 4:321-322).

O que a passagem parece sugerir é que o fato do entendimento ser condição da validade universal de proposições geométricas, segue-se que, na medida em que estas propriedades espaciais geradas pela *Synthesis speciosa* são a garantia da validade objetiva da lei da gravitação universal. De fato, Kant propõe que as origens da lei da gravitação universal se fundam nas propriedades geométricas estabelecidas pelo entendimento[45]. E no início do parágrafo seguinte a passagem acima Kant afirma o seguinte: “Eis, pois, uma natureza, fundada em leis, que o entendimento conhece *a priori* e, sobretudo, a partir de princípios universais da determinação do espaço” (Prol, 4:322). Ou seja, Kant afirma que os meros princípios universais da determinação do espaço são, sobretudo, a maneira como o

---

[45] Na verdade, o que está em jogo aqui é a transição de leis geométricas que se referem às figuras cônicas para a relação entre corpos físicos. Newton elabora a fórmula matemática da razão inversa ao quadrado simplesmente a partir das leis de Kepler, que no limite se referem ao comportamento dos corpos celestes (o movimento dos planetas em torno do sol), porém trata-se de leis um comportamento idealizado segundo as propriedades das cônicas. De modo geral, podemos dizer que os dados iniciais, a partir dos quais Newton elabora a lei da gravitação universal, são as três leis de Kepler. As leis de Kepler são descritivas. A primeira lei diz que as orbitas dos planetas em torno do sol são em forma de elipse, com o sol localizado em um dos focos. A segunda lei diz que em qualquer intervalo igual de tempo, uma linha traçada do planeta ao sol varrerá áreas iguais. Assim, de acordo com essa lei, o planeta tem uma velocidade maior quando está no periélio (isto é, quando o planeta está mais próximo do sol), e uma velocidade menor quando está afélio (quando o planeta está mais longe do sol). A partir dessa lei é possível determinar que, a variação de velocidade dos planetas em suas orbitas, pode ser estabelecida de acordo com uma condição geométrica (as áreas percorridas). A terceira lei é a lei harmônica, esta lei estabelece uma relação entre os tempos que os planetas percorrem as suas orbitas e as suas distâncias do sol. Do ponto de vista matemático essa lei diz: T^2 é proporcional a D^3, onde T é o tempo e D a distância. Newton, a partir das leis dinâmicas[45], consegue estabelecer uma causa dinâmica para os movimentos descritos nas leis de Kepler. Newton mostra que o movimento inercial de um corpo, sem a influência de qualquer força externa, percorrerá, com respeito a qualquer ponto no espaço (que não esteja na linha do corpo), áreas iguais em iguais tempos. Isso mostra que a lei das áreas de Kepler está intimamente relacionada com a lei da inércia (Cohen, 1985, p.251). Newton soma, a esse movimento inercial, impulsos momentâneos, em intervalos de tempos iguais, dirigidos ao mesmo ponto. Isso mostra que movimento do corpo, que recebe estes impulsos, também satisfaz a lei das áreas. Se uma força é constantemente aplicada a um corpo, o qual sem essa força percorreria uma trajetória retilínea, ele descreverá uma trajetória curvilínea que satisfaz a lei das áreas, onde o centro da força é ponto focal. Dessa forma, Newton prova “[...] que a lei das áreas implica num movimento inercial em um centro de campo de força. Assim, essa modificação na lei das áreas provê, nas mão de Newton, uma necessária e suficiente condição para uma força centrípeta” (Cohen, 1985, p.251). A partir da terceira lei de Kepler, a lei harmônica, Newton consegue estabelecer, mediante uma série de insights matemáticos, uma lei da força centrípeta. De acordo com essa lei, a força centrípeta é inversamente proporcional ao quadrado das distâncias. É a ação dessa força que faz o corpo sair do movimento retilíneo e traçar um movimento de acordo com as seções cônicas, no caso das orbitas planetárias, o trajeto é uma elipse. Para chegar a esse resultado, Newton utiliza as duas primeiras leis dinâmicas para, com base nas leis descritivas de Kepler, obter leis causais sobre o movimento dos corpos celestes. Assim, com base na lei da inércia, Newton mostra que deve haver uma força que constantemente desvia os planetas do movimento inercial (em linha reta). Com base na segunda lei dinâmica, Newton mostra que essa força é centrípeta, isto é, a direção da força que desvia os planetas do movimento inercial aponta para o foco de uma elipse. Para tanto, Newton mostra que a lei das áreas se aplica ao movimento inercial, e que, uma força inversamente proporcional ao quadrado das distâncias entre os planetas e o sol (lei que é obtida da lei harmônica), gera as orbitas elípticas dos planetas (primeira lei de Kepler). Como Cohen aponta “Newton transformou as regras observacionais ou leis cinemáticas de Kepler em princípios causais sobre forças do movimento dos planetas” (1985, p.260). Essa não é ainda a formulação completa da gravitação universal, mas é apenas um sistema baseado na força centrípeta do sol. A universalidade da gravitação é obtida quando Newton aplica a terceira lei mecânica: “Uma ação sempre se opõe uma reação igual, ou seja, as ações de dois corpos um sobre o outro sempre são iguais e se dirigem a partes contrárias” (Principia, 1995, p.31).

entendimento fundamenta *a priori* as leis naturais. Assim, Kant, nesta passagem, parece ignorar o fato de a lei da gravitação universal estabelecer uma relação causal sobre objetos físicos existentes, ou seja, o que está em questão nesta lei, não são apenas as relações e propriedades geométricas obtidas dos princípios universais do espaço, mas a relação causal de objetos empiricamente dados. Esta é justamente a preocupação de Friedman com o §38:

> Como pode Kant, no contexto de todas as ideias que nós temos considerados, cogitar uma derivação puramente *a priori* da lei da gravitação? Segundo, o que tal derivação, dado o seu caráter puramente geométrico, tem a ver com os princípios do entendimento? Pois os princípios do entendimento, em particular as analogias da experiência e as leis do movimento que é exemplificada nos fenômenos não representam nenhum papel na derivação puramente geométrica que ele visiona (1992, p.180)

Kant parece fazer uma derivação matemática da lei da gravitação universal, sem levar em conta o papel das analogias. Curiosamente, Friedman defende que em §38, Kant - quando se refere aos teoremas sobre o círculo e atribuição deste teorema às curvas cônicas mediante a transformação contínua das figuras - não faz referência a geometria pura, mas desde o início está se referindo às propriedades empíricas das figuras circulares. Como vimos, a figura empírica do círculo é que possui realidade objetiva na concepção de Friedman, e partir deste objeto empírico Kant deriva propriedades sobre as cônicas e, consequentemente, deriva propriedades dos trajetos dos corpos celestes que são conforme curvas cônicas[46].

Do nosso ponto de vista, Kant está dizendo exatamente o que à primeira vista está na passagem: o fundamento *a priori* das leis particulares da natureza pelo entendimento está fundamentado nos procedimentos puros de instanciação da *Synthesis speciosa*, que nesta passagem se referem às propriedades universais do espaço puro gerado pelo entendimento, a partir do que se estabelecem propriedades geométricas das curvas

[46] Nas palavras de Friedman: “Imagens de conceitos geométricos são, portanto, objetos individuais reais no mundo dos fenômenos […] também existe um intervalo de tempo exato e de acordo com um objeto apropriado de explicação causal. Em outras palavras, as categorias dinâmicas e princípios aplicam-se a tais figuras empíricas, e estas, diferente do seu esquema geométrico correspondente, estão sob o conceito de natureza. Segue-se que atribuir uma natureza a uma “coisa geométrica”, tal como um círculo, é focar sobre imagens empíricas correspondentes à conceitos geométricos antes do que sobre o universal esquema associado” (1992, p.190).

cônicas. Kant quer mostrar que na relação entre o entendimento e as leis particulares da experiência, o entendimento, através da *Synthesis speciosa*, estabelece um procedimento efetivo de decisão para determinar as relações dinâmicas de objetos. A validade objetiva assegurada pelas categorias às leis particulares nada mais é do que um procedimento de decisão aplicável através de uma fórmula matemática. Esta fórmula permite que uma lei empírica como a da gravitação universal possa ser decidida como verdadeira ou falsa. A relação causal entre objetos físicos pode ser universalmente determinada pelo entendimento através da fórmula matemática. Nestas condições se estabelece um método de decisão que garante a validade universal lei causal. Vale citar a concepção de Kant de validade objetiva: "Se ele deve ser chamado juízo de experiência, exijo que esta conexão se submeta a uma condição que a torne universalmente válida. Quero, pois, que em todo o tempo eu próprio e também cada um una necessariamente a mesma percepção em idênticas circunstâncias" (Prol, A 81). Como é possível que todos possam unir percepções em idênticas circunstâncias? Somente quando os dados empíricos são interpretados (transformados) como modelos formais, instanciáveis segundo a estrutura da intuição pura. Assim, se a lei causal se refere a uma relação entre dois objetos físicos como a lua e a terra, ela terá validade objetiva se a relação entre estes objetos físicos pode ser sempre idêntica em todo tempo para os seres que possuem entendimento, ou seja, se esta relação pode ser posta na forma de uma relação geométrica, que é independente das circunstâncias subjetivas de como apreendemos os dados sensíveis. Desse modo, o valor de verdade do juízo causal sobre a relação entre o movimento da lua e a terra é obtido por um procedimento de decisão universalmente aplicável independente das circunstâncias subjetivas em que percebemos estes objetos.

A forma das relações dos objetos estabelecida pelas leis da natureza deve ser obtida por procedimentos matemáticos. Para se dizer que determinado evento ocorre na natureza devido à força de atração newtoniana, deve-se submetê-lo a regra matemática da relação inversa do quadrado das distâncias, trata-se da determinação da derivada, onde a força gravitacional corresponde ao momento da fluxão. Nesse caso o evento é determinado segundo relações matemáticas. A regra da razão inversa ao quadrado das distâncias estabelece relações determinadas espaços-temporais. A unidade da intuição formal garante a unidade procedimental no cálculo das figuras e trajetos geométricos que representam a posição dos corpos físicos. A regra da relação inversa ao quadrado das distâncias é um procedimento para o cálculo do trajeto dos corpos físicos, onde os objetos são determinados apenas segundo os aspectos quantitativos da unidade do procedimento fluxional. “Os princípios universais de determinação do espaço [...]” (prol, 4:322), garantem a validade objetiva das leis particulares, vale dizer, estabelecem um procedimento de decisão universalmente aplicável aos objetos da experiência.

O objetivo tanto do §36-38 como do §26 da *Dedução Transcendental* é mostrar como a objetividade está vinculada a determinação *a priori* de modelos formais, providos pela *Synthesis speciosa*. Que a objetividade depende de um procedimento efetivo de resolução de problema, um método universal e intersubjetivo, o que é provido pela análise matemática. Em §26 Kant quer mostrar que a síntese empírica da apreensão, a fim de determinar fenômenos naturais deve estar submetida síntese transcendental da imaginação que é a instanciação de modelos formais:

> Como, pois, toda a percepção possível depende da síntese da apreensão e esta mesma, a síntese empírica, depende da síntese transcendental e, consequentemente, das categorias, todas as percepções possíveis e, portanto, também tudo o que porventura possa atingir a consciência empírica, isto é, todos os fenômenos da natureza, quanto à sua ligação, estão sob a alçada das categorias, as quais dependem da natureza (considerada simplesmente como natureza em geral) porque constituem o fundamento originário da sua necessária conformidade à lei (como *natura formaliter spectata*) (KrV, B 164-165).

Evidentemente, esta passagem contém fortes afirmações que sugerem que o objetivo do §26 é mostrar que todas as percepções possíveis devem estar sob as categorias, o que é contrário ao que temos defendido aqui. Kant diz que toda síntese empírica, ou percepção, depende da síntese transcendental da imaginação, e consequentemente das categorias. No entanto, nos parece que Kant está dizendo que todas as percepções que podem vir a ser fenômenos da natureza, devem quanto à sua ligação, estar submetida à imaginação transcendental. Um fenômeno natural, do ponto de vista de Kant, sempre é um objeto ou evento que ocorre segundo leis universais. Acreditamos que podemos compreender esta passagem em conformidade com a nossa interpretação do §38 dos

Prolegômenos. O papel da síntese transcendental da imaginação é garantir um procedimento universal de decisão para as leis particulares, para tanto os dados sensíveis devem ser transformados em dados formais espaço-temporais, de modo que se possa aplicar fórmulas matemáticas a tais dados. Esta é a relação entre as leis *a priori* do entendimento e as leis particulares, as últimas não se derivam das primeiras (KrV, B 165), mas as leis *a priori* do entendimento garantem a validade objetiva das leis particulares, isto é, a *Synthesis speciosa* permite prover um procedimento de decisão universalmente aplicável independente das circunstâncias subjetivas, o modo como apreendemos os dados sensíveis. Se considerarmos que os fenômenos são intuições determinadas por leis, a seguinte passagem do *Prolegômenos* confirma a nossa interpretação de que a *Synthesis speciosa*, na medida em que garante as propriedades universais do espaço puro, é a condição para que os fenômenos sejam determinados por leis validas universalmente:

> O que determina o espaço em forma de círculo, em figura cônica e esférica, é o entendimento, na medida em que contém o fundamento da unidade da construção destas figuras [*Synthesis speciosa*]. Por conseguinte, a simples forma universal da intuição, que se chama espaço é, sem dúvida, o substrato de todas as intuições determináveis quanto a objetos particulares, e nele reside verdadeiramente a condição de possibilidade da variedade destas intuições; mas, a unidade dos objetos é determinada unicamente pelo entendimento e, certamente, segundo condições que residem na sua própria natureza; assim, pois o entendimento é a origem da ordem universal da natureza, ao compreender todos os fenômenos sob as suas próprias leis [...] (Prol, 4:322)

O entendimento garante a validade objetiva das leis particulares ao estabelecer procedimentos efetivos de decisão que permitam estabelecer o valor de verdade das leis, de modo que possa ser aceito intersubjetivamente. Para tanto é necessário que a síntese da apreensão dos objetos seja conforme a síntese transcendental da imaginação, ou seja, que os dados sensíveis sejam traduzidos em termos de dados espaço-temporais, a fim de que os dados sensíveis estejam de acordo com a universalidade das operações geométricas feitas pelo entendimento.

Certamente a estrutura formal imposta pelo entendimento não garante que, de fato, os objetos físicos devem corresponder às leis *a priori* do entendimento. Assim, o problema levantado por Friedman sobre §38 pode parecer legitimo, a simples forma matemática da lei universal da gravitação não garante que os objetos reais são conformes a esta lei. Mas a questão é que o entendimento garante apenas um procedimento universal ou efetivo de decisão, para se estabelecer o valor de verdade de juízos que se referem às propriedades ou relações de substâncias. Por outro lado, que a lei da gravitação universal é realmente verdadeira e se aplica a todos os objetos naturais, isso é outra questão. Trata-se de um problema de fundamentação metafísica da lei. Em conformidade com que defendemos no capítulo anterior, acreditamos que o projeto da *Dedução Transcendental* e da *Analítica Transcendental*, de um modo geral, é mostrar como as categorias são condição *a priori* da experiência possível; como a validade objetiva das leis naturais depende de um procedimento universal de decisão que supõe à *Synthesis speciosa*. O projeto metafísico de justificar a realidade da física e da matemática – que os juízos destas ciências se referem a algo real – não é estabelecido pela *Crítica da Razão Pura*. Porém, o projeto metafísico de justificar o conhecimento existe nas obras críticas de Kant e está em *Princípios metafísicos da Ciência da Natureza* e em *Opus Postumum*. Na obra de 1786 e no manuscrito, podemos encontrar uma preocupação similar à de Descartes e Leibniz para justificar os métodos de decisão universal da análise matemática moderna e da física correspondem à natureza de uma substância. A metafísica cartesiana pretende justificar a *Mathesis Universalis* através de uma teoria das substâncias – Pensamento, extensão e Deus, já Leibniz pretende justificar *Characteria Universalis* através da monadologia. Em Kant existe uma teoria sobre as forças fundamentais da matéria que pretende justificar o isomorfismo entre as leis científicas e os objetos empíricos. Porém, diferentemente de seus antecessores racionalistas Kant não pretende estabelecer uma justificação das ciências nos moldes da teoria da ciência aristotélica. Como nós veremos, embora Kant pretenda estabelecer a essência da matéria, a fim de mostrar como estrutura fluxional da intuição pura é conforme a matéria, trata-se de princípios heurísticos, meras ideias da razão.

Antes de abordarmos a metafísica heurística de Kant, vamos discutir outro aspecto acerca da relação entre a síntese transcendental da imaginação e os dados sensíveis. Em conformidade com a passagem dos *Progressos da Metafísica* citada acima, veremos que juízos estabelecidos a partir do conteúdo da mera sensação não são válidos objetivamente, justamente porque não podem ser formalizados pela *Synthesis speciosa*. Isto é, vamos discutir exemplos de percepções que não estão sob síntese transcendental da imaginação. Este exemplo está no prefácio do MAN, trata-se da química pré-Lavoisier.

4-3 A química pré – Lavoisier e intuições determinadas no prefácio do *MAN*

Em *Os Primeiros Princípios Metafísicos da Ciência da Natureza*, Kant não caracteriza a química como uma ciência genuína. Isso significa que para Kant a química não satisfaz plenamente as condições de objetividade científica: as explicações em químicas não são obtidas através da transformação dos dados sensíveis em intuições matematicamente determinadas no domínio da intuição formal, mas se referem aos dados apenas empiricamente. Os juízos da química não se referem aos dados sensíveis segundo a unidade formal da intuição. As explicações químicas não tratam seus objetos conforme a estrutura espaço-temporal, mas tais explicações se referem às qualidades sensíveis dos objetos como cheiro, cor e sabor. Em tal domínio empírico as categorias não são capazes de estabelecer juízos necessários. No prefácio do *MAN*, Kant explica isso:

> Visto que a palavra natureza comporta já o conceito de leis e este implica, por sua vez, o conceito de necessidade de todas as determinações de uma coisa, inerentes à sua existência, facilmente se vê porque é que a ciência da natureza deve derivar a legitimidade desta designação unicamente desde sua parte pura, a saber, a que contém os princípios *a priori* de todas as restantes explicações da natureza e só em virtude desta parte pura é ciência genuína; e porque é que, igualmente, toda a teoria da natureza deve, segundo as exigências da razão, desembocar finalmente na ciência natural e ai terminar; essa necessidade das leis é inseparável do conceito de natureza e pretende por isso ser absolutamente reconhecida; eis porque a mais completa explicação de certos fenômenos segundo princípios químicos deixa sempre ficar uma insatisfação: não é possível acerca delas, enquanto leis contingentes, fornecer razões *a priori*, pois só a experiência as ensina (MAN, 4: 468-469).

Certamente o que Kant chama de química são as concepções baseadas na teoria do flogisto de Stahl. Isso é confirmado pela passagem explicita de Kant citando Stahl no prefácio da segunda edição da *Crítica da Razão Pura* (B XIII) de 1787. A teoria do flogisto de Stahl busca explicar os fenômenos químicos a partir da classificação dos elementos, onde há os corpos que podem ser divididos em simples e compostos. As substâncias básicas, a partir das quais os compostos são feitos, contêm os princípios que servem para explicar os fenômenos químicos. Tais princípios explicativos são dados *a priori*, isto é, as substâncias básicas não são dadas fisicamente e são as primeiras causas materiais dos corpos compostos (Maar, 2008, p.500). Tais princípios são qualitativos: “O flogístico pode ser encarado como uma propriedade que existe em todas as substâncias combustíveis: todas as substâncias combustíveis têm em comum a propriedade da combustibilidade, assim como todas as substâncias brancas têm em comum a propriedade da brancura” (Maar, 2008, p.501). Para Kant, esta concepção química não é baseada em princípios *a priori* com certeza apodítica. De acordo com Kant, “[...] a química se devia chamar antes de arte sistemática, e não uma ciência” (MAN, 4:468). Os juízos explicativos da química de Stahl não satisfazem os critérios necessários para serem caracterizados como leis naturais. Conforme a passagem acima, uma lei implica na determinação necessária dos objetos, ao passo que a química de Stahl possui apenas leis contingentes.

A química não possui esta forma de determinação objetiva mediante construções matemáticas:

> [...] enquanto para as ações químicas das matérias entre si se não encontrar algum conceito que construir se possa, isto é, enquanto não se fornecer uma lei da aproximação ou do afastamento das partes segundo a qual, por exemplo, em proporção das suas densidades e coisas semelhantes, e os seus movimentos, juntamente com as suas consequências, se possam tornar intuitivas e representar leis *a priori* no espaço (exigência que dificilmente alguma vez se realizará), a química só poderá tornar-se uma arte sistemática, ou uma teoria experimental, mas jamais uma ciência genuína, porque os seus princípios são puramente empíricos e não permitem nenhuma exibição *a priori* na intuição; por consequência, não tornam minimamente inteligíveis os princípios dos fenômenos químicos segundo a sua possibilidade, porque são incapazes de aplicação matemática. (MAN 4:470-471)

A diferença entre a química de Stahl e uma teoria genuína da natureza, como a de Newton, está na forma como as leis e os princípios da teoria subsumem os dados. Na física a determinação dos objetos ocorre pela construção matemática das relações espaço-temporais. As leis da física dizem *a priori* quais são todos os *possíveis* eventos que podem acontecer na natureza. Nas palavras de Kant, leis genuínas da natureza permitem “[...] conhecer a possibilidade de coisas naturais determinadas, por conseguinte, conhecer estas a *priori*" (MAN 4:470). A forma intuitiva de todos os acontecimentos e relações entre os objetos físicos é dada *a priori* na física newtoniana. Isso significa que as leis da natureza concebem os objetos em conformidade com o procedimento de transformação da *synthesis speciosa*: os dados sensíveis são transformados em unidades espaços-temporais. Na química de Stahl, os princípios são *a posteriori*, os juízos explicativos químicos são abstraídos da experiência ("[...] só a experiência ensina" (MAN, 4:468). Desse modo, a química não é científica porque não pode enunciar leis que determinam *a priori* as possíveis relações dos fenômenos químicos. O que caracteriza uma ciência genuína é o modo pelo qual ela se aplica aos dados sensíveis. Kant assume que a química pré-Lavoisier obtinha os seus princípios mediante o antigo procedimento de abstração, isto é, mediante generalizações empíricas onde se comparam as qualidades sensíveis dos dados empíricos e, a partir das semelhanças encontradas, obtém-se regras gerais. Isso é explicito no *Apêndice à Dialética Transcendental*. Kant nega que esse procedimento possa assegurar a objetividade dos fenômenos químicos, trata-se de um mero recurso heurístico para sistematizar os conhecimentos empíricos, e é neste sentido a química pode ser considerada apenas uma arte sistemática.

Se considerarmos a história da química pré-Lavoisier no século XVIII podemos entender melhor esta concepção de Kant sobre a química como arte sistemática (classificatória) a partir de princípios puramente empíricos. A principal característica da química pré-Lavoisier é que a classificação das substâncias químicas é baseada sobre as evidências dos sentidos. Seguindo a tese de Lissa Roberts, pode-se descrever o método da química desta época como uma tecnologia sensorial. A ideia básica contida neste método é que a química, enquanto ciência que estuda as particularidades da matéria, ao invés de buscar leis gerais, como a física, deve analisar as peculiaridades dos dados sensíveis (Roberts, 1995, p.508-509). A fim de exemplificar esta concepção da química pré-Lavoisier, Lissa Roberts apresenta os métodos e procedimentos da tradição prática dos químicos que precederam Lavoisier, e os quais ele confrontou. Esta " [...] tradição prática dos químicos baseava-se sobre o uso disciplinado dos seus corpos num movimento simultâneo para revelar conhecimento natural e manipular produtivamente substâncias químicas a fim de obter benefícios utilitários." (Roberts, 1995, p.508). A ideia básica desta prática é que a análise dos elementos químicos é feita a partir dos órgãos dos sentidos, desse modo o químico deve treinar e disciplinar o seu corpo para estabelecer as características particulares dos dados sensoriais, com isso obtinham relatos sensoriais que caracterizavam as substâncias e, por outro lado, adquiriam conhecimento sobre o efeito destas substâncias sobre os seus corpos, o que resultava num conhecimento farmacológico útil. O estudo das substâncias é baseado sobre cores, odores e sabores: "Uma vez treinados os olhos, o nariz, o ouvido, as mãos e a língua, o químico poderia guiar-se através do mundo da natureza ricamente heterogêneo, retratando as substâncias pelas suas características e efeitos observados sensivelmente" (Roberts, 1995, p.510).

Esta prática química foi disseminada justamente para promover a autonomia da química em relação à física. De acordo com Jan Golinski (2008), a ontologia subjacente à química de Stahl envolve a concepção de que os elementos e as composições químicas devem ser analisadas de acordo com suas relações e processos intrínsecos, e não de acordo com as concepções atômicas e mecanicistas (Boyle e Newton) que reduziam os procedimentos químicos à física. Então, as técnicas de desenvolvimento dos órgãos dos sentidos são estritamente vinculadas com a concepção da química como domínio das especificidades da matéria, não captáveis por métodos quantitativos. "[…]As lições influentes reiteradas pela insistência de Stahl sobre o reino das entidades e processos especificamente químicos: o domínio de uma disciplina autônoma da química" (Golinski, 2008, p.387). No *Apêndice à Dialética Transcendental*, Kant faz referências à química pré-Lavoisier, principalmente para exemplificar princípios e conceitos que são heurísticos, mas não possuem validade objetiva. Por exemplo, Kant diz:

> Confessa-se que dificilmente se encontra *terra pura*, *água pura*, *ar puro*, etc. Contudo são necessários conceitos dessas coisas (os quais, portanto, no que se refere à pureza perfeita, têm a sua origem apenas na razão) para determinar devidamente a parte que cada uma destas causas naturais tem no fenômeno; assim se reduzem todas as matérias às terras (de certa maneira ao simples peso), aos sais e substâncias combustíveis (como à força) e, por último, à água e ao ar como a veículos (como a máquinas, mediante as quais atuam os elementos precedentes)

> para explicar pela ideia de um mecanismo as reações químicas das matérias entre si (KrV, A 646/B 674)[47].

Os princípios utilizados pela química de Stahl são feitos a partir de princípios regulativos da razão. Kant defende que existe um princípio da unidade sistemática da razão que guia o entendimento na formação de conceitos. Deve-se sempre procurar na natureza gêneros sempre mais abstratos, da mesma maneira que deve-se especificar o máximo possível os conceitos. Ou seja, os princípios lógicos de formação de conceitos de gênero e espécies são concebidos por Kant como máximas necessárias da razão que nos guiam na busca da homogeneidade e diversidade da natureza. Tais máximas são a base da busca dos químicos para estabelecer as classificações das substâncias químicas:

> Já era muito os químicos terem podido reduzir todos os sais a duas espécies principais, os ácidos e os alcalinos; mas ainda tentaram considerar esta distinção como uma variedade ou manifestação diversa de uma mesma substância fundamental. Tentaram, pouco a pouco, reduzir a três e por fim a duas as diversas espécies de terras (a matéria das pedras e mesmo dos metais); mas, descontentes ainda com isto, não se puderam furtar ao pensamento de suspeitar por detrás destas variedades um gênero único e até mesmo um princípio comum às terras e aos sais (KrV, A 653/B 681)

A química pré-Lavoisier deve ser considerada como arte sistemática justamente porque baseia-se apenas em máximas heurísticas da razão. As substâncias e as relações causais encontradas neste procedimento não "[...] tornam minimamente inteligíveis os princípios dos fenômenos químicos segundo a sua possibilidade [...]" (MAN, 4: 471). Como vimos, conhecer segundo a possibilidade é conhecer *a priori*, isso significa que os conceitos de substância e causa, conforme utilizados na química pré-Lavoisier, não determinam *a priori* os objetos conforme a unidade formal da intuição. Com efeito, as substâncias e os seus efeitos são obtidos pela análise dos dados sensoriais. O procedimento desta química é a análise de *qualidades sensíveis*, e o único pressuposto *a priori* que auxilia na formação de conceitos e princípios são as máximas regulativas da razão, as quais não

---

[47]Conforme Friedman explica, nesta passagem "O uso de substâncias combustíveis se refere aqui ao flogisto de Stahl ou princípio inflamável, e a ideia de água e ar como veículos é uma doutrina Stahliana" (Friedman, 1999, p. 266).

estabelecem condições de objetividade. A análise química pré-Lavoisier *transforma* as qualidades sensíveis em conceitos de substâncias segundo os princípios de abstração, de gênero e espécie. A organização classificatória da natureza serve apenas para podermos pensar *como se* os conceitos de substâncias químicas obedecessem à ordem da natureza, no entanto este pensamento não estabelece as condições de determinação objetiva. Afinal, as explicações em química são obtidas da análise dos meros dados sensoriais, e por mais que se treinem os órgãos dos sentidos, eles são incapazes de ditar um procedimento universal de transformação analítica (que todos possam praticar). Como vimos tal procedimento universal de transformação analítica é o método fluxional ou a *synthesis speciosa*. O método de análise da química pré-Lavoisier, baseado no desenvolvimento técnico dos sentidos, não é um procedimento baseado em regras universais de determinação objetiva, isto é, não transforma os dados sensíveis em intuições determinadas conforme a unidade matemática da intuição.

Na química pré-Lavoisier juízos causais ou sobre a relação das substâncias e seus acidentes não podem ser decididos objetivamente, a não ser segundo procedimentos imprecisos baseados nos órgãos dos sentidos. Assim, podemos dizer que a química pré-Lavoisier não corresponde à noção de objetividade que Kant atribui aos juízos de experiência, vale citar novamente a passagem dos *Prolegômenos* a fim de contrastar a noção de validade objetiva kantiana com os métodos dos químicos pré-Lavoisier: “Se ele deve ser chamado juízo de experiência, exijo que esta conexão se submeta a uma condição que a torne universalmente válida. Quero, pois, que em todo o tempo eu próprio e também cada um una necessariamente a mesma percepção em idênticas circunstâncias” (Prol, A 81). As explicações em química não explicitam um procedimento universal em que se possa obter sempre os mesmos resultados em idênticas circunstâncias. No caso da física, as leis da natureza apresentam um procedimento matemático que, enquanto algoritmo, permite que todos que apliquem corretamente as regras obtenham os mesmos resultados no domínio espaço-temporal. A unidade procedimental do método fluxional garante a uniformidade dos resultados. Por exemplo, determinar a ação da força gravitacional do corpo A sobre o corpo B depende do cálculo de uma equação diferencial; a forma da relação causal entre A e B é estabelecida numa estrutura formal, válida universalmente. Na química pré-Lavoisier, determinar um evento de interação causal dependeria de técnicas que envolvem os órgãos dos sentidos, nesse sentido o procedimento não pode ser universalmente aplicado, pois não explicita regras universais que podem sempre gerar os mesmos resultados. As relações causais objetivas entre as substâncias são constituídas apenas de acordo com dados formalmente descritos no domínio da auto-afecção: “[...] só conhecemos *a priori* das coisas o que nós mesmo nelas pomos” (KrV B XVIII). As explicações da química constroem as suas explicações sobre a relação dos objetos no domínio dos dados dos órgãos dos sentidos, onde não é possível estabelecer um procedimento efetivo para a determinação dos objetos, a não ser conforme regras meramente heurísticas de gênero e espécie.

A necessidade contida nas leis genuínas da natureza se refere ao fato de que elas determinam os objetos de acordo com procedimentos efetivos, os quais são regras matemáticas válidas universalmente no domínio da intuição formal. Leis genuínas da natureza constituem a conexão dinâmica dos objetos existentes em conformidade com *a synthesis speciosa* na determinação da unidade formal da intuição, esta estabelece a forma intuitiva dos objetos. Do mesmo modo que a análise matemática estabelece a forma simbólica dos dados matemáticos através da transformação analítica, a *synthesis speciosa* estabelece a forma fluxional dos dados sensíveis. Na análise matemática, transformar dados matemáticos em símbolos permite estabelecer procedimentos efetivos de cálculo: as equações algébricas. As equações estabelecem regras universais para calcular uma série de problemas matemáticos. O que permite o estabelecimento destes procedimentos universais de cálculo é que se considera os dados matemáticos apenas de acordo com suas propriedades relacionais. Do mesmo modo, para Kant, o que permite o estabelecimento de leis científicas é que se considera apenas as propriedades relacionais espaços-temporais dos objetos.

A objetividade científica das leis da natureza depende, portanto, de um procedimento formal de determinação objetiva: as regras matemáticas. As leis da natureza devem determinar a forma dos objetos conforme fórmulas matemáticas, ou regras de construção, que permitem determinar a forma dos objetos *a priori*. O que permite que leis da natureza determinem os objetos *a priori* é a unidade procedimental da intuição formal. Ela garante o domínio onde a regra matemática é efetiva. Assim, como na análise matemática contemporânea, o domínio de uma função determina o conjunto de valores em que a relação funcional é válida. Em Kant, a *synthesis speciosa*, o efeito da espontaneidade (entendimento) sobre a sensibilidade, transforma a forma sensibilidade em uma unidade matemática do espaço e do tempo. A transformação da sensibilidade garante um domínio formal das relações objetivas das leis da natureza, onde a forma dos objetos é determinada segundo relações matemáticas. Assim, a auto-afecção kantiana garante a espontaneidade como o correlato da objetividade. Leis científicas são objetivas na medida em que determinam relações que nós mesmos pomos *a priori* nos objetos. O domínio da intuição formal estabelece as condições formais de objetividade de qualquer lei científica. Tais leis devem estabelecer procedimentos matemáticos onde o objeto determinado possa ser sempre reproduzido no domínio formal, segundo os procedimentos construtivos do método fluxional. A auto-afecção estabelece as condições formais de objetividade das leis científicas, onde as regras matemáticas representam procedimentos efetivos: construções cinemáticas que permitem determinar as relações espaço-temporais.

A fim de concluirmos esta seção, não podemos ignorar as discussões exegéticas acerca da noção de juízo em Kant, e principalmente devemos dar atenção às distinções kantianas de juízos de percepção e juízos de experiência empregadas principalmente nos *Prolegômenos* e a distinção entre unidades objetivas obtidas por juízos e unidades subjetivas obtidas pela mera associação de percepções na imaginação empírica conforme o §18 e §19 da *Dedução Transcendental B*. Assumimos, que os juízos da química pré-Lavoisier não são juízos objetivos conforme o §19 da Dedução Transcendental. Entendemos que em §19 Kant está se referindo aos juízos com validade objetiva assegurada pelas categorias a partir da *Synthesis speciosa*, por conta da estrutura do texto, Kant não faz referência à necessidade da imaginação transcendental a fim de garantir um procedimento universal de decisão, ou a validade objetiva do juízo. De qualquer forma, o texto de Kant dá a entender que todo juízo, somente pela forma sintática, já contém a validade objetiva das categorias:

> A função que desempenha a cópula "é" nos juízos visa distinguir a unidade objetiva de representações dadas da unidade subjetiva. Com efeito, a cópula indica a relação dessas representações à apercepção originária e à sua *unidade*

> *necessária*, mesmo que o juízo seja empírico e, portanto, contingente, como, por exemplo, o seguinte: os corpos são pesados (KrV, B 141-142).

De acordo com a passagem, por conta da cópula "é" nos juízos categóricos, podemos estabelecer a conexão objetiva entre as representações, como no exemplo de Kant, a conexão objetiva entre corpos e a propriedade "peso" é feita cópula "é", embora o juízo seja contingente, segundo Kant a apercepção transcendental estabelece uma conexão objetiva através do juízo. A cópula "é" representa a relação necessária entre representações, uma conexão estabelecida pela apercepção transcendental.

> Só assim dessa relação surge *um juízo*, ou seja uma relação *objetivamente válida*, que se distingue suficientemente de uma relação destas mesmas representações, na qual há validade apenas subjetiva, como por exemplo a que é obtida pelas leis da associação. Em conformidade com estas últimas diria apenas: quando seguro um corpo, sinto uma pressão de peso, mas não que o próprio corpo seja pesado; o que é o mesmo que dizer que ambas estas representações estão ligadas no objeto, isto é, são indiferentes ao estado do sujeito, e não apenas juntas na percepção (por muito repetida que possa ser) (KrV, B142).

Seguindo o texto de Kant, ele parece sugerir que a simples forma do juízo estabelece uma relação objetivamente válida, ou seja, a conexão entre o sujeito e o predicado estabelecida pela cópula "é", mediante a apercepção transcendental, garante a objetividade dos juízos, estritamente falando, só existem juízos objetivamente válido. Por outro lado, de acordo com a passagem acima, as representações válidas apenas subjetivamente, feitas de acordo com as leis de associação, não possuem a forma de juízos, quando representamos as sensações que sentimos, expressamos isso sem empregar juízos, mas segundo a forma expressa acima: quando seguro um corpo sinto, uma pressão de peso. Parece, portanto que existem apenas os juízos objetivamente válidos, e as representações subjetivas, quando expressa na linguagem ou pensadas, não possuem a forma de um juízo. Isso, evidentemente, está em contradição com a famosa distinção entre juízos de percepção e juízos de experiência dos *Prolegômenos*. Grosso modo, pode-se dizer que os juízos de percepção seriam equivalentes às unidades subjetivas da *Dedução Transcendental* B, ao passo que os juízos de experiência seriam os juízos constituídos pela apercepção transcendental, conforme KrV B 141. Entre os interpretes de Kant, existe muitas divergências sobre a noção de juízo, e as possíveis inconsistências de Kant acerca desta noção. Por exemplo, Guyer propõe que em §19 da Dedução Transcendental B, Kant está minando o seu próprio objetivo (2010, p.142). O objetivo desta seção na Dedução é vincular a unidade da apercepção transcendental à forma do juízo, porém para Guyer o objetivo de Kant é provar ou estabelecer a ubiquidade das categorias, e ao excluir as unidades subjetivas, representações que não possuem forma judiciativa - ou que não podem ser enunciadas em juízos – Kant mina o seu próprio objetivo, uma vez que excluí do domínio das categorias meras impressões subjetivas (2010, p.141-142). Ou seja, se todas as representações devem estar sob o alcance das categorias, mesmos os sonhos e ilusões, certamente nem todas as representações podem ser enunciadas em juízos assertivos. A interpretação de Guyer atribui uma tarefa a Kant que parece inexequível: estabelecer a ubiquidade das categorias em relações as representações conscientes possíveis.

Por outro lado, tendo em vista este trabalho, o problema que devemos enfrentar aqui é o seguinte: certamente a química pré-Lavoisier emprega juízos a fim de estabelecer afirmações sobre as relações químicas, neste caso não só se emprega a cópula "é" como também se utiliza o próprio conceito de causalidade. A questão da diferença entre a unidade subjetiva feita pelas leis de associação - ou dos juízos de percepção - e os juízos objetivamente válidos do §19 da Dedução - ou juízos de experiência – não pode ser pensada pela forma sintática da conexão dos termos ou pelo emprego do conceito de causalidade, a diferença está em como se faz esta conexão. Em linhas gerais, tanto a explicação da validade objetiva vinculada aos juízos na primeira parte da Dedução B, bem como a explicação do *Prolegômenos* sobre os Juízos de experiência, parecem não explicar como a conexão é feita pelo juízo – cópula "é" ou o conceito de causa. Certamente isso ocorre, como em geral os comentadores de Kant assumem, pela forma de exposição de Kant. De fato, do nosso ponto de vista, tal conexão feita pela apercepção mediante as categorias é produto da *Synthesis speciosa*, ou seja, a diferença entre juízos objetivamente válidos ou meras associações subjetivas (juízos de percepção) se dá pelo fato de que os primeiros possuem um procedimento de decisão baseado na intuição formal, que permite que se obtenha a conexão entre o sujeito e o predicado sempre em idênticas circunstâncias

(Prol, A 81). Ou seja, a conexão entre corpo e peso feita pela apercepção, conforme o exemplo de KrV B 142, ocorre pelo fato de existir um procedimento universal, através da transformação simbólica da imaginação - em que posso pensar a conexão destes dois conceitos sempre em idênticas circunstâncias, válida para todos seres humanos que possuem entendimento e sensibilidade. Ou seja, a conexão entre corpo e peso é feita pela relação espaço temporal (ou a cinemática newtoniana) que se pode estabelecer entre estes conceitos. Por outro lado, quando represento estes mesmos conceitos a partir das propriedades das sensações (quando seguro um corpo, sinto a pressão de peso (KrV, 142)), eu não posso exigir validade objetiva, que todos obtenham o mesmo julgamento acerca do valor de verdade atribuído ao juízo.

Assim, acreditamos que o §19 da *Dedução Transcendental*, onde Kant vincula a apercepção transcendental ao juízo, é completado em §26[48] onde, depois de introduzir a doutrina da *Synthesis speciosa*, Kant pretende mostrar que as leis particulares do entendimento estão submetidas às categorias. Ou seja, é apenas em §24 - §26 que explica como a conexão feita pela cópula "é" pode garantir a objetividade dos juízos. Portanto, não é a forma sintática, ou os termos envolvidos no enunciado, que garantem a objetividade, ou

---

[48] Nesse sentido, temos a mesma posição de Allison, porém por razões completamente distintas. Para Allisson o § 26 permite compreender a distinção entre juízos de percepção e juízo de experiência do *Prolegômenos*. Kant mostra que as categorias são condição mesmo das representações subjetivas, de modo que possível reconciliar as duas concepções (*Prolegômenos* e *Dedução Transcendental* B) (Cf. Allison, 2004, p.181). Ou Seja, a doutrina da *Synthesis speciosa* explicita a ubiquidade das categorias, de modo que se pode atribuir formas judiciativas mesmo as meras associações subjetivas. Longuenesse, talvez seja a intérprete que mais tenha contribuído para este tipo de interpretação da *Synthesis speciosa*. Para Longuenesse não são as categorias que constituem a unidade do espaço e do tempo pela Synthesis speciosa, mas a unidade da apercepção como capacidade de Julgar: "O que eu entendo que Kant está dizendo é isto: a unidade da apercepção, como capacidade de julgar, gera a representação da unidade e unicidade do espaço e do tempo, como condições para todo e qualquer ato específico de julgar, assim antes de qualquer síntese específica de acordo com as categorias, muito mesmo qualquer subsunção sob as categorias " (2005, p.36). A tese de Longuenesse é que juízos de percepção são resultado de um processo aristotélico de reflexão (indução aristotélica): "Eu argumento que de acordo com Kant, juízos empíricos são formados por comparação/reflexão/abstração sobre os dados sensíveis, e essas operações são orientadas para as formas discursivas de combinação de conceitos em juízos. Eu tenho, assim, argumentado que "conceitos de comparação" ou "conceitos de reflexão" correspondem a cada forma lógica do juízo" (1998, p.168), juízos de percepção são resultado da reflexão ou comparação lógica das percepções, de modo que a conexão entre as representações não é apresentada no objeto, mas apenas pela forma discursiva abstraída das percepções. A objetividade surge através da aplicação das categorias, quando, juízo estabelece que a conexão está no objeto. Tal concepção sobre a *Synthesis speciosa* é justamente o contrário do que defendemos em nossa tese, está diferença surge justamente pela maneira como se entende a revolução copernicana e o projeto crítico de modo geral.

a subsunção de uma representação (unidade objetiva) às categorias. O que deve garantir que a objetividade da conexão é se ela é feita a partir de um domínio formal da experiência possível, os dados são interpretados em termos formais do espaço e do tempo, o que garante que os objetos são conformes à unidade das categorias. Vale dizer, a *Synthesis speciosa* é o equivalente a uma arte analítica de transformar dados a fim de obter procedimentos universais decisão.

É justamente este modo de estabelecer a conexão entre representações é que falta à química pré-Lavoisier. Esta arte sistemática contém juízos que relacionam propriedades às substâncias e que estabelecem relações causais, porém, está conexão não é feita a partir de um método universal de decisão, mas a partir de abstrações e generalizações (as leis de associação do §19 da Dedução Transcendental) feitas de acordo com os dados das sensações. Ou seja, em conformidade com o que vimos no capítulo anterior, a estrutura formal do espaço e do tempo não é o único modo de se interpretar os dados sensíveis.

4-4 A fundamentação metafísica da natureza: a construção dos objetos físicos a partir de ideias regulativas

Como temos defendido ao longo deste trabalho, Kant não pretende estabelecer um projeto epistemológico de justificação das categorias como constitutivas da realidade. Vale dizer, o projeto crítico de Kant não é responder como nossos juízos válidos objetivamente correspondem a uma natureza. Porém, Kant possui um projeto metafísico paralelo, o projeto sempre anunciado por Kant de apresenta uma metafísica da natureza. Tal projeto visa justamente cumprir este papel: como os princípios puros do entendimento se ajustam à física. Este projeto, está presente em *Os Primeiros Princípios Metafísicos da Ciência da Natureza* e é também o principal objetivo do *Opus Postumum* kantiano: apresentar a transição dos princípios puros do entendimento para a física. Nesse sentido, tanto o projeto de transição do *Opus Postumum* como a obra de 1786 tem como objetivo mostrar o isomorfismo entre os princípios do entendimento - estrutura formal do espaço e do tempo e as relações objetivas da experiência possível a partir de tal estrutura (analogias da experiência) - e a física e suas leis empíricas. No caso do texto de 1786, Kant está preocupado exclusivamente com as leis empíricas da física newtoniana, as quais estão subordinadas à lei da empírica da gravitação universal. Já em *Opus Postumum*, Kant aumenta a sua preocupação com as leis empíricas que surgiram a partir de novos métodos científicos, a saber, os métodos baconianos de experimentação.

Evidentemente em nenhum de seus escritos Kant pretendeu estabelecer uma teoria da ciência no sentido aristotélico, e muito menos um ajuste epistemológico entre os juízos *a priori* da matemática e a natureza. O projeto metafísico de Kant não se dá pela busca princípios metafísicos que justificam ontologicamente o isomorfismo entre os princípios *a priori* do entendimento e os objetos físicos. Kant entende que este acordo ocorre a partir de uma projeção ideal humana. Por exemplo, o projeto de Leibniz de Língua universal deve contar com um alfabeto primitivo que contém todos predicados básicos a partir do qual se pode inferir todas as propriedades e relações reais dos objetos. Este alfabeto primitivo deve expressar as essências (gêneros) que definem o que é a natureza, e como os objetos estão ontologicamente determinados por esses predicados essenciais. É justamente esta noção de essência que promove na concepção aristotélica de ciência o acordo entre o domínio de objetos de uma ciência demonstrativa e as suas proposições. Também em Kant é a essência da matéria que deve promover o acordo entre os objetos físicos e as leis derivadas do entendimento, no caso do texto de 1786, a lei matemática do inverso ao quadrado das distancia tal como exposto nos *Prolegômenos*. Em *Princípios Metafísicos da Ciência da Natureza*, a essência da matéria é definida pelas forças fundamentais de atração e repulsão. Contudo, tais forças fundamentais são meras ideias da razão, criadas a fim de garantir uma visão da natureza em conformidade com os procedimentos efetivos de resolução de problemas.

Em *Opus Postumum*, no projeto de transição, Kant entende que há um golfo entre a parte pura da física e as suas realizações empíricas, Trata-se do golfo entre princípios metafísicos abstratos e as realizações empíricas da física.

> Esses dois territórios (metafísica da natureza e física) não estão em contato imediato; e, consequentemente, não se pode atravessar ao simplesmente colocar um pé na frente do outro. Ao invés disso, existe um golfo entre os dois, sobre o qual a filosofia deve construir uma ponte a fim de fazer encontrar as margens opostas. Pois, para obter uma fundamentação metafísica combinada com a física (que tem princípios heterogêneos) é exigido conceitos que façam a mediação, que participam de ambos os territórios (OP, 21: 475).

O termo metafísica da natureza ou princípios metafísicos devem ser entendidos nos termos do prefácio do MAN: "[...] a genuína ciência natural pressupõe uma metafísica da natureza. Esta deve conter sempre princípios puros que não são empíricos [...] trata, mesmo sem relação a qualquer objeto determinado da experiência [...] das leis que tornam possível o conceito de uma natureza em geral" (MAN, 4:469), de modo que ela "[...] a parte transcendental da metafísica da natureza" (MAN, 4:469). Estes princípios puros, evidentemente, devem ser os princípios do entendimento expostos *Crítica da Razão Pura*. Portanto, não se trata de um golfo entre os princípios metafísicos da física newtoniana expostos em MAN e as leis empíricas da física. Os princípios metafísicos da física newtoniana são especificações dos princípios puros do entendimento. Eles se referem a uma natureza em particular, o conceito de matéria enquanto móvel. O fato é que o MAN representa uma transição dos princípios transcendentais do entendimento para a física newtoniana. No entanto, os princípios transcendentais são homogêneos aos princípios do *MAN*, os *Axiomas da Intuição* estabelecem procedimentos de quantificação que são foronômicos, ao passo que as *Leis da Mecânica* do *MAN* são estritamente derivadas das *Analogias da Experiência*. No entanto, ainda assim é necessária uma transição, pois a física newtoniana trata de um conceito particular, a matéria[49].

Em MAN, o que permite tal transição são as forças fundamentais de atração e repulsão. As forças permitem explicar os principais resultados empíricos da física newtoniana (por exemplo, o movimento dos corpos celestes) como produtos da aplicação dos princípios *a priori* do entendimento. O papel das forças fundamentais é ligar o domínio

[49] Oliveira (2000, p.140-145) explica bem a tese de que a matéria em MAN deve ser concebida a partir das segundo propriedades matematizáveis.

formal da intuição pura ao domínio físico dos objetos empíricos. Para entendermos isso, é necessário discutir com mais detalhes o papel das forças fundamentais na transição. Kant caracteriza este papel na seguinte passagem do *Opus Postumum*:

> O conceito de transição é um conceito dado *a priori* na doutrina dos elementos da ciência da natureza em geral, e requer uma própria disciplina especial. Física contém forças motrizes naturais e efeitos da matéria, conhecidos através da experiência. Concebida objetivamente, as forças e as suas leis, são meramente empíricas, mas subjetivamente, elas podem (e devem) ser tratadas como dadas *a priori*, pois, sem referência a elas, nenhuma experiência pode ser feita na física. O físico deve conceber essas leis como se fossem dadas *a priori,* na fundamentação das experiências, de outro modo ele não relaciona a fundamentação metafísica com a física. A transição de um território a outro seria um salto, não um passo, visto que quem empreende o passo deve primeiro sentir que os dois pés estão firmes antes de pôr um a frente do outro (OP, 21:525).

Nesta passagem Kant diz que as forças motrizes e seus efeitos são obtidos pela experiência. Mas, subjetivamente, elas podem e devem ser tratadas como dadas *a priori*, pois sem elas não haveria experiência para ser feita a física. Portanto, o físico deve conceber leis sobre forças motrizes, *como se* fossem dadas *a priori*. Kant afirma que sem essa pressuposição não seria possível relacionar os princípios metafísicos da natureza à física. Ou seja, como o físico pode associar procedimentos efetivos de decisão e sua unidade formal e abstrata com os dados empíricos, senão pela suposição de que os dados empíricos são conformes a esta estrutura formal? Nesta passagem fica evidente que são os conceitos de forças fundamentais que promovem a transição do domínio dos princípios transcendentais para a física. Estes conceitos devem ser concebidos como se fossem dados *a priori*, o que evidencia o caráter heurístico de tais conceitos. No MAN, o papel destes conceitos é o de permitir pensar que as regras matemáticas (procedimentos efetivos de cálculo) obtidas por procedimentos cinemáticos no domínio da intuição pura, valem como leis naturais dos corpos empíricos. As forças fundamentais são os conceitos que permitem pensar que a regra formal da razão inversa ao quadrado das distâncias representa uma relação entre todos os corpos físicos. As leis da mecânica, que estabelecem a relação entre os corpos físicos, pressupõem o conceito de uma matéria dada, definida a partir das forças fundamentais de atração e repulsão.

Segundo o prefácio do MAN, as construções matemáticas espaço-temporais, enquanto procedimentos efetivos concebidos no domínio da intuição, garantem o caráter de necessidade *a priori* das leis genuínas da ciência. No entanto, o que permite pensar que tais procedimentos formais valem para os corpos empíricos são os conceitos heurísticos de forças fundamentais. Sendo assim, a mecânica, enquanto conjunto das leis *a priori* sobre a relação dos corpos físicos, exige um domínio puro onde se concebe as relações entre os objetos matematicamente, e por outro lado, pressupõe um conceito heurístico de forças fundamentais, que permite pensar como se tais regras formais valessem para todos corpos empíricos. A transição de regras de determinação objetiva do domínio puro para o empírico supõe o conceito de forças fundamentais.

No entanto, Kant diz que os conceitos de transição devem pertencem aos dois domínios separados pelo golfo: o domínio transcendental e o domínio empírico. "A transição de uma ciência para a outra deve possuir certos conceitos intermediários, que são dados em uma ciência e são aplicados em outra e que deste modo estes conceitos pertencem a ambos territórios" (OP, 21:525). As forças são conceitos de transição porque pertencem aos dois domínios distintos, podem ser representação de objetos físicos e também podem ser representadas no domínio formal como regras que determinam a direção do movimento no plano da descrição fluxional do tempo e do espaço[50]. De acordo com a passagem acima, as forças podem ser dadas *a priori* na estrutura espaço-temporal e aplicadas no domínio dos objetos físico. Kant enuncia isso da seguinte forma no *Opus Postumum*:

> As forças motrizes da matéria podem ser conhecidas pela experiência (assim não pertencem à fundamentação metafísica), por outro lado, pertencem aos conceitos *a priori* (e assim à metafísica) no que se refere a suas relações entre si no todo da matéria em geral, na medida em que se entende forças motrizes simplesmente como movimento. Neste caso [força motriz], concebida matematicamente, conforme sua direção e grau, é atração e repulsão [...] (OP, 21:475).

De acordo com esta passagem, as forças motrizes da matéria só podem ser conhecidas pela experiência, porém, com respeito apenas ao movimento, as forças são

[50]Esta é forma como o próprio Newton estabelece as forças, segundo o método fluxional ou a mecânica racional (condição da geometria): "É a ciência dos movimentos que resultam de quaisquer forças, e das forças exigidas para produzir esses movimentos, propostas e demonstradas com exatidão" (1996, p.17)

concebidas de um ponto de vista matemático, com respeito à direção e ao grau da força. Do ponto de vista cinemático as forças possuem uma representação *a priori*. Forças, nesse caso, representam regras matemáticas expressas em equações, que permitem descrever geometricamente o movimento (em conformidade com o método fluxional). Forças representam regras de construção de figuras cinemáticas no plano formal do espaço. Por outro lado, forças podem representar a ação empírica da matéria que produz eventos, por exemplo, o peso dos corpos representa a ação de uma força. O papel das forças fundamentais de atração e repulsão no MAN é estabelecer uma ponte entre as regras formais obtidas na intuição pura e os objetos físicos dados empiricamente. A força gravitacional pode ser representada matematicamente pela relação inversa ao quadrado das distâncias, bem como empiricamente pelo esforço exercido pelo peso de um corpo. Para tanto, Kant busca apresentar no MAN uma definição de matéria – a partir de forças fundamentais - que é compatível com movimento foronômico (MAN, 4: 496) e que deve ser pensada *como se* valessem incondicionalmente para todos os corpos materiais.

O papel destes conceitos de transição no MAN não é o de garantir a objetividade, ou a realização empírica da física newtoniana. As forças fundamentais no MAN são ideias da razão que visam garantir a inteligibilidade da teoria da gravitação universal. A teoria dinâmica da matéria de Kant tem como pano de fundo a controvérsia moderna em torno da causa da gravitação universal. A teoria da gravitação universal foi polêmica porque ela era incompatível com a concepção mecanicista da matéria, popular no século XVII. Do ponto vista mecanicista, as únicas propriedades da matéria eram tamanho, forma e movimento. E a alteração no estado de algum corpo deve sempre ser entendido pelo choque ou pressão. Não se admite nenhuma propriedade da matéria que não possa ser traduzida em relações descritas figurativamente pela geometria. Deste ponto de vista, a física newtoniana não explica como matéria pode exercer uma ação à distância, isto é, como os corpos físicos podem exercer uma ação (força motriz) sem ser pelo contato. A teoria da gravitação universal teve sucesso no que se refere à determinação dos eventos empíricos, nesse caso é um instrumento efetivo para resolver problemas. No entanto, do ponto de vista da sua fundamentação metafísica (sobre a natureza da matéria e o que explica a ação à distância), o mesmo não aconteceu. A teoria dinâmica da matéria kantiana de 1786 deve ser entendida neste contexto.

Para Kant, as forças fundamentais de atração e repulsão são essenciais à matéria e explicam todas as relações e propriedades dos corpos. O objetivo de Kant com esta tese não é estabelecer princípios que determinam a realidade objetiva da matéria e provar que a gravitação universal é válida para todos os corpos materiais. As forças fundamentais em MAN são ideias da razão que visam solucionar a polêmica metafísica sobre a gravitação. Tal solução pretende apenas garantir a inteligibilidade da gravitação universal. Ideias são princípios heurísticos que devem orientar a pesquisa, e não garantir uma verdade metafísica acerca da constituição da matéria. Nesse sentido, as forças fundamentais devem ser entendidas como máximas racionais que permitem ao físico aplicar a lei da gravitação a todos os corpos materiais. Serve como bússola ou poste indicador sobre a direção da pesquisa[51].

---

[51] Aqui estamos fazendo referência ao opúsculo *O Que significa orientar-se no pensamento?*, onde Kant faz uma analogia entre a orientação espacial e o papel dos princípios regulativos da razão, entendidos como máximas racionais. Neste opúsculo, Kant mostra que as máximas da razão, geradas pelo postulado teórico, têm características parecidas com o postulado da geometria grega. Kant diz que o uso regulativo da razão depende de uma *fe racional*. Deste modo, o postulado da razão tem apenas um assentimento subjetivo (esse assentimento tem que existir, pois está inscrito na própria natureza da razão), portanto difere de hipótese e axioma que, ou são uma questão de prova ou são evidentemente verdadeiros (WDO, A 318).A razão, dessa forma, se caracteriza pela imposição de postulados, isto é, regras impostas que não precisam ser objetivamente justificadas. Onora O'neill discute essa característica da razão a partir da *Doutrina Transcendental do Metodo*, onde Kant nega a possibilidade da razão, no conhecimento filosófico, determinar o conhecimento mediante axiomas. Para O'neill, como os princípios da razão não são fundados em verdades auto-evidentes (como pretende o dogmatismo ao imitar o método matemático), a legislação da razão é baseada numa auto-imposição dos seus princípios, ou seja, a razão impõe a si mesma seus princípios subjetivos. Conforme O'neill "Qualquer legislação que é auto-imposta e negativa e que é sem conteúdo, pode impor nada mais do que a mera forma da lei" (1992, 295-296). Segundo Kant "Orientar-se", no genuíno significado da palavra, quer dizer a partir de uma dada região cósmica (uma das quatro em que dividimos o horizonte) encontrar as restantes, ou seja, o ponto inicial. Se vejo o Sol no céu e sei que agora é meio-dia, sei encontrar o Sul, o Oeste, o Norte e o Oriente" (WDO, A 307). No caso da orientação geográfica, Kant diz que para a partir de uma dada região encontramos as outras é necessário o "sentimento de uma diferença quanto ao meu próprio sujeito, a saber, a diferença entre a direita e a esquerda" (WDO, A 307). Essa diferença (entre esquerda e direita) Kant chama de sentimento, pois, segundo ele, os objetos dados na intuição exterior não apresentam nenhuma diferença entre a esquerda e a direita. Assim, a orientação é baseada num sentimento subjetivo de orientação. "Portanto, oriento-me geograficamente em todos os dados objetivos do céu só por meio de um princípio subjetivo de diferenciação [...]" (WDO, A 308). Então, o que Kant propõe é uma ampliação do termo "orientar-se" aplicando ele ao pensamento em geral, de modo teórico. Segundo Kant,

O papel das forças fundamentais é assegurar a inteligibilidade da física de Newton, no que se refere à objetividade das leis, as forças fundamentais não desempenham nenhum papel. A controvérsia sobre a causa da gravitação universal não afetou a credibilidade da física newtoniana enquanto ciência. Independente das crenças dos físicos sobre a natureza da matéria - se matéria deve ser concebida de um ponto de vista mecânico ou dinâmico – a aplicação e o desenvolvimento da teoria da gravitação universal foi um sucesso, isto é, obteve-se uma ampla determinação dos eventos naturais mediante física newtoniana. O físico obtinha sucesso aplicando as leis newtonianas, e não importava se ele acreditava que gravitação é uma força pertencente à essência da matéria ou se ela era resultado do movimento de corpúsculos. Isso acontece porque os procedimentos de determinação objetiva dos dados sensíveis não dependem de qualquer concepção de matéria. Os procedimentos de determinação dos dados na física newtoniana são matemáticos. Como veremos, é uma ciência que pertence a tradição matemática de pesquisa.

Para a aplicação da lei da gravitação universal importa apenas interpretar os dados sensíveis e as suas relações como figuras espaços-temporais. Isso pode ser feito pelo método fluxional, ou em termos kantianos pela determinação das formas espaço temporais no domínio da intuição pura. Os procedimentos efetivos que garantem o sucesso da física newtoniana são matemáticos. É por isso que a concepção kantiana de determinação objetiva é baseada no método fluxional newtoniano. A fim de estabelecermos leis naturais, os dados sensíveis devem ser transformados (isto é, a análise dos dados) em quantidades espaços-temporais. Esta transformação é feita pelo método fluxional, o qual pode ser concebido como um instrumento formal de coleta de dados. A partir da transformação dos dados neste domínio formal, Newton encontrou a fórmula matemática da gravitação universal. A partir

“Orienta se no pensamento em geral significa, pois, em virtude da insuficiência dos princípios objetivos da razão, determinar-se no assentimento segundo um princípio subjetivo da mesma razão” (WDO, A 309n). Ainda de acordo com Kant “Este meio subjetivo, que então ainda lhe resta, é apenas o sentimento da necessidade (*Bedurfnis*) da própria razão” (WDO, A 310). Tal sentimento de necessidade da razão é apenas o discernimento da sua deficiência (WDO, A 317n). A deficiência da razão é não possuir princípios objetivos incondicionados, e na falta destes a razão orienta-se mediante princípios subjetivos.

desta fórmula é possível determinar com precisão a relação matemática de objetos (quantidades e figuras) no domínio espaço-temporal. A fórmula matemática é um procedimento formal de determinar com precisão (efetivo), as relações entre os objetos no espaço e no tempo. Como a fórmula se aplica a todos os objetos que podem ser dados empiricamente na natureza, isso é um problema sem solução, apenas podemos assumir subjetivamente, segundo ideias da razão, que a gravitação universal vale para todos os objetos naturais.

Para Kant "Todos os filósofos da natureza que, nos seus trabalhos, quiseram proceder matematicamente sempre se serviram e tiveram de servir (se bem que inconscientemente) de princípios metafísicos, embora, sob outros aspectos, protestassem solenemente contra toda pretensão da metafísica a respeito da sua ciência" (MAN, 4:472). Ora, isso significa que o empreendimento científico sempre supõe uma concepção metafísica. Isto é, o cientista, na elaboração de leis empírico-matemáticas, pressupõe uma concepção sobre *como o mundo é*. A prática científica depende das concepções metafísicas assumidas pelo cientista, e isso não pode ser ignorado. De acordo com Kant, as construções matemáticas da ciência natural estão entrelaçadas com as suposições metafísicas: "[...] a propósito da parte pura da ciência natural (*physica generalis*), em que as construções metafísicas e matemáticas costumam entrelaçar-se [...]" (MAN, 4: 473). Ou seja, a prática científica está repleta de pressuposições ontológicas. Sendo assim, a metafísica da natureza, a qual descreve as características fundamentais de como o mundo é, tem um papel essencial na ciência. Tal concepção acerca da prática científica também pode ser vista em Thomas Kuhn: "A pesquisa eficaz raramente começa antes que uma comunidade científica pense ter adquirido respostas seguras para perguntas como as seguintes: Quais são as entidades fundamentais que compõe o universo? Como interagem essas entidades umas com as outras e com os sentidos?" (Kuhn, 2009, p.23). No entanto, Kant compreende que o empreendimento científico se caracteriza pelo estabelecimento de funções matemáticas, antes do que conceitos ontológicos: "[...] a teoria da natureza conterá unicamente tanta ciência genuína quanta a matemática que nela aplicar se pode" (MAN, 4:470). A matemática produz conhecimento mediante a construção racional de conceitos, a qual possibilita "[...] conhecer a possibilidade de coisas naturais determinadas, por conseguinte, conhecer estas *a priori*, exige ainda que se dê *a priori* a intuição correspondente ao conceito, isto é, que o conceito seja construído" (MAN, 4:470). Contudo, a ciência da natureza não pode ser concebida apenas como uma estrutura matemática, pois ela se aplica ao conjunto dos objetos existentes, e a existência não pode ser matematicamente construída: "A ciência da natureza propriamente assim chamada pressupõe uma metafísica da natureza; com efeito, leis, isto é, princípios da necessidade do que é inerente à *existência* de uma coisa, referem-se a um conceito que não se pode construir, porque a existência não se pode representar em nenhuma intuição *a priori*" (MAN, 4:476). Isso nos parece sugerir é que a aplicação das dependências funcionais matemáticas constitutivas da ciência da natureza supõem uma concepção acerca dos referentes físicos destas funções. Ou seja, "a ciência da natureza" é a teoria da natureza que contém os princípios matemáticos, a qual pressupõe uma metafísica da natureza que contém os princípios de uma natureza "[...] em sentido *material*, não como uma maneira de ser, mas como o complexo de todas as coisas enquanto podem ser *objetos dos nossos sentidos* e, por conseguinte, também objetos da experiência [...]" (MAN, 4:467).

No entanto como veremos no próximo capítulo, é justamente esta concepção de se estabelecer o caráter constitutivos das ciências a partir de relações formais *a priori* que entra em crise na década de 1790. Em *Opus Postumum*, com o surgimento da química de Lavoisier, as forças motrizes, como conceitos de transição, têm um papel decisivo na determinação objetiva dos dados. A química de Lavoisier possui procedimentos de determinação objetiva que não é formal como a física de Newton. A transformação dos dados envolve procedimentos laboratoriais, instrumentos empíricos, diferentemente da física newtoniana, onde os dados são transformados por métodos formais. Desse modo, a elaboração de leis e regras na química depende de aspectos empíricos que não figuravam na formulação das leis da física de Newton.

Capítulo 5

A quantificação da química e a fenda da filosofia transcendental em *Opus Postumum*: a abordagem antropológica da ciência

No presente capítulo pretendemos discutir a recepção de Kant a nova ciência, a química de Lavoisier. De modo geral, Kant procura ajustar a química a sua concepção de validade objetiva, isto é, Kant pretende mostrar que os procedimentos de decisão e objetivação da química estão em conformidade com a sua concepção de método efetivo de resolução de problema a partir da estrutura formal da intuição. Como veremos, Kant perceberá que tal projeto não é possível, vale dizer, Kant fica diante da intradutibilidade dos métodos de resolução de problemas da química em termos da *Synthesis speciosa*, que nada mais é do que consequência do golfo histórico entre a tradição matemática da ciência e as ciências experimentais, como veremos na primeira seção. De todo modo, o mais relevante deste capítulo, e que discutiremos nas seções finais, é como este limite da filosofia transcendental permitiu Kant refletir sobre o empreendimento científico para além da física newtoniana. Tal reflexão não se trata de um projeto de explicar as condições de possibilidade das ciências como na primeira crítica, Kant reflete sobre as condições reais do empreendimento científico. A reflexão que nos referimos está no 1º fascículo escrito entre 1800-1803, aí Kant parece se inserir nas discussões do idealismo alemão, faz referência a Fichte, Schelling e ao espinosismo, que foi grande inspirador do idealismo absolutista. Dentro deste contexto metafísico podemos esperar, portanto uma resposta ao problema epistemológico fundamental da modernidade, o que garante o ajuste entre as fórmulas matemáticas e a natureza, bem como um posicionamento sobre a metafísica que se seguiu a sua filosofia: qual o fundamento último da natureza e do Eu, ou como é possível uma síntese entre liberdade e natureza. Este foi o problema levantado pelos idealistas e é uma questão que Kant faz uma série de referências em seus últimos manuscritos. A resposta a estes problemas metafísicos, tanto o epistemológico – qual é a condição real da prática científica ou em outros termos, como o mundo corresponde às ideias- bem como o problema dos idealistas alemães, têm características básicas do Kant tardio: o Homem, entendido não como ser fisiológico, mas como ser livre capaz de se auto-produzir, reúne em si a condição da síntese entre mundo e Deus, ou o reino da liberdade e o reino da natureza. O homem é fundamento na medida em que mundo e Deus, reino da natureza (sistema completamente determinado) e o reino da liberdade são ideias auto-criadas pelos homens. No que nos interessa aqui, veremos que a condição real da ciência, o possível ajuste entre os modelos matemáticos e a natureza, só pode ser obtido a partir de uma prática humana. De fato, a própria natureza ou mundo é uma ideia, de modo que sistemas científicos nada mais são do que construtos, ou produtos manufaturados para usar a expressão de Kant, que expressam apenas uma *visão de mundo*, vale dizer, o acordo entre ideias matemáticas e o mundo é explicado antropologicamente: a construção matemática do mundo expressa apenas uma *visão de mundo*.

5-1 Kant e a revolução química de Lavoisier

A concepção de ciência exposta em MAN será revista por Kant na década de 1790, justamente pelo desenvolvimento da química de Lavoisier. A revolução química de Lavoisier tem influência direta sobre a concepção de Kant acerca do *status* da química como ciência. O *Opus Postumum*, enquanto projeto de transição da metafísica da natureza para a física, é uma clara tentativa de compreender os resultados e os métodos da nova química conforme o método de análise segundo a unidade da intuição formal. Na *Antropologia de um Ponto de Vista Pragmático* Kant expressa sua adesão à metodologia de Lavoisier: “Que Massa de conhecimentos, que invenção de novos métodos não teria legado um Arquimedes, um Newton ou um Lavoisier com seus esforços e talentos se tivessem sido favorecidos pela natureza com uma idade que perdurasse um século sem diminuição das suas forças vitais?” (*Anth*, A 326). Se em *MAN* o que está em jogo é mostrar como os conhecimentos e métodos da física newtoniana são assegurados *a priori* pela metafísica da natureza, o projeto de transição da metafísica da natureza para a física, na segunda metade da década de 1790, é mostrar como os procedimentos e resultados de Lavoisier estão assegurados por princípios *a priori*.

O problema presente em *Opus Postumum* é o de estabelecer uma transição entre duas tradições distintas de ciência. Estamos nos referindo à distinção feita por Thomas Kuhn entre a tradição matemática da ciência e a tradição experimental. A tradição matemática da ciência é justamente aquela que o MAN quer fundamentar: a física matemática do século XVII. A revolução científica no século XVII não representa uma revolução experimental - onde o cientista obtém conhecimento da observação e manipulação de experimentos – como a metodologia baconiana sugere. Seguindo a teses históricas de Alexandre Koyré, Kuhn afirma que a revolução científica do início da modernidade é uma revolução de pensamento; um novo modo de conceber natureza. Tal revolução representou uma transformação nas ciências clássicas medievais que eram matemáticas: astronomia, matemática, óptica e estática. De acordo com Kuhn todas estas ciências foram reconstruídas no século XVI e XVII:

> Matemáticos fizeram a transição da geometria para a análise algébrica e cálculo; astronomia adquiriu órbitas não-circulares baseada na centralização do sol; o estudo do movimento foi transformado pelas novas leis estritamente quantitativas, e a ótica ganhou uma nova teoria da visão, a primeira solução aceitável para o problema clássico da refração, e alterou drasticamente a teoria das cores [...] Essas transformações conceituais das ciências clássicas são eventos a partir dos quais a ciência física participou na revolução mais geral do pensamento ocidental. Se, portanto, pensa-se a revolução científica como uma revolução de ideias, é a mudança nesses campos tradicionais semi-matemáticos que se deve buscar entendê-la (Kuhn, 1977, p.40-41).

Por outro lado, paralela a esta revolução, acontece o nascimento de outra tradição de pesquisa, que surge no seio das práticas farmacêuticas, artesanais e de engenharia. Trata-se da tradição baconiana de pesquisa. Esta tradição se caracteriza pela observação empírica dos eventos: pela coleta diversificada de dados empíricos e pela confecção de instrumentos para a produção de experimentos. O interesse dos pesquisadores experimentais é a diversidade da natureza. Diferentemente da tradição matemática, onde o interesse é a determinação da natureza de acordo com leis matemáticas *a priori*. Os experimentos de Galileu ou de Newton visavam confirmar o que previamente se sabia *a priori* pelas leis matemática. A tradição baconiana, pelo contrário, elaborava experimentos tendo vista descobrir o desconhecido.

> Os seus praticantes [da tradição experimental], homens como Gilbert, Boyle, e Hooke, executavam experimentos, raramente buscavam demonstrar o que já se sabia ou determinar um detalhe exigido para a extensão da teoria existente. Antes eles desejavam ver como a natureza poderia se comportar sob circunstâncias previamente não observadas, na maioria das vezes não existentes. Seus produtos típicos eram as histórias naturais ou experimentais em que eram acumulados os vários dados que muitos deles acreditavam ser pré-requisitos para a construção da teoria científica. (Kuhn, p.43).

De acordo com Kuhn, entre estas duas tradições existe um golfo: por um lado, este golfo é ideológico (1977, p.49), enquanto as ciências matemáticas buscam padrões matemáticos *a priori* para a determinação da natureza, a tradição baconiana busca manipular a diversidade da natureza. Por outro lado, este golfo também pode ser representado pelo fato de que até o final do século a tradição experimental carecia de padrões teóricos que permitisse refinar as predições. A pesquisa experimental não possuía uma teoria que permitisse determinar a natureza segundo procedimentos de determinação objetiva. Este é o estado da química pré-Lavoisier, onde seus princípios eram empíricos e obtidos da experiência. Porém este quadro muda:

> Pela metade do século XVIII, contudo, experimentos nesses campos tornaram-se mais sistemáticos, aumentando o agrupamento sobre o conjunto dos fenômenos selecionados que pensava-se ser especialmente relevantes. Na química, o estudo das reações de deslocamento e saturação estavam entre os novos tópicos proeminentes (Kuhn, 1977, p.47).

Em *Opus Postumum*, Kant diz que o objetivo de uma transição da metafísica da natureza para física é superar o golfo que existe entre estes dois campos (OP, 21: 475). Como veremos, é nítido nos manuscritos de Kant que a física deve ser entendida como a investigação experimental, ao passo que a metafísica da natureza são os princípios transcendentais que estabelecem as condições de objetividade. Estas condições de objetividade dadas na *Crítica da Razão Pura* são adequadas à tradição matemática da ciência. Em *Opus Postumum*, Kant quer entender como é possível pensar a química de Lavoisier de acordo com as condições de objetividade das ciências clássicas.

5-2 Objetividade e padronização em Lavoisier

A revolução química de Lavoisier é uma revolução científica no sentido kuhniano, isto é, trata-se de uma revolução paradigmática. A revolução química de Lavoisier não se deu pela descoberta do oxigênio, ou pela teoria da combustão, ou uma nova nomenclatura dos elementos químicos. A revolução química não é a mera substituição da teoria do flogísto por uma outra, trata-se de uma nova *visão de mundo*, vale dizer, uma modificação no modo de se abordar (conceber) os objetos. A referência às substâncias químicas e as suas relações não são mais obtidas pelos dados dos órgãos dos sentidos, mas são as quantidades obtidas pela aplicação de instrumentos tecnológicos de precisão. Os dados não são obtidos pela análise das sensações, os dados são coletados por instrumentos quantitativos. Lavoisier, conforme Lissa Roberts explica:

> Em nenhum lugar do *Traité* era recomendado ao químico aguçar seus sentidos de cheirar ou de paladar a fim de obter domínio sobre o seu mundo de investigação. Pelo contrário, ele propunha que eles aprendessem a trabalhar com um número de instrumentos com destreza suficiente para produzir dados que pudessem ser manipulados para corroborar ou refutar asserções sistemáticas da sua disciplina. (1995, p.507)

Os problemas na investigação química passaram a ser resolvidos quantitativamente. Se antes a química era contraposta a física por ser uma disciplina que analisava as diferenças específicas da matéria qualitativamente, em Lavoisier não se trata de analisar qualidades sensórias, mas se trata de analisar os elementos químicos, as suas diferenças e relações, mediante mensurações quantitativas. “Combustão, oxidação, acidificação e seus produtos são resultados da presença de uma quantidade específica de oxigênio. Para monitorar e medir as atividades das substâncias tal como calórico e oxigênio, Lavoisier construiu uma rede que ligava termômetros, barômetros, gasómetros, calorímetros e a bem conhecida balança” (Roberts, 1995, p.518). Através dos instrumentos de precisão, a análise química em Lavoisier estabelece as condições de objetividade das explicações em termos matemáticos.

> A determinação dos volumes e pesos de todas as partes constituintes dos corpos sob investigação e a comparação destes pesos e volumes entre si e com outros corpos. Somente isso é capaz de revelar os princípios das substâncias naturais [...] é verdade que exigir que tudo seja medido e calculado faz as operações químicas mais difíceis e longas, mas se é bem compensado pelo este trabalho adicional pela imensa vantagem de nunca ter que retornar pelo mesmo caminho (Lavoisier, 2011, p.244).

Como Lavoisier ressalta, apesar dos procedimentos de quantificação dos dados serem operações difíceis e trabalhosas, existe a grande vantagem da perduração dos resultados. Diferentemente dos resultados qualitativos obtidos através do exame das sensações (e, portanto vinculado às estruturas psicológicas do pesquisador), os resultados quantitativos da análise química de Lavoisier obedecem a um padrão de experimentação que pode ser sempre repetidos pelos instrumentos de precisão[52]. Tendo isso em vista, fica claro porque Kant revê a sua concepção sobre a química. Em *Opus Postumum*, ele assume um novo projeto de encontrar os princípios de transição da metafísica da natureza para a física, onde a física inclui principalmente as novas concepções químicas, aliás, os principais conceitos envolvidos no projeto de transição estão ligados aos procedimentos químicos de Lavoisier.

A química de Lavoisier estabelece uma nova forma de se coletar os dados sensíveis. Isso introduz objetividade na experimentação química, objetividade em sentido kantiano de validade universal, que deve valer para todos os experimentadores. Os experimentos químicos não dependem mais de uma técnica sensorial, mas de procedimentos de quantificação que podem ser repetidos em qualquer laboratório. O projeto de transição kantiano é explicar como os métodos e procedimentos instrumentais de objetividade da nova química estão assegurados pelas categorias do entendimento.

Isso é basicamente o que Kant faz no *MAN* em relação à física newtoniana. Na física newtoniana o método para se estabelecer a forma objetiva dos dados é a cinemática,

[52] Os experimentos químicos são padronizados tendo em vista a intersubjetividade: "Não obstante a evidência sensível era inexata e incompleta. Porque ela envolve experiência individual que não está sujeita a padronização, não poderia estar para todo tempo e espaço como conhecimento objetivo e geral. Gerações futuras teriam sempre que trilhar sobre o mesmo chão, Lavoisier e Meusnier argumentaram, experimentar mais uma vez as sensações dos seus predecessores. Quantitativas [experiências] , por outro lado, eram universalmente transportável, tendo em vista que se calculassem de acordo com uma escala padronizada e corrigida para as variações locais de temperatura e pressão" (Roberts, 1995, p.515).

que nada mais é do que análise do movimento segundo a descrição fluxional do espaço e do tempo. O movimento é analisado conforme as condições ideais geométricas, ou seja, a física não estuda o movimento dos corpos a partir da mera observação. Se a cinemática é o procedimento de calcular e quantificar o movimento na física newtoniana, na química de Lavoisier são os novos instrumentos laboratoriais de precisão que quantificam os dados da química.

5-3 A fundamentação mecânica do uso da balança nos primeiros manuscritos do *Opus Postumum*

Em um dos primeiros escritos que compõe o projeto de transição (1794), Kant define a química da seguinte forma: “O que é a química? A ciência das forças internas da matéria”, e segue discutindo o procedimento de dissolução química: “(a)Água em vapor (b) em dois tipos de ar. O último é chamado de análise, propriamente dita. Quantitativa mas ainda divisão química ocorre, por exemplo através da evaporação da matéria mais leve, etc” (OP, 21:410). Isso é uma clara referência ao experimento de Lavoisier da decomposição da água em hidrogênio e oxigênio. É evidente no texto de Kant que ele está em busca por uma fundamentação das novas práticas químicas. Kant tenta fundamentar a prática laboratorial da dissolução pelo conceito de coesão, o qual estabelece a relação das forças internas da matéria, isto é, não há a relação entre corpos (como na física newtoniana), mas a própria formação dos estados dos corpos: como sólidos, fluídos, gasoso, etc. Kant chama isso de relações internas :

> a. Da coesão de uma matéria fluida em si, da sólida com a fluida, finalmente, da sólida em si. Na primeira relação a atração do fluído sobre a superfície determina sua figura. Na segunda determina uma elevação no tubo sólido. Na terceira uma baixa do fluído no tubo ou fora dele.
> b. Na dissolução da matéria (sólida bem como fluída) e precipitação.
> c. Na cristalização e evaporação, na forma fluída ou sólida (OP, 21:410)

Aqui as relações internas da matéria são discutidas nos mesmos termos que os experimentos de Lavoisier da composição/dissolução dos elementos químicos mediante o emprego de tubos e barris. A determinação da forma dos corpos é estabelecida conforme os instrumentos empregados em laboratório. Em Lavoisier, o produto destes experimentos indica a relação entre os elementos químicos. Por exemplo, a determinação da água como composto de oxigênio e hidrogênio é possível mediante a utilização de barris que permitem estabelecer a relação proporcional destas matérias na composição da água[53]. Em Kant, tal composição é estabelecida pela aplicação do conceito de coesão conforme o emprego de instrumentos como o tubo, que estabelece como a relação entre matérias específicas compõem a forma dos corpos. De acordo com Kant o conceito de coesão é condição necessária para a formação de corpos físicos (OP, 21: 378). Isso significa que o papel do conceito de coesão é estabelecer como a relação das forças internas da matéria (químicas) produzem ou compõem as substâncias corpóreas. Desse modo, o conceito de coesão tem a mesma função que as relações mecânicas da matéria no MAN. As relações mecânicas são estabelecidas pelos princípios mecânicos do MAN, que por sua vez são especificações dos princípios dinâmicos transcendentais, as analogias da experiência. A mecânica no MAN visa estabelecer como a relação das forças motrizes da matéria produz a interação mecânica dos corpos. Tanto a coesão como a mecânica, representam as conexões dos objetos da experiência em conformidade com os princípios dinâmicos do entendimento. O que garante o caráter de genuína as leis mecânicas newtonianas é o fato das conexões entre os objetos serem feitas matematicamente, de acordo com a foronomia (a descrição do movimento enquanto quantidade/grandeza). As leis da natureza estabelecem as relações mecânicas entre os objetos segundo regras matemáticas feitas de acordo com a foronomia. Para Kant, as interações químicas de Lavoisier, na explicação da formação dos corpos pela coesão obtida em instrumentos laboratoriais, também estabelecem a relação entre objetos

[53]Os tubos ou barris servem para que se possa estabelecer a relação proporcional entre os elementos químicos envolvidos na reação química que compõem a água. O uso destes instrumentos segue da lei da conservação da matéria Conforme Maar (2008, p.784) explica: "Desde que uma reação química seja realizada num sistema fechado, não se observa variação de massa no processo. Em outras palavras, a soma das massas dos reagentes é igual à soma das massas dos produtos”. Assim, na composição da água, Lavoisier apresenta que as quantidades eram conservadas no curso da reação química, isso era possível justamente pela utilização de barris e tubos, e permitia as medições precisas do peso dos reagentes e dos produtos (Golinski, 2008, 393).

empiricamente dados conforme procedimentos efetivos. Vale dizer, as relações químicas são matematicamente determináveis.

Os experimentos de Lavoisier buscam estabelecer as relações entre os elementos químicos através de análises matemáticas. Por exemplo, a água é um composto de quantidades de hidrogênio e oxigênio, onde a proporção matemática dos elementos químicos determina as suas relações e a formação dos corpos.

> A análise matemática assim substitui a análise sensorial como etapa final da determinação química [...] Lavoisier pretende que fosse somente através deste processo de padronização que os elementos essenciais de uma teoria geral pudessem ser deduzido. O primeiro princípio que estava por trás desta abordagem era que 'o todo é sempre igual as partes'. Embora certamente seja axioma frutífero, sua aplicação a situações experimentais invariavelmente exigem um nível de idealização (Roberts, 1995, p.520).

Tal nível de idealização de experimentos a partir de máximas matemáticas é equivalente a pensar a relação dos elementos químicos no domínio quantidades. A partir deste domínio idealizado, pode-se estabelecer regras que determinam estas relações. As explicações químicas não são mais decidas a partir dos órgãos dos sentidos, elas são decididas a partir de procedimentos de quantificação que podem ser realizados em laboratórios. Isso é exatamente o que Kant requer das ciências genuínas no *MAN*, ele exige que as suas leis deem *a priori* um procedimento para a determinação dos objetos.

Em *MAN*, Kant diz que leis genuínas da natureza permitem conhecer as coisas naturais segundo a sua possibilidade. No caso das leis genuínas da física newtoniana, trata-se conhecer coisas naturais segundo construções matemáticas espaços-temporais. Como vimos, isso significa que leis naturais devem representar os objetos de acordo com o domínio da intuição formal. Tal domínio é constituído pela *synthesis speciosa* que transforma a sensibilidade em um domínio espaço-temporal. É a aplicação da categoria de quantidade que gera esse domínio formal, ou seja, a *synthesis speciosa* transforma os dados conforme a unidade da categoria de quantidade. A determinação dos dados sensíveis enquanto quantidades é efetuada pelo modelo fluxional newtoniano, nesse caso os dados sensíveis são transformados em termos da descrição pelo movimento no espaço e tempo

(KrV, B 156). O procedimento de quantificação dos dados na KrV é basicamente o mesmo utilizado por Newton para a quantificação do movimento. Diferentemente, em Lavoisier a quantificação dos dados é feita por instrumentos empíricos e não por procedimentos matemáticos formais. Então o principal problema de Kant no projeto de transição é entender como os experimentos matematicamente idealizados de Lavoisier estão sob os procedimentos *a priori* de quantificação da *Crítica da Razão Pura*. Vale dizer, como os construtos da química de Lavoisier podem ser entendidos como "possibilidades" construídas matematicamente *a priori* na intuição espaço – temporal. A tarefa de Kant é submeter os procedimentos de quantificação de Lavoisier ao domínio formal das categorias matemáticas. Trata-se de entender como o procedimento de quantificação de Lavoisier está submetido ao procedimento de quantificação da *Crítica da Razão Pura*. Em outras palavras, o projeto de transição em *Opus Postumum* significa mostrar como a química de Lavoisier está sob as condições formais de objetividade das categorias.

O instrumento básico para quantificação na química de Lavoisier é a balança. Assim, os escritos de 1794 a 1798 apresentam um grande enfoque sobre o uso da balança. Kant quer mostrar como o uso da balança, enquanto procedimento de quantificação, tem um fundamento matemático a partir da física newtoniana. Ou seja, a objetividade da química de Lavoisier é derivada da objetividade da física newtoniana. Para Kant, a quantidade da matéria: "Pode ser medida por pesagem, isto é, pela compressão de uma matéria elástica (por exemplo, uma mola de aço) ou, e principalmente por meio da balança (com braços de alavanca de extensões iguais). O peso que indica esta quantidade de matéria é uma pressão, que a matéria exerce devido a terra que, como corpo cósmico, a atrai" (OP, 21: 408). O que garante o procedimento de quantificação através da balança é a força gravitacional exercida pela terra. Assim, "A quantidade da matéria não pode ser medida nem aritmeticamente, pelo número de corpúsculos, nem geometricamente, pelo volume, mas somente mecanicamente, pela quantidade de força motriz que um volume de matéria exerce numa direção e numa velocidade sobre o objeto móvel " (OP, 22:207).

Então, nos primeiros manuscritos de *Opus Postumum* (1796-1797 *Oktaventwurf*), Kant fundamenta o uso da balança, o procedimento de quantificação de Lavoisier, a partir da lei da gravitação universal newtoniana. Isso significa que Kant acreditava ser mecânica a base do procedimento de quantificação da química. Kant rejeita a possibilidade de se estabelecer a fundamentação do procedimento de quantificação da química a partir de uma composição aritmética da matéria, segundo átomos. Tal rejeição está estritamente vinculada com a concepção kantiana do procedimento de transformação dos dados conforme a *Synthesis speciosa*. O átomo é incompatível com o procedimento de quantificação fluxional proposto por Kant na *Crítica da Razão Pura*. O método fluxional newtoniano foi inventado justamente para evitar a noção de quantidades infinitesimais. O que garante o contínuo matemático é o movimento fluxional: "A propriedade das grandezas, segundo a qual nenhuma das suas partes é a mínima possível, (nenhuma parte é simples) denomina-se continuidade. O espaço e o tempo são *quanta continua*, porque nenhuma das suas partes pode ser dada sem ser encerrada entre limites (pontos e instantes) [...]" (KrV, B 211). Desse modo, todos os dados sensíveis, na medida em que são apreendidos como grandeza, devem ser contínuos, sem partes simples: "Todos os fenômenos em geral são, portanto, grandezas contínuas, tanto extensivas, quanto à sua intuição, como intensivas quanto à simples percepção (sensação e portanto realidade)" (KrV, B 212).

A rejeição de Kant da concepção atômica da matéria está estritamente vinculada a sua concepção de como as categorias matemáticas podem ser aplicadas aos dados sensíveis. Embora fosse exatamente esse o rumo que química iria tomar. O tema que Kant desenvolve em *Opus Postumum*, a fundamentação dos procedimentos de quantificação da química, era um tema popular naquele período. Tratava-se de se conceber uma teoria da matéria que permitisse explicar as diferenças específicas dos elementos químicos em termos formais matemáticos. A opção de Kant até 1797 foi tentar explicar os procedimentos de quantificação da química como derivados das leis gerais da física newtoniana, as quais são matematicamente concebidas de acordo com o modelo fluxional da *Synthesis speciosa*. Isso mostraria que a objetividade da química de Lavoisier é garantida pelas condições de objetividade da *Crítica da Razão Pura*.

Entre 1796 e 1797, a objetividade dos procedimentos químicos está vinculada à transição da física newtoniana à física dos *specialis*, os elementos químicos. "A física, por sua vez, é dividida em física geral (*physica generalis*), que expressa somente propriedades da matéria nos objetos externos da experiência, e a (*physica specialis*) que se refere aos corpos formados da matéria num modo particular, e que constrói um sistema deles" (OP, 21:407). O projeto de transição neste período pretendia mostrar como a leis da física geral fundamentam a quantificação dos dados químicos mediante o emprego de instrumentos laboratoriais (Cf. OP, 21:407-408). Como vimos, a balança de precisão determina a quantidade da matéria mecanicamente, de acordo com a lei da gravitação universal.

O problema evidente nesta concepção de Kant é que tal explicação sobre a quantificação química, mediante a gravitação universal, não permite explicar as relações entre os elementos químicos. A fundamentação mecânica não explica os resultados experimentais como produtos das ações internas da matéria. Por exemplo, dizer que o hidrogênio é mais leve do que oxigênio devido a ação da atração à distância, não nos diz muito sobre as reações químicas que envolvem estes elementos[54]. Na verdade, o que Kant faz é explicar a relação entre dois corpos. A terra que exerce a força atrativa e o elemento químico sobre a balança. Como Kant não leva isso adiante em seu projeto de transição, parece que ele acaba percebendo que é impossível fundamentar a química apenas por especificar a ação das forças atrativas e repulsivas do MAN[55].

---

[54] O que vai permitir explicar as reações químicas tendo em vista as proporções quantitativas dos elementos químicos é a concepção corpuscular ou teoria atômica da matéria que será desenvolvida a partir de 1810 com John Dalton. Em termos contemporâneos, explica-se a reação química na composição da água como uma composição molecular. A menor proporção em que acontece a reação é de 2 moléculas de hidrogênio para uma molécula de oxigênio, para produzir 2 moléculas de água. A proporção se mantém quando a reação ocorre. Vale dizer, dado 100 moléculas de H_2 são necessárias 50 moléculas de O_2 para gerar 100 moléculas de água (H_2O).

[55]Em linhas gerais, a dificuldade de Kant em fundamentar o uso da balança, na determinação da composição específica da matéria, é a mesma dificuldade que ele encontrou para explicar a diferença na densidade na matéria a partir da teoria dinâmica da matéria, a partir das forças fundamentais de atração e repulsão. Esta é uma dificuldade que o próprio Kant assume. Beck, em uma carta de1792, perguntou a Kant como ele explicaria as diferenças específicas da matéria a partir da teoria dinâmica da matéria do *MAN*. Kant responde dizendo que a gravitação universal newtoniana é a mesma em toda a matéria, o que provoca a diferença específica e força de repulsão que varia conforme a diferença da densidade da matéria. No entanto, Kant diz que está explicação é circular, e é um problema que ele não consegue solucionar (Cf 11:376). Conforme Eckart Föster explica, esta circularidade a que Kant se refere se deve ao fato de que a força gravitacional é proporcional à massa da matéria, de modo que a força a atrativa depende da densidade da matéria, por outro lado, a densidade da matéria também é produzida pela força atrativa. Nas palavras de Föster: "Pois a atração gravitacional sempre proporcional à massa ou, para um dado volume, a densidade de uma matéria (4:514.33-35, 516.20). Assim, a intensidade da força atrativa deve ter uma dependência causal sobre a densidade, e densidade deve por sua vez ser o efeito da atração – uma explicação circular que agora Kant concebe como circular" (2000, p.35). Os manuscritos de 1796 mostram que Kant tenha pensado em uma solução para este problema levando em conta a balança de precisão de Lavoisier. O problema é que a força gravitacional está

5-4 O problema da transição e o projeto crítico

A química de Lavoisier desenvolve procedimentos empíricos de quantificação. Desse modo ela cria procedimentos efetivos de determinação objetiva que não são formais. No caso da física newtoniana, todos os seus procedimentos de determinação objetiva são formais. Na *Crítica da Razão Pura*, o domínio da intuição formal garante a objetividade dos procedimentos cinemáticos da física newtoniana. O método de análise newtoniano de transformação dos dados quantitativos (o método fluxional), que permite estabelecer procedimentos efetivos (universais) de determinação, é assegurado pelo domínio da intuição formal. A química de Lavoisier possui métodos de análise empíricos, a transformação dos dados sensíveis em dados quantitativos depende de instrumentos laboratoriais e não um procedimento formal (método de fluxão). A nova química desenvolve procedimentos efetivos de determinação objetiva que não estão assegurados *a priori* a partir da formalização matemática do método sintético de transformação.

As categorias podem assegurar a objetividade de juízos, procedimentos efetivos, à medida que os dados sensíveis são transformados e determinados no domínio formal da intuição. Nesse caso, as categorias determinam *a priori* a forma que os objetos devem possuir no domínio do espaço e do tempo. As leis genuínas newtonianas devem determinar os objetos com respeito às formas espaço-temporais. A teoria da gravitação universal é uma teoria que diz respeitos as determinações espaço-temporais dos corpos físicos. Conforme o prefácio do MAN, leis naturais genuínas determinam o objeto *a priori*, pela sua simples possibilidade. O domínio de possibilidade dos objetos na *Crítica da Razão Pura* é a intuição formal do espaço e do tempo (B 221). Portanto as leis da física determinam o seu objeto na intuição formal. A química de Lavoisier produz determinações objetivas, mas não apenas com respeito às formas espaço-temporais dos dados sensíveis. A química de Lavoisier produz determinações objetivas com respeito às especificidades da

estritamente relacionada ao modelo de quantificação da física newtoniana, o qual é eficiente para determinar o movimento de corpos macroscópicos. A química de Lavoisier, como será discutido, abordar questões referentes à estrutura empírica dos fenômenos, onde para se obter um resultado quantitativo é necessário uma série de manipulações empíricas dos dados. Nesse caso, é necessário uma nova concepção de como a matéria se comporta em um domínio microscópico.

matéria. A partir de instrumentos empíricos, a química pode transformar as qualidades sensíveis da matéria em dados quantitativos, que possuem validade objetiva na medida em que podem ser reproduzidos em qualquer laboratório.

A teoria da combustão de Lavoisier determina que um corpo só pode queimar na presença do oxigênio, e que o corpo queimado aumenta o seu peso na mesma proporção em que o oxigênio é consumido no ambiente. A combustão é uma reação química entre a substância em combustão e o oxigênio. A determinação da relação (reação química) entre o oxigênio e a substância combustível é feita por procedimentos empíricos, porém intersubjetivos. As matérias envolvidas não são determinadas objetivamente em relação as suas possibilidades espaço-temporais, mas são determinadas objetivamente em relação às possibilidades dos elementos materiais. Em outras palavras, nós pomos *a priori* na química não só a estrutura formal do espaço e do tempo, mas a estrutura da matéria.

Isso significa que a maneira como se define a matéria implica diretamente nos resultados objetivos dos procedimentos. Como vimos, para Kant, os conceitos que definem a matéria são os conceitos de transição; as forças motrizes. As forças fundamentais em MAN não possuem este aspecto, elas devem ser assumidas apenas para solucionar a questão da inteligibilidade da teoria da força gravitacional, o que assegura os resultados objetivos da física são os procedimentos matemáticos na intuição formal do espaço e do tempo. Na química de Lavoisier, conceitos sobre a matéria são decisivos, afinal a grande descoberta de Lavoisier, o papel do oxigênio na combustão, foi a de que o "ar puro" é o agente que reage ao combustível e permite a combustão (a liberação do calor). Tal concepção do oxigênio não seria possível na teoria do flogisto, justamente porque não havia a possibilidade de se determinar objetivamente a matéria[56]. O que permite compreender o

[56]De fato o que caracteriza a revolução química são os procedimentos efetivos para a determinação de elementos químicos. É uma nova maneira de se abordar a matéria. Por isso a descoberta do oxigênio era incompatível com a teoria do flogisto, que era predominante na época. Segundo a teoria de Stahl, o ar não possui uma função química, mas apenas uma função mecânica: como um veículo para carregar o flogisto extraído do corpo inflamável. A explicação da combustão entendia a liberação calor. Porém, o desenvolvimento da química pneumática mostra que o ar não é um elemento que serve de veículo para o flogisto, na verdade o ar atmosférico é composto de uma mistura de gases e que podem ser quimicamente combinados com outros corpos. Tais descobertas permitiram Lavoisier mostrar que é a presença do oxigênio que explica o aumento do peso de um corpo inflamável. De fato, segundo a teoria do flogisto um corpo em combustão deve perder o princípio do flogisto, que era um princípio qualitativo e não quantificável. No entanto conforme Lavoisier mostra, ao invés de perder algo, um metal ou um corpo inflamável aumenta o seu

evento da combustão objetivamente é a quantidade de um elemento material, e não uma quantidade cinemática. Dessa forma, a estrutura da matéria não pode mais ser dada por ideias meramente inteligíveis[57]. A definição dos elementos materiais tem papel decisivo na experimentação. Isso é o que leva Kant a desenvolver um projeto de transição na década de 1790.

Inicialmente, como vimos, Kant pretende estabelecer uma ligação entre os procedimentos de quantificação da física newtoniana e os procedimentos de quantificação de Lavoisier. O que permite o uso da balança é a atração gravitacional da terra, no entanto isso estabelece uma relação cinemática entre os elementos químicos, e não é capaz de explicar como quantidades de certos elementos específicos promovem certas reações químicas. Em termos de Kant, isso não explica a ação das forças internas da matéria. Kant não leva adiante este modo de explicar as condições de possibilidade da química.

Kant está diante dos limites das operações primitivas da física matemática newtoniana. Não é possível reduzir as interações químicas à modelos que possam ser captados pela cinemática newtoniana. Isto é, não possível transformar as interações químicas na forma fluxional a fim de se determinar as proposições químicas, prová-las, a partir dos métodos newtonianos, para ser breve não é possível derivar a química da mecânica newtoniana. A química trata de relações muito mais especificas, de modo que as proposições químicas ficam indeterminadas do ponto de vista da cinemática. Aqui, Kant encontra a insuficiência das categorias para a determinação das proposições químicas. Do mesmo modo como Kant estabeleceu que a lógica era insuficiente para determinar as proposições da matemática, na medida em que a lógica não permite captar os procedimentos de derivação matemáticos. Assim as proposições matemáticas devem valer em universos de discursos restritos, no caso, em domínios de objetos espaço-temporais, onde é possível encontrar as operações de derivação matemáticas válidas necessariamente,

peso na mesma medida em que o ar ao entorno dele perde o oxigênio. Para Stahl, o fato de um corpo inflamável não perder peso quando perder o flogisto não era um problema, pois o princípio do flogisto era como se fosse uma essência, então não implicava numa perda material. Contudo, Lavoisier mostra que o material que resulta da combustão pesava mais do que as substâncias originais, de acordo com Lavoisier, isso se deve ao princípio da conservação da matéria aplicado especificamente nas reações dos gases (ou oxigênio) na combustão dos corpos.

[57] Lembremos que para Kant era assim que era definida a matéria na química de Stahl.

isto é, válidas para todos os possíveis dados espaço-temporais. Do mesmo modo, a determinação das proposições químicas requer operações mais específicas do que as fornecidas pelo método fluxional. Em suma, não é possível reduzir os procedimentos de decisão da química aos procedimentos mais gerais da física. Como as categorias expressam a unidade objetiva, ou a forma, gerada pelas operações primitivas newtonianas, não é possível reduzir a objetividade da química à objetividade das categorias. Nesse sentido, a metateoria kantiana explicitada pelos princípios transcendentais do entendimento não capta as condições de verdade da química de Lavoisier.

Em 1798, Kant parece desiludido com a possibilidade de poder concluir o trabalho de transição, isto é, explicar os procedimentos de objetividade da química a partir da filosofia transcendental. Isso é expresso numa carta a Cristian Garve em 21 de setembro, onde Kant diz a famosa frase que por não conseguir terminar a obra, sentia uma dor como aquela de Tântalo por ver diante dele a conta impagável da sua filosofia incompleta, isto é, permanecia uma fenda na filosofia transcendental. A fenda na filosofia transcendental kantiana se deve pela impossibilidade de se estabelecer uma ligação entre a concepção de objetividade da *Crítica da Razão Pura* e os procedimentos de determinação objetiva da nova ciência Laboratorial. Em outras palavras, a fenda na filosofia transcendental é a mesma fenda que existe entre a tradição matemática da ciência e a tradição experimental[58].

---

[58] Em linhas gerais, a literatura secundária - que discute o *Opus Postumum* - se preocupa principalmente em compreender o que é a fenda na filosofia transcendental. As publicações que buscam entender o *Opus Postumum* possuem como referência basicamente três comentadores: Burkhard Tuschling, Eckart Föster e Michael Friedman. Não vamos discutir detalhadamente as diferentes teses destes comentadores. Porém, descreveremos nesta nota, grosso modo, as teses destes comentadores para ao menos ficar mais clara a nossa posição em relação ao *Opus Postumum*. Tuschling acredita que o projeto de transição kantiano se deve ao fato de Kant assumir que os *Princípios Metafísicos da Ciência da Natureza* contêm contradições internas incuráveis (1971, p.46). Tais contradições se referem a uma certa circularidade no conceito de força fundamental atrativa, a qual Kant mesmo admite em uma carta J. S. Beck em 1792. Assim, o projeto de transição é uma revisão da teoria da matéria kantiana, de modo que a fenda na filosofia transcendental é a falta de uma teoria da matéria adequada aos pressupostos da filosofia crítica. Para Tuschling, tal revisão levou Kant a rever outros tantos conceitos da filosofia transcendental. Segundo Tuschling, nos fascículos conhecidos como *A Prova do Éter*, Kant esboça um tipo de prova acerca de uma ideia da razão que não é adequada aos principais pressupostos da filosofia transcendental. Tuschling, a partir desta constatação acredita que não só a teoria da matéria kantiana precisou ser revisada no projeto de transição, mas "[...] toda a fábrica da filosofia transcendental precisou ser revisada" (Tuschling, 1989, p. 205). Já Eckart Föster tem uma concepção um pouco diferente, para ele a fenda na filosofia transcendental se refere a uma tentativa de completar a prova da validade objetiva dos princípios do entendimento. Segundo Föster, o procedimento kantiano de provar a validade das categorias começa por mostrar que tais conceitos puros determinam *a priori* a nossa intuição pura, o que é apresentado pelo esquematismo transcendental. De acordo com Föster, no

5-5 O princípio do éter: uma ideia da razão constitutiva

No entanto, em 1799 Kant retoma o projeto de transição, neste período ele escreve *Übergang* 1-14, que contém a chamada a prova transcendental do éter. Aqui o procedimento de Kant é outro. Ele abandona as tentativas de fundamentar os procedimentos de quantificação da química pela gravitação universal, agora ele busca fundamentar a nova ciência segundo um princípio do éter. O conceito de éter, que Kant procura fundamentar, é um fluido calórico, imponderável, a partir do qual se explica os três estados de agregação (em termos kantianos, os estados de solidez, fluidez-atrativa, elástica fluidez, (cf, OP, 22-247).

O princípio de transição visa estabelecer a conexão entre o domínio formal da intuição, onde as categorias são aplicáveis, e domínio dos experimentos objetivos. A teoria éter é uma concepção que visa explicar as relações internas da matéria e ao mesmo tempo em que é conforme ao domínio da intuição pura, a unidade matemática do espaço e do tempo. O objetivo do conceito de éter é explicar as relações entre os elementos químicos a

---

entanto, para provar da validade objetiva dos princípios do entendimento é necessário apresentar a realização *in concreto* destes princípios, tal realização é feita pelos *Princípios Metafísicos da Ciência da Natureza* onde, segundo Föster, Kant mostra como os princípios do entendimento podem ser materializados nas leis mecânicas acerca do movimento dos corpos (Föster, 2000, p.72). No entanto, se a teoria da matéria do *Princípios Metafísicos da Ciência da Natureza* apresenta contradições (conforme Kant mesmo assume), então não é possível apresentar *in concreto* a realização dos princípios transcendentais. Sendo assim, a prova do éter constitui é um empreendimento que visa mostrar como os princípios da filosofia transcendental podem ser realizados em corpos materiais, os quais são dados conforme as forças moventes constituintes do éter. Friedman acredita que a fenda na filosofia transcendental seja, para Kant, a separação entre os princípios regulativos (reflexivos) para a pesquisa empírica e os princípios constitutivos *a priori* do entendimento. Neste caso, tal separação exige uma transição entre sistemas dos objetos físicos (obtidos pelos juízos reflexivos) e os princípios metafísicos da natureza (princípios constitutivos). Para Friedman, o projeto de transição de Kant foi empreendido pela elaboração de uma teoria do calórico (a prova do éter do *Opus Postumum*), a qual contém um princípio *a priori*, a ideia necessária racional do éter, e por outro lado contêm princípios empíricos, as leis acerca de interação dos elementos químicos e também da relação entre corpos na física mecânica de Newton. Conforme Friedman argumenta, Kant presenciou a revolução química de Lavoisier, onde a descoberta do oxigênio apresentada com base numa teoria do calórico substituiu a teoria do flogisto. Com isso, Kant percebeu a possibilidade do desenvolvimento de uma físico-química. Concordamos com a tese de Friedman de que a elaboração do *Opus Postumum* se deva aos avanços da química com Lavoisier, contudo, discordamos de modo geral como Friedman entende a distinção entre constitutivo/regulativo presente na filosofia crítica kantiana, e como Kant usa esta dicotomia na *Opus Postumum*. Segundo Friedman, "[...] a execução dos princípios metafísicos e a articulação do juízo reflexivo como uma faculdade autônoma, torna evidente – do ponto de vista da filosofia crítica – que a absoluta dicotomia entre princípios regulativos e constitutivos não pode ser mantida. Dessa maneira, o sistema crítico requer ser completado mediante o projeto de transição, cuja tarefa é precisamente estabelecer princípios que são ao mesmo tempo regulativos e constitutivos" (Friedman, 1992, p.305).

partir da manipulação laboratorial, por exemplo, mostrar como as reações químicas na combustão dependem da interação das forças motrizes específicas da matéria[59]. O éter é entendido como uma matéria primordial que pode explicar todas as interações específicas da matéria em termos de forças motrizes. Uma vez que o conceito de força motriz expressa relações cinemáticas, isso torna o éter compatível com o domínio da intuição pura:

> A unidade matemática do espaço e tempo, que contém *a priori* as condições formais da possibilidade da experiência como um sistema de percepções – e consequentemente deve ser pensada, não parcialmente *(sparsim)*, mas como combinada num todo *(coniunctim)* – fundamenta o conceito de um sistema elementar das forças motrizes da matéria. O espaço vazio não é objeto de uma experiência possível (finito, infinito espaço vazio). O preenchimento do espaço ocupado pela matéria deve ser julgado pelo princípio fluxional de divisão da matéria, e não pelo atomístico; em que, primeiro lugar, nenhum espaço vazio é encontrado, e em segundo lugar, a matéria que preenche é estendida à quantidade mínima da matéria para o mesmo volume, embora sua força expansiva equivale ao *maximum* na medida em que é matéria que penetra completamente em todos os corpos, e pela qual todos os corpos estão permeados – tal matéria deve preservar incessantemente todos os modos do movimento: atração, repulsão e agitação reciproca (OP, 22:194).

O éter expressa uma concepção de uma matéria compatível com as condições da unidade matemática do espaço e do tempo, que contém *a priori* as condições de possibilidade da experiência. O éter, portanto, serve como conceito de transição (forças

[59]Ou seja, trata-se basicamente da teoria acerca de uma substância calórica utilizada por Lavoisier para apresentar a sua teoria da combustão. Tais resultados experimentais de Lavoisier só puderam ser apresentados como contrapostos a teoria do Flogisto de Stahl, quando Lavoisier adotou a teoria do calor mediante a qual pode, a partir de um arcabouço conceitual, empreender a revolução química. Como Paul Thagard explica, na década de 1770, Lavoisier desenvolveu vários experimentos que o levaram a descoberta do oxigênio. No entanto apenas a partir de 1783 Lavoisier sentiu segurança para rejeitar completamente a teoria do flogisto, e foi quando ele justamente elaborou sistematicamente os resultados experimentais conforme a teoria do calórico. Em tal teoria postula-se a existência de uma substância imperceptível que fluí entre as substâncias e altera a sua temperatura. Tal fluído pode não ser criado nem destruído e a quantidade de calor transmitido é proporcional à massa e a variação de temperatura. A partir de tal concepção era mais fácil compreender combinação química das substâncias e os três estados de agregação (sólido, liquido, e vaporoso). Conforme Friedman (1999, p. 273), a teoria da combustão de Lavoisier envolve dois objetivos relacionados, por um lado, explicar as interações químicas entre os corpos inflamáveis e o oxigênio, por outro lado, explicar processo físico na produção do calor. Tal processo era explicado justamente pelo calórico e outras substâncias subjacentes na combustão.

motrizes): na medida em que é um conceito fluxional das relações específicas da matéria e é homogêneo ao domínio fluxional *a priori* da intuição. Kant elabora uma teoria matéria que que pretende explicar os experimentos químicos conforme a unidade matemática do espaço e do tempo. Nesse caso, as reações químicas, os estados da matéria, e explicação das composições e dissoluções químicas, devem obedecer ao modelo fluxional de quantificação. Para ligar a química aos procedimentos de quantificação da *Crítica da Razão Pura*, Kant elabora uma teoria matéria conforme forças motrizes, de modo que a determinação quantitativa de elementos específicos pode ser julgada pelos princípios fluxionais da determinação da matéria (OP, 22:194). Fica claro na passagem acima que o éter é derivado do conceito matemático da unidade do espaço e do tempo. E é o modelo fluxional da intuição formal que torna impossível a teoria atômica da matéria[60].

A partir do princípio éter Kant pensa ser possível estabelecer a transição entre as condições de objetividade da primeira crítica para a química de Lavoisier, de modo que o conceito de éter permite estabelecer as condições de possibilidade dos experimentos da química. Nesse caso, o éter possui uma função muito distinta das forças fundamentais do MAN. O éter não é meramente uma concepção da matéria que visa tornar inteligíveis as leis da química, o éter, como condição de todas as forças motrizes da matéria, é condição objetiva da experiência. Isso quer dizer que o éter reúne as condições para que os experimentos químicos sejam objetivos. Do mesmo modo que o espaço e o tempo *a priori* garantiam a objetividade dos procedimentos cinemáticos da física newtoniana, os procedimentos quantitativos da química têm que ser assegurados *a priori* pelo conceito de matéria. Mas isso só é possível se se determinar uma matéria *a priori* da mesma maneira que o espaço e tempo. A intuição formal do espaço e do tempo garante os procedimentos determinação objetiva da física newtoniana. É no domínio formal da intuição que se aplica

[60]No entanto, foi a teoria atômica da matéria que obteve sucesso na determinação do peso dos elementos químicos, isto é determinação da especificidade da matéria segundo o peso. Conforme Hans-Werner Schütt explica foi "JohnDalton (1766–1844em seu famoso livro *A New System of Chemical Philosophy* (três partes, dois volumes, 1808-10, 1827), quem uniu atomismo e química de maneira inovadora ao definir elementos químicos como matéria consistindo de átomos do mesmo peso relativo em relação ao peso atômico dos outros elementos. Como consequência da sua teoria, Dalton, declarou que se existem diferentes pesos relativos para a mesma combinação, então a razão dos pesos deve ser pequenos números inteiros (a lei das proporções múltiplas)" (2008, p.238)

as leis da física, pois a regra de determinação objetiva contido na lei é um procedimento efetivo de cálculo ou de construção geométrica feito *a priori;* conforme a unidade fluxional do espaço e do tempo. As leis da química estabelecem procedimentos efetivos de determinação objetiva, não no domínio formal do espaço e do tempo, mas no domínio empírico da matéria. Nesse caso, junto com o espaço e o tempo, a matéria é condição de possibilidade da determinação objetiva: "Existe somente um espaço, um tempo, e uma matéria, em que todos os movimentos podem ser encontrados. O princípio real e objetivo da experiência que, em sua forma, equivale a um todo unificado, sem deixar nenhum espaço sem preencher (por dentro ou fora [dos corpos]). Contém todas as forças motrizes" (OP, 21:224). Dessa forma, Kant tem a necessidade de estabelecer o éter como princípio *a priori*:

> Matérias motrizes primordiais pressupõem um material, penetrando e preenchendo todo o espaço cósmico, como condição da possibilidade da experiência das forças motrizes neste espaço. Este material primordial não é concebido hipoteticamente, para explicação do fenômeno. Pelo contrário, está contido identicamente pela razão, como material *a priori* e categoricamente demonstrável, na transição da fundamentação da metafísica da ciência natural para a física (OP, 21:223).

Basicamente a prova do éter consiste em dizer que o éter deve existir, pois é uma condição da experiência possível, na medida em que toda percepção de objetos externos exige que algum material afete os sentidos. Com efeito, o espaço vazio é um não-ser que não pode ser percebido, sendo assim o espaço sensível deve ser preenchido por um material contínuo, sem intervalos. Em linhas gerais, Kant nega a possibilidade do espaço vazio por que: "A não existência não pode ser provada" (OP, 21:219). "Não pode existir nenhuma experiência do espaço vazio, nem pode ser inferido como um objeto da experiência, A fim de ser informado da existência de uma matéria, eu exijo a influência da matéria sobre os meus sentidos" (OP, 21:216). O espaço vazio é um conceito impossível, pois ele está em contradição com a noção de percepção. Desde que a percepção só é possível se algum material influencia os sentidos, segue-se que o espaço sensível deve ser preenchido por uma matéria contínua. O éter é assumido como condição da experiência de objetos externos porque nós não podemos *pensar* que existe um espaço vazio (OP, 21:227). A prova do éter segue-se do princípio de não contradição. O éter deve ser assumido, porque subjetivamente concorda com a possibilidade da experiência, segundo o princípio de identidade (*Opus*, p.21:228). É uma prova indireta do éter estabelecida pelo método apagógico (21: 603-604)[61].

Pode-se pensar que Kant, ao provar a existência do éter, reformula o método de prova da filosofia transcendental quando assume demonstrações indiretas de princípios sintéticos *a priori*. Neste caso, a prova do éter se refere à real existência de um objeto sensível elementar o qual é condição de todos os objetos externos. O problema é que Kant utiliza argumentos indiretos, próprios das ideias regulativas da razão, porém o papel desempenhado pelo éter não de uma ideia regulativa, pois ele é constitutivo em relação à experiência possível. No período em que Kant compõe os manuscritos que provam o éter, ele não possuía meios suficientes para explicar o papel do éter. Por um lado, o éter é um postulado *a priori* da razão, que pode ser assumido apenas subjetivamente. Ou seja, o éter tem o mesmo *status* que uma ideia da razão. No entanto, ele é condição da experiência, assim como o espaço e tempo, na medida em que fundamenta a possibilidade dos experimentos químicos. Os manuscritos que esboçam a prova do éter possuem uma nota anexa que mostra que mesmo Kant pensava ser estranho o papel do éter. Em todas as versões desta nota Kant diz ser estranha a maneira de se provar a existência do éter, uma destas versões é a seguinte:

[61]No que se refere a prova do éter, os principais nomes da literatura secundária parece que não prestaram atenção no modo como Kant diz provar o éter. Por exemplo, Friedman e Guyer, assumem que se trata de uma prova transcendental ostensiva acerca da objetividade do éter (cf Friedman, 1992, p. 309; Guyer, 2005, p.74-77). No entanto, tal método é muito diferente de prova direta objetiva (ostensiva), como Kant fez na *Dedução dos Conceitos Puros do Entendimento* (KrV, A 794/B 822). O caráter subjetivo do método apagógico, já está definido na *Doutrina do Método Transcendental*, o que torna a prova do éter consoante com as regras metodológicas da primeira crítica.Na *Doutrina Transcendental do Método*, há uma distinção entre provas diretas e provas indiretas (KrV, A 789/B 817). A prova direta é ostensiva, pois apresenta objetivamente o que nós queremos provar “[...] a qual está combinada com a convicção da verdade e simultaneamente com a visão das suas fontes” (KrV, A 789/B 817). Já a prova indireta (apagógica) é baseada sobre numa inferência lógica de acordo com o princípio de não-contradição (A 791/B 819). È exatamente a forma da inferência lógica que estabelece o éter. De fato, Kant não mostra que existe o éter, mas apenas mostra que o espaço vazio está em contradição com a possibilidade da experiência. Se Kant queria provar o éter objetivamente através do método apagógico no *Opus Postumum*, ele poderia estar sucumbindo à ilusão dialética, na medida em que o éter (como objeto) é derivado de um princípio formal(A 60/B 85).

> Existe algo estranho acerca deste método de provar a existência de um mundo material especial que penetra todos os corpos e constantemente agita-os internamente, pela atração e repulsão. Pois o fundamento da prova é subjetivo, e derivado das condições de possibilidade da experiência, que pressupõe forças motrizes e exclui o vazio, a fim de preencher o espaço com uma matéria sempre ativa que pode ser chamada de calórico, ou outra, etc. fundamentar esta proposição a priori e não hipoteticamente sobre conceitos é estranho. Não somente temos o direito de fazer isso, mas também a necessidade de postular tal material universalmente distribuído é fundamentada no conceito deste material como espaço pensado de maneira hipostática (OP 21:221).

O éter é uma ideia da razão que pode ser estabelecida apenas subjetivamente mediante provas indiretas, no entanto, é condição de possibilidade da experiência, principalmente aquelas relacionadas à estrutura da matéria. Portanto, conforme o final da passagem, é necessário postular *a priori* o éter, isto é, o éter é uma ideia da razão hipostasiada, no sentido de que se pensa como existente um mero objeto de pensamento. Na Crítica *da Razão Pura*, isso era uma ilusão transcendental atribuída ao realismo transcendental. Kant hipostasia o éter, não porque cede ao dogmatismo[62]. O problema que Kant visava resolver está estritamente relacionado ao surgimento das ciências experimentais. Kant queria explicar a possibilidade de uma teoria da matéria que fundamentasse as determinações objetivas dos experimentos. A concepção fluxional do éter kantiana não teve nenhum correlato bem-sucedido na história da ciência, pelo contrário, foi a concepção atômica da matéria que pela primeira vez fundamentou os experimentos quantitativos da química de Lavoisier. Contudo, a questão é que o desenvolvimento da ciência mostrou que os termos teóricos, tal como o éter ou átomo, são constitutivos (e não meramente regulativos) na elaboração das teorias e leis científicas. Assim, o problema de Kant é explicar como as ideias da razão podem fundamentar a estrutura da matéria tendo vista as ciências experimentais.

Como propomos no capítulo anterior, as forças fundamentais são ideias da razão e em 1786, tendo em vista a fundamentação metafísica da mecânica newtoniana, Kant propõe que estas forças como princípios meramente regulativos. São princípios que permitem pensar que existe uma natureza material que é conforme as leis do entendimento.

[62] Tusling, por exemplo, acredita que Kant esteja reformando a filosofia transcendental por influência do Idealismo alemão.

Por outro lado, a objetividade é estritamente assegurada pela unidade das categorias que asseguram a unidade, ou universalidade, dos princípios demonstrativos da mecânica newtoniana. A classe de todos os objetos possíveis, determinados pela mecânica newtoniana, é determinada pelos princípios do entendimento. Ou seja, a objetividade é assegurada pela unidade dos procedimentos primitivos das ciências, o que Kant chama de forma do conhecimento, e esta forma determina a classe dos objetos possíveis. Por outro lado, a matéria do conhecimento não é fundamento da objetividade, responder à questão "o que é a matéria?", ou qual a essência da matéria, é um debate metafísico. Para além da estrutura matemática estabelecida por Newton, não podemos responder objetivamente às questões referentes à matéria. Assim, o debate moderno acerca da natureza da matéria é baseado sobre uma ontologia que tem pressupostos subjetivos, ou a partir de ideias da razão, como propõe Kant em 1786. Aliás, nesta obra Kant assume a necessidade de se assumir uma teoria da matéria, pois de outro modo não é possível pensar como a natureza pode ser isomórfica com a foronomia. A fundamentação metafísica de Kant da ciência da natureza, pretende fazer o acordo entre natureza e ciência, não segundo uma teoria das substâncias que deve assegurar a realidade objetiva da ciência, mas apenas a partir de ideias regulativas como exigência para que o cientista tenha uma bússola orientadora.

Porém, como vimos nesta seção, em 1800 Kant parece admitir que a teoria da matéria tem um papel em relação a noção de objetividade (entendida como acordo intersubjetivo a partir de procedimentos de decisão), dado o surgimento da nova tradição de pesquisa baconiana. A concepção de conhecimento cientifico e objetividade em Kant é pautada na tese que a forma estabelecida pelas operações primitivas da ciência deve possuir as condições para estabelecer uma classe de objetos e desse modo assegurar a objetividade dos seus juízos a partir da unidade contida nestas operações. Estaria Kant, em *Opus Postumum*, modificando a sua noção de objetividade e de ciência? Na verdade, o ponto de Kant é outro, ele descobre que as ideias da razão têm um papel constitutivo em relação criação das operações primitivas das ciências. Vale dizer, as ideias da razão explicam como o cientista vem a conceber o sistema formal de operações primitivas que estabelecem a ciência. As ideias não são constitutivas em relação à objetividade, mas em relação à prática cientifica. Kant está diante de uma nova ciência e em *Opus Postumum*, principalmente a partir dos últimos manuscritos, podemos entender que Kant investiga como é possível construir uma ciência? A resposta de Kant não é metafísica, mas antropológica. Como vimos no primeiro capítulo, na concepção de Kant a ciência opera a partir de princípios que explicitam a forma de um sistema, e a intuição do formal do espaço bem como as categorias pretendem captar as condições de possibilidade da estrutura formal constituída pelas operações primitivas da ciência. Se contrapondo a concepção tradicional, Kant propõe que a forma precede a matéria, de modo que as operações formais das ciências expressam uma estrutura formal que é condição da classe dos objetos determinados pela ciência. Do mesmo modo, a intuição formal expressa a forma da estrutura relacional da classe dos objetos possíveis das ciências exatas. As intuições puras do espaço e do tempo expressam esta forma. Em *Opus Postumum*, vamos ver a afirmação de Kant de as ideias da razão são intuições que precedem a experiência, mas também são pensamentos auto-criados pela razão. Em conformidade com a nossa interpretação, e se consideramos este manuscrito de Kant, estas afirmações podem ser interpretadas da seguinte maneira: as ideias da razão são condição da estrutura formal que constitui a experiência (forma). Como veremos, as ideias expressam uma visão de mundo a partir da qual o cientista constrói o sistema científico segundo operações formais.

Kant visualiza uma solução para este problema nos seus últimos manuscritos que pertencem ao *Opus Postumum*, trata-se do primeiro fascículo de 1800-1803. Para resolver o problema sobre como ideias podem gerar procedimentos efetivos – uma ciência - Kant reformula a sua noção de ideias da razão. A fim de entendermos como Kant pôde pensar que as ideias geram procedimentos efetivos de determinação de objetos, é necessário entender outro problema da filosofia kantiana relacionado à aplicação das ideias. Trata-se do uso das ideias no domínio da antropologia.

5-6 *Opus Postumum*: Ideias da razão e o domínio da antropologia pragmática

Propomos que o Kant tardio tenha desenvolvido uma nova concepção de orientação racional. Em *Opus Postumum*, Kant desenvolve uma concepção de racionalidade onde as ideias não representam entidades inteligíveis, pelo contrário as ideias são representadas como valores constituídos pelo homem. Esta nova concepção de racionalidade surge na medida em que Kant desenvolve uma concepção pragmática de natureza humana na década de 1790.

Kant, em seus escritos tardios, concebe uma antropologia que visa explicitar o domínio de aplicação dos princípios *a priori*. Esta é a tese de Loparic, segundo a qual a antropologia pragmática abarca todos os domínios em que o homem pode agir segundo representações *a priori*. A antropologia pragmática não é o estudo do que a natureza faz do homem (natureza em sentido teórico), mas daquilo que o homem "[...] faz de si mesmo, ou pode e deve fazer como ser que age livremente" (Anth, 7:119). Ou como Kant expressa em *O Conflito das Faculdades*, a natureza humana é a capacidade "[...] de realizar fins pelas suas próprias forças" (7:43). Como Loparic bem define, trata-se de uma "teoria não fisiológica e portanto não naturalista da natureza humana" (Loparic, 2003, p.9). Sendo assim, " [...] o objeto da antropologia pragmática é, portanto o homem ou a natureza humana compreendida como conjunto de condições subjetivas – faculdades, predisposições, propensões, tendências, caráter – favoráveis ou desfavoráveis para a execução de regras tanto teóricas como práticas" (Loparic, 2007, p.86)[63]. Por exemplo, na

[63] De acordo com Loparic, o domínio da antropologia pragmática não deve ser entendido como o domínio da experiência possível constituído pela aplicação das categorias à intuição. Os objetos dados no domínio da cultura e do fazer humano devem ser apreendidos pela antropologia pragmática de um modo distinto daquele conhecimento empírico obtido pela aplicação das categorias às estruturas formais do espaço e do tempo. Os objetos da antropologia pragmática obtêm a sua significação na medida em que compreendemos o homem segundo uma causalidade livre. Neste caso, trata-se de entender a natureza humana e os seus produtos como pertencentes a um domínio de significação distinto da causalidade natural. Em Linhas gerais, os historicistas alemães adotam uma concepção muito similar, onde o estudo da realidade cultural deve ocorrer segundo um método distinto do estudo da natureza. Este é o pluralismo metodológico, defendido por Windelband, Rickert, Max Weber. As ciências humanas devem compreender a significação do agir humano a partir de valores, isto é, a causalidade do fazer humano supõe entender os valores culturais, de modo que a mais precisa descrição de um evento humano mediante leis naturais não é capaz de nos dar uma compreensão daquele evento. Isso se dá justamente porque o domínio da cultura é constituído de um modo distinto do domínio da natureza. Assim as ciências naturais são nomológicas, pois buscam estabelecer leis abstratas sobre eventos, ao passo que as ciências da cultura são ideográficas, pois buscam a compreensão de eventos particulares. Weber explica isso da seguinte maneira: "A significação da configuração de um fenômeno cultural e a causa dessa significação não podem contudo deduzir-se de qualquer sistema de conceitos de leis, por mais perfeito que seja, como também não podem ser justificados nem explicados por ele, tendo em vista que pressupõe a relação dos fenômenos culturais com ideias de valor. O conceito de cultura é um conceito de valor. A

história, conforme a segunda seção de *O Conflito das Faculdades*, o entusiasmo desinteressado dos vários povos pela revolução francesa revela ou sensifica a proposição *a priori* de que a humanidade progride para o melhor, quer dizer, o entusiasmo revela uma disposição da natureza humana em favor da ideia da constituição civil perfeita. Seguindo esta interpretação de Loparic, acreditamos que os últimos manuscritos de Kant concebem as ideias como valores que pertencem ao domínio da natureza humana, portanto não se referem a objetos inteligíveis. Tais valores permitem ao homem se orientar no mundo sensível segundo um ponto de vista humano, e não supra-sensível.

A partir do desenvolvimento da concepção pragmática de natureza humana: o homem não como ser material constituído segundo a causalidade física-biológica, mas como o sujeito capaz de se auto-produzir a partir de ideias. De acordo com a concepção de natureza em que o homem se constitui pelas suas próprias forças, Kant reformula a sua concepção de razão e consequentemente de ideias da razão. Na *Crítica da Razão Pura*, os referentes das ideias da razão pertenciam ao mundo inteligível. No uso regulativo das ideias, o objeto das ideias é meramente inteligível, o qual sensificamos mediante analogias e símbolos, a fim de podermos pensá-los. Nessa época, Kant possui apenas uma noção de natureza, onde os objetos são constituídos pelas categorias no domínio da intuição sensível. Os objetos das ideias são impossíveis nesse domínio, são conceitos incondicionados que não podem encontrar referentes segundo determinações espaços-temporais. Em *Opus Postumum*, com a nova noção de natureza dada pela antropologia pragmática, as ideias da razão não são conceitos de objetos inteligíveis, mas são protótipos intuitivos e constitutivos em relação à natureza humana, vale dizer, as ideias deixam de ser conceitos de objetos

realidade empírica é "cultura" para nós porque é na medida em que a relacionamos com ideias de valor" (Weber, 2001, p.127). Trata-se, portanto, de estabelecer um domínio de significação para os objetos que estão relacionados com o conhecimento pragmático da natureza humana. Daniel Omar Perez explica que a "[...]diferença entre o conhecimento pragmático e o conhecimento teorético está, fundamentalmente, no modo de apresentação do objeto. Esse último inclui, por um lado, o conhecimento empírico (geografia, psicologia, medicina e qualquer conhecimento fisiológico) e, por outro lado, o conhecimento *a priori* (matemático e geométrico). Sabemos que o conhecimento teórico é um conhecimento de objetos dados ou construídos na sensibilidade. No entanto, a natureza humana ou o homem entendido como *cidadão do mundo* ou *fim final* definitivamente não é um objeto da sensibilidade (como uma mesa ou o número 4). Isso significa que o espaço dos objetos da antropologia (desde um ponto de vista pragmático) não pode ser o espaço dos objetos do conhecimento teorético (empírico ou *a priori*)" (2009, p.373).

inteligíveis e passam a ser forças criadoras humanas. Kant enfatiza em *Opus Postumum* que as ideias não são substâncias fora do pensamento, " [...] mas poderes do pensamento que precedem a experiência [...] ideias são princípios subjetivos auto-criados [...]" (OP, 21:29). Ideias, como forças motrizes do pensamento, se aplicam à natureza mediante o homem (*cosmopolita*) como ser sensível habitante do mundo consciente da sua liberdade (OP, 21:31).

O papel constitutivo das ideias em relação à natureza humana é que, a partir destas forças motrizes, o homem constrói sua posição como habitante do mundo sensível. As ideias permitem ao homem assumir um ponto de vista sobre si mesmo e sobre o mundo. Neste caso, o homem "[...] como habitante do mundo, constrói uma visão de mundo [*weltbeschauung*] na ideia" (OP, 21:31). Acreditamos que as ideias deixam de representar a concepção do homem em relação a objetos supra-sensíveis, e passam a constituir os valores do homem enquanto habitante do mundo sensível. As ideias da razão representam os valores pelos quais o homem estabelece um ponto de vista sobre a vida na terra. Nesse sentido, podemos entender Kant como o precursor de algumas teses do historicismo hermenêutico alemão[64]. Evidentemente, não há como atribuir a Kant a concepção de que todos os valores humanos são temporais, contudo parece ser uma tese genuinamente kantiana que, para se tratar do homem e da realidade cultural, deve-se sempre pensar o homem como produto de valores genuinamente humanos. Para o historicismo, são as ideias de valor que estabelecem pontos de vista que conferem significação à realidade cultural, isto é, uma tomada de posição[65]. As ideias em *Opus Postumum* têm esta mesma função: estabelecem a auto-posição, que é o modo como o homem pode se auto-construir, ou seja,

[64] Nos referimos aqui à Dilthey, Windelband, Rickert e Max Weber. No entanto, conforme Joãosinho Beckenkamp (2010) explica, Dilthey e os neos-kantianos que pretenderam fundar a nova escola de historicismo, ignoraram as principais teses hermenêuticas de Kant. De Fato, o historicismo que surge com os neos-kantianos, pretende estabelecer as condições de possibilidade do conhecimento histórico do mesmo modo que Kant havia estabelecido as condições de possibilidade das ciências exatas. No entanto, esta escola do historicismo não levou em conta as teses kantianas acerca de como devemos abordar as realidades culturais.

[65] Max Weber explica esta tomada de posição da seguinte maneira: "[...] na circunstância de sermos homens da cultura, dotados da capacidade e da vontade de assumirmos uma posição consciente em face do mundo e de lhe conferirmos um sentido. Seja qual for este sentido, ele influirá para que, no decurso de nossa vida, extraiamos dele avaliações de determinados fenômenos da convivência humana e assumamos, perante eles, considerados significativos, uma posição (positiva ou negativa). Qualquer que seja o conteúdo dessa tomada de posição, esses fenômenos possuem para nós uma significação cultural [...]" (2001, p.131)

como o homem pode estabelecer o sentido das suas ações a partir de representações *a priori*.

Desse modo, nos contrapomos à interpretação de Burkhard Tuschling, que acredita que o primeiro fascículo do *Opus Postumum* - consequentemente a nova concepção de ideias da razão - mostra que Kant aderiu ao espinosismo e às teses de Schelling (1991, p.122). Do nosso ponto de vista, o *Opus Postumum* expressa teses muito distintas do idealismo alemão, na verdade as teses de Kant expressam uma rejeição ao que o idealismo alemão propõe. O *Opus Postumum* expressa a concepção de que as ideias são produtos do homem como habitante do mundo sensível, e não do eu absoluto. No que se segue discutiremos com mais detalhes a nova concepção de Kant das ideias da razão.

5-7 Ideias como intuições: valores do mundo

Do ponto de vista antropológico, as ideias da razão são intuições: "Ideias são imagens *[Bilder]* (intuições), criadas *a priori* através da razão pura, que, [como] objetos do pensamento meramente subjetivo e elemento do conhecimento, precedem o conhecimento das coisas. Elas são *arquétipos (prototypa)*" (OP, 21:51). No *Opus Postumum*, não se encontram melhores explicações que ajustem a concepção de ideias incondicionadas à noção de imagens (ou intuições), uma vez que esta contrasta com a KrV, onde as ideias, como representações discursivas da razão, eram justamente conceitos para os quais é impossível encontrar qualquer representação intuitiva. A fim de amenizar isto, podemos encontrar um fio condutor para entender a nova noção de ideia na *Crítica Da Faculdade Do Juízo*. Tal fio condutor é a concepção de ideia estética:

> [...] por uma ideia estética entendo, porém, aquela representação da faculdade da imaginação que dá muito a pensar, sem que contudo qualquer pensamento determinado, isto é, conceito, possa ser-lhe adequado, que consequentemente nenhuma linguagem alcança inteiramente nem pode tornar compreensível. Vê-se facilmente que ela é a contrapartida de uma ideia da razão, que inversamente é um conceito ao qual nenhuma intuição (representação da faculdade da imaginação) pode ser adequada. (KU 5:314).

Uma ideia estética é um tipo de representação intuitiva que não pode ser determinada conceitualmente. Neste sentido as ideias estéticas são transcendentes, uma vez que não é possível expressá-las discursivamente. As ideias estéticas são representações que produzem movimento no ânimo, como Kant explica: "*Espírito*, em sentido estético, significa o princípio vivificante no ânimo. Aquilo, porém, pelo qual este princípio vivifica a alma, o material que ele utiliza para isso, é o que, conformemente a fins, põe em movimento as forças do ânimo [...]" (KU 5:513).

As ideias estéticas têm uma função bem distintas das ideias teórica da KrV em relação à sensibilidade. As ideias na primeira crítica são produtos finais da razão, elas estabelecem princípios inteligíveis independentemente do resultado sensível que elas podem causar. As ideias estéticas, pelo contrário, colocam o ânimo em movimento: funcionam como forças criadoras que levam o gênio a produzir obras de arte. A nova noção antropológica de ideia no *Opus Postumum* herda algumas características das ideias estéticas que movem o gênio. As ideias no *Opus Postumum* são representações que movem o sujeito: são forças motrizes que fazem o homem se posicionar no mundo, isto é, representam as forças que constituem a natureza humana. Ou seja, não se trata da causalidade no domínio físico da natureza, onde as forças motrizes se referem à produção do movimento físico, mas se trata do domínio onde as forças motrizes do pensamento produzem as ações humanas. Portanto, as ideias em sentido antropológico, representam o modo como homem se auto-produz, segundo suas forças.

Seguindo a analogia com as ideias estéticas, as obras de arte belas são feitas pelos gênios que possuem a capacidade de expressar o inefável. Uma obra de arte que possui espírito é aquela na qual o gênio conseguiu transmitir ou expressar uma ideia estética. Espírito é a capacidade de transmitir ideias estéticas: "O último talento é propriamente aquilo que se denomina espírito; pois expressar o inefável no estado de ânimo por ocasião de certa representação e torná-lo universalmente comunicável – quer a expressão consista na linguagem, na pintura ou na arte plástica [...]" (KU 5:317). Por outro lado, assim como as obras de arte são expressões do espírito do gênio, o espírito do homem expressa as ideias: "Deus, o Mundo, e o Eu; Deus, o mundo e o espírito humano, como aquele que combina os dois primeiros" (OP, 21:23).

A partir desta tese, Tuschling acredita que Kant tenha se identificado com as teses do idealismo alemão, principalmente Schelling. O primeiro fascículo de 1800 a 1803, de acordo com Tuschling, mostra que Kant apresenta o idealismo transcendental como uma forma do espinosismo e do idealismo alemão (1991, p.122). Nesse caso, o espírito, a que Kant se refere, deveria representar uma unidade absoluta pela qual se resolvem as dicotomias kantianas. Contudo, Kant não aderiu a nenhuma espécie de espírito absoluto, pelo contrário, Kant mantém a concepção crítica: "Um conceito é entusiástico se aquilo que está no homem é representado como alguma coisa que está fora dele, de modo que o produto do seu pensamento é representado como uma coisa em si (substância)" (OP, 21:26). Em outra passagem Kant se refere diretamente à Espinosa: "O conceito de Espinosa de Deus e homem, de acordo com o qual o filósofo intui todas as coisas em Deus, é entusiástico [*schwärmerisch*] (*conceptus fanaticus*)". Em *Opus Postumum*, o espinosismo continua sendo entusiástico para Kant [66].

Na verdade, o espírito que expressa as ideias pertence ao mundo constituído pelo homem. Como Kant enuncia várias vezes no primeiro fascículo, as ideias são produtos do homem enquanto habitante do mundo no qual ele opera (cf. OP, 21:41, 21:78, 21:59, 21:86, 21:94). As ideias representam o modo como o homem pode ser originador da sua posição no mundo (OP, 21:78), isto é, as ideias expressam o que o homem pode ou deve fazer de si mesmo. As ideias em *Opus Postumum* são forças criadoras que se impõem sobre o homem, nesse caso promovem uma afecção sobre o homem: "Filosofia transcendental é o princípio (racional) de um sistema de ideias que são problemáticas [...] mas devem, contudo, ser pensadas como forças possíveis afetando o sujeito racional: Deus, o mundo, e o sujeito afetado pela lei do dever: o homem no mundo" (OP, 21:86). As ideias de Deus e de mundo afetam o sujeito racional (o qual é o homem no mundo, afetado pela lei do dever). Se considerarmos a analogia com as ideias estéticas, a afecção das ideias da razão

[66] Em *O que significa Orientar-se no Pensamento?* (1786), Kant se refere pejorativamente ao espinosismo de Jacobi como entusiasmo delirante "[...] o espinosismo leva diretamente ao devaneio. Em contrapartida, não há nenhum meio seguro de arrancar pela raiz todo o entusiasmo delirante a não ser a determinação dos limites da capacidade da pura razão" (WDO, 8:144). Vale citar Paul Guyer que também discorda da interpretação de Tuschling, "[...] mesmo a concepção de natureza e Deus como constituindo um sistema fundamentado num substrato singular do pensamento humano [...] dificilmente conta como um movimento para o espinosismo [...] pelo contrário, é uma declaração radical do antropocentrismo teorético e prático ao qual Kant tem desenvolvido em sua filosofia madura" (Guyer, 2005, p.280-281).

sobre o homem deve provocar o sentimento do inefável sobre ânimo. Determinar a afecção causada pelas ideias é expressar este sentimento inefável, tal expressão é o equivalente à comunicação universal através da obra de arte. Deste modo, determinar a afecção causada pelas ideias (o sentimento inefável) é o mesmo que dar um sentido (expressar) a este sentimento. Ao estabelecer o sentido, ou ao exprimir o inefável provocado pelas ideias intuitivas, o homem constrói um sentido. Quem determina o sentido da ideia de Deus e de mundo é o homem, portanto o que expressa o sentido das ideias transcendentes são os valores humanos. Tais valores humanos são uma tomada de posição (auto-posição): a determinação de um sentido humano (sensível) para as ideias incondicionadas de Deus e de Mundo[67].

[67] O homem determina o significado da ideia de Deus segundo o ponto de vista dos seus valores. Para Kant, o homem livre deve adotar o seguinte *ponto de vista* sobre Deus: “Há um Deus, a saber, na razão moral prática *humana*, como determinação das ações no conhecimento dos deveres humanos como se fossem comandos divinos – “nós somos originariamente uma raça divina” com respeito à nossa vocação e disposições” (OP, 21:30). De acordo com essa passagem, assumir deveres como comandos divinos significa que a humanidade tem vocação e disposição para se constituir como uma raça divina. *Do ponto de vista* (valores) do homem submetido à lei moral, Deus é a expressão ampliada do dever, ou um ponto de vista que coloca o homem como pertencente a uma raça divina. Neste caso, a ideia de Deus é um modo de se avaliar os objetivos da espécie humana. Em outra passagem significativa do *Opus Postumum*, Kant diz o seguinte: “Há dois modos no qual os homens postulam a existência de Deus; eles dizem algumas vezes: existe um juiz divino e vingador, pois a vilania e o crime requerem a extinção dessa raça repugnante. O outro modo [de postular], a razão pensa em um empreendimento do qual o homem é capaz – ser capaz de colocar a si mesmo na mais alta classe, a saber, aquela dos seres autônomos (através da razão moral prática), e elevar-se a si mesmo acima de todos seres meramente sensíveis (e ele tem vocação para fazer isso); ele é um tal ser, não apenas hipoteticamente, mas está destinado a entrar naquele estado, de ser o originador (criador) da sua própria posição”. (22:117-118). -prática. O objetivo da razão moral–prática é apenas que o homem se considere autônomo, capaz de originar a sua própria posição. Deus representa este objetivo à medida que representa a vocação do homem, o que ele quer fazer de si na terra. Deus representa um valor a partir do qual a humanidade identifica o seu lugar no mundo, e pretende cumprir a sua destinação. Deus, dessa maneira, não pode auxiliar o homem em nada. Não há mais providência divina ou uma causalidade inteligível: “Deus não pode fazer o homem melhor, ele deve fazer isso por si mesmo” (OP, 21:37). A ideia de Deus não garante a felicidade em proporção à virtude, mas representa uma *visão de mundo* do homem sobre a sua vocação para executar o dever. A ideia de Deus é a mera expressão de um valor humano, um ponto de vista acerca da autonomia segundo a lei moral De uma maneira parecida, Eckart Förster acredita que em *Opus Postumum* o sumo bem passa a estar no plano social: “[...] Kant agora baseia-se na concepção de que o sumo bem como fim inseparável da razão moral pode ser somente um bem social, um mundo comum baseado sobre leis da virtude” (2000, p.140).

5-8 Visão de Mundo e a manufaturação da natureza

A partir desta nova concepção de ideias, podemos pensar como é possível as ideias possuírem um papel constitutivo em relação à ciência. A doutrina da auto-afecção na *Crítica da Razão Pura* estabelece as condições formais da objetividade. Na medida em que o entendimento afeta a sensibilidade, produz as relações fluxionais de sucessão e coordenação. Todos os dados sensíveis podem ser transformados em intuições determinadas, isto é, concebidos em relações formais espaços-temporais. Como vimos, a química de Lavoisier introduz inovações metodológicas que permite estabelecer determinações objetivas em relação à diversidade da matéria. Os procedimentos de determinação objetiva de Lavoisier não se reduzem às relações espaços-temporais. O conceito de matéria tem um papel constitutivo em relações às determinações objetivas da química de Lavoisier, o que não permite compreender as condições de objetividade da química a partir a apenas das condições explicitadas pela *Synthesis speciosa*. O que está em jogo no projeto de transição kantiano, não é meramente estabelecer uma teoria da matéria a fim de explicar as condições de objetividade da físico-química. Kant pretende explicar como sistemas científicos são criados, antes de se conceber a unidade formal (sistema dos princípios do entendimento) que é condição da objetividade, Kant quer compreender como se pode chegar a um sistema formal. Após a publicação da *Crítica da Razão Pura*, as ciências baconianas obtiveram amplo sucesso com o estabelecimento da química de Lavoisier. E as condições de possibilidade desta prática científica não foram contempladas na primeira crítica. Assim, a questão que Kant está enfrentando nos seus últimos manuscritos é: dada a objetividade das ciências experimentais, como é possível construir um sistema formal da natureza? Ou seja, a questão é: afinal o que promove os empreendimentos científicos? Na *Crítica da Razão Pura*, a mecânica é assegurada no domínio formal da objetividade é a doutrina da auto-afecção, onde os objetos são concebidos segundo relações cinemáticas formais impostas pela espontaneidade. No entanto, nos últimos manuscritos do *Opus Postumum*, Kant quer saber o que direciona, ou como é possível a construção deste sistema relacional que a é base do sistema científico mecanicista newtoniano. Portanto, Kant quer saber as condições de elaboração das operações primitivas que asseguram a forma ou a unidade objetiva dos sistemas de resolução de problemas científicos. Como Viète, por exemplo, concebeu a ideia de que a forma das operações algébricas deve estruturar todas as operações matemáticas? Vale dizer, como o matemático pode conceber o sistema que constrói a própria noção de quantidade – vale lembrar que defendemos que concepção de análise de Viète pretende, de modo geral, estabelecer a definição implícita da quantidade, onde as operações algébricas determinam o que a quantidade.

Sugerimos que a nova concepção de ideias da razão representa um horizonte para Kant. A nova doutrina das ideias concebidas pela antropologia pragmática permite Kant elaborar uma nova doutrina da auto-afecção. As ideias são constitutivas em relação à prática científica (construção e sistemas) na medida em que afetam o homem. Na seguinte passagem Kant se refere à auto-afecção no que diz respeito a lei da gravitação universal:

> Nós não derivamos os dados da intuição da representação sensível (nem de impressões, nem de conceitos); pelo contrário, somos nós quem primeiro provemos os dados a partir do que o conhecimento pode ser fabricado (em conhecimentos possíveis): por exemplo, a atração e as leis das suas relações no espaço e tempo. *Aquele que conhece o mundo, deve primeiro manufaturá-lo – em seu próprio eu* (OP, 21:41).

Kant está se referindo aqui a constituição do domínio onde impomos as leis de relação do espaço e do tempo. Podemos conceber a atração apenas se manufaturarmos esta forma de relação. Aqui aparentemente não há nada de novo em relação a auto-afecção da primeira crítica. Porém, Kant não está se referindo à determinação da sensibilidade, mas em manufaturação do mundo (o que não significa que Kant tenha abandonado a *Synthesis speciosa*, mas apenas que ele está se referindo de um outro modo à prática científica). Mundo é uma ideia da razão. Assim, como Deus, mundo é uma ideia que só pode ser concebida segundo o ponto de vista homem. O homem, enquanto *cosmotheoros*, cria os elementos a partir dos quais determina a natureza. "Um *cosmotheoros* é quem cria os elementos do conhecimento do mundo, *a priori*, a partir do que ele, ao mesmo tempo como habitante do mundo, constrói uma visão de mundo *[Weltbeschauung]* na ideia" (OP,21:31). Constituir as relações espaços-temporais é, conforme a passagem acima, manufaturar o mundo. Porém, o mundo é uma ideia da razão. Então a auto-posição significa manufaturar um mundo, ou melhor, construir uma visão de mundo. A espontaneidade exerce a sua força constitutiva mediante ideias da razão. “Ideias não são conceitos, mas intuições puras: não são representações discursivas, mas representações intuitivas, pois existe somente um tal objeto. (Um Deus, um Mundo *(universum)* [...]” (21:79). A ideia de mundo é uma intuição pura, e a determinação desta intuição deve ocorrer segundo princípios da espontaneidade: “Atração newtoniana através do espaço vazio e a Liberdade do homem são conceitos análogos: são imperativos categóricos - *ideias”* (OP, 21:35).

Certamente a noção de intuição pura tem um parentesco com aquela noção empregada na primeira crítica. Intuir significa o modo como representamos os objetos em nossa sensibilidade. As ideias como intuições puras, determinam a nossa *visão de mundo*, a razão estabelece o modo como a imaginação deve representar objetos, isto é, a razão estabelece valores que guiam o modo como deve ocorrer a auto-afecção. Kant, portanto, assume que a nossa ideia sobre *o que é o mundo* determina a forma como intuímos objetos *a priori.* Nesse sentido a ideia de mundo é anterior a auto-afecção tal como exposta na primeira crítica, na verdade ela é condição antropológica da *Synthesis speciosa*. É justamente esta auto-afecção, guiada pelas ideias, que fornece o material para o cientista – cosmotheoros – construir o mundo. Ou seja, foi a partir de uma visão de mundo que Newton pode constituir a natureza segundo relações espaços-temporais e conceber um sistema do mundo baseado na lei da gravitação universal. As ideias da razão são constitutivas em relação à manufaturação do mundo pelo cientista. Os cientistas criam métodos que estabelecem formas sistemáticas, tal como vimos no primeiro capítulo a partir da noção de sistema axiomático contemporâneo. Como certo sistema científico pode representar a natureza? A metafísica tradicional pretende justificar estes sistemas a partir de uma ontologia, isto é, a metafísica tradicional propõe uma teoria metafísica sobre a natureza das substâncias a fim de encontrar este acordo. O que Kant propõe em *Opus Postumum*, é que os cientistas não concebem sistemas a partir de uma substância real, mas apenas através de uma visão de mundo. Tal visão de mundo guia o cientista na criação de operações primitivas (que constituem o sistema científico) e no modo como ele deve transformar os dados sensíveis a fim de estabelecer leis e teoremas.

5-9 Visão de mundo e as operações formais primitivas das ciências

Como vimos, Kant elabora a noção de sistema da natureza a partir do princípio do éter, que nada mais é do que uma ideia da razão. Kant parece desenvolver em uma série de passagens do *Opus Postumum* que esta ideia da razão é constitutiva da forma como devemos obter percepções. Kant parece elaborar uma teoria sobre como percebemos objetos a partir da ideia de um sistema de forças motrizes internas e externas à matéria. Ou seja, a teoria da matéria de Kant pretende explicar *o modo como vemos os objetos*:

> É estranho – parece mesmo ser impossível, apresentar *a priori* que se supõe percepções (representações empíricas com consciência delas): por exemplo som, luz, calor, etc. que todos juntos equivalem ao elemento subjetivo na percepção – (representação empírica com consciência) [...] (OP, 22:493).

Para estabelecer as condições *a priori* das relações empíricas deve ser pressuposto um sistema *a priori* das relações das representações empíricas. Kant esboça em *Opus Postumum* uma doutrina da auto-afecção a partir da ideia de forças motrizes, que não é mais pura e apenas segundo as relações espaços-temporais:

> […] representações empíricas, que são percepções pertencentes à física, são produzidas, como objetos, pelo sujeito. E a influência do sujeito sobre seu próprio eu produz juízos sintéticos *a priori* possíveis [...] e aqueles objetos das sensações (por exemplo, pressão, ou tração, ou rasgo) são representados *a priori* como forças motrizes, num sistema – por exemplo calórico (não meramente a matéria) [...] (OP, 22:465).

No XI fascículo de 1800, Kant afirma em uma série de passagens como esta, a tese de uma auto-afecção segundo forças motrizes que determina *a priori* as condições de possibilidade dos objetos das sensações. Nesse caso, relações empíricas entre os objetos são estabelecidas por forças pressupostas *a priori* pelo sujeito. Assim, sensações subjetivas só são estabelecidas como percepções de objetos na medida em que o sujeito impõe sobre os dados sensíveis um sistema de forças motrizes, de acordo com fim da passagem, tal sistema de forças motrizes pode ser o calórico (que parece ser apenas uma alternativa). No entanto, o início da passagem Kant diz que a influência do sujeito sobre o próprio eu produz juízos sintéticos *a priori*. Aqui nos parece que, se essa influência é exercida por uma ideia, como um sistema de forças motrizes, Kant parece estar se referindo a juízos sintéticos *a priori* obtidos a partir de uma *visão de mundo*. Neste caso, a ideia produz o modo como juízos sintéticos, enquanto operações formais primitivas da ciência, podem ser concebidos. Na seguinte na passagem Kant faz uma distinção entre representações empíricas e subjetivas e percepções de um objeto:

> Representações empíricas com consciência são meramente subjetivas, isto é, elas não são ainda representações referidas a um objeto. Quando, contudo, como impressões, elas produzem conhecimentos, elas são a percepção de um objeto – seja este um objeto externo ou interno. Representações empíricas, pensadas como efeitos de forças motrizes, é um conceito do entendimento, e não empírico, pelo contrário são postulados *a priori* pela física. Objetivo" (OP 22:463).

No caso da auto-afecção na intuição pura os dados sensíveis eram transformados em determinações espaços-temporais. Já em *Opus Postumum*, os dados sensíveis devem ser transformados em percepções objetivas segundo forças motrizes pressupostas. Nas palavras de Kant: "A transição para física consiste, primeiro, em transformar o que é subjetivo na percepção naquilo que é objetivo na aparência do objeto dos sentidos; segundo, em apresentar *a priori* a forma da intuição empírica, em relação ao sistema de percepções" (OP, 22:458). A percepção é transformada tendo em vista um sistema de forças que pretende explicar *a priori* as relações químicas e constituição empíricas dos elementos materiais. Assim, a transformação não tem em vista apenas determinar os dados sensíveis em elementos espaço-temporais, as forças pressupostas devem constituir uma estrutura de objetos levando em conta as relações específicas da matéria, tendo em vista a idealização, ou formalização das relações químicas. O sistema de percepções, a construção científica da natureza, pressupõe que as percepções sejam concebidas segundo uma noção de força motriz *a priori*. O sistema de forças *a priori* concebido a partir do éter dá a forma das percepções.

Aqui parece que o *Opus Postumum* estabelece uma doutrina da constituição das percepções que lembra as interpretações contemporâneas acerca do papel proto-conceitual das categorias na constituição das percepções. Porém este papel em *Opus Postumum* é exercido por uma ideia, que é uma visão de mundo. Este papel, exercido pela ideia, também é pré-discursivo: é a visão de mundo que leva o cientista a manufaturar a natureza a partir de formas, isto é, operações primitivas. Mas aqui Kant não está investigando as condições de objetividade de um ponto de vista epistemológico, vale dizer, não se trata de sínteses pré-discursivas empreendidas pela imaginação, conforme a interpretação corrente, mas da visão de mundo a partir de ideias imposta pelo homem sobre a natureza, somente a partir desta visão de mundo o homem manufatura a natureza. Manufaturar a natureza é justamente conceber formas sintéticas que transformam o dado em conformidade com a unidade do entendimento. As sínteses empreendidas pelo entendimento já pressupõem uma visão de mundo dada pela ideia, que é anterior a qualquer síntese do entendimento. Lembremos, é o éter que permite sistematizar a natureza segundo um sistema de forças. A ideia é anterior, ela promove a visão de mundo a partir da qual o cientista faz a construção de sistema de juízos objetivos. A visão de mundo que está por trás da tradição matemática é concepção de que a natureza física dos corpos e do movimento pode ser compreendida através da linguagem matemática, para parafrasear Galileu. Por outro lado, como vimos em Newton, a sua concepção ontológica acerca da natureza do movimento como produto da mecânica divina, caracteriza muito bem a visão de mundo que é condição da física newtoniana. Assim, em 1786 Kant trata a metafísica subjacente à tradição matemática de um ponto meramente heurístico, em *Opus Postumum*, Kant percebe que a visão metafísica do mundo do cientista é condição para a elaboração dos sistemas formais científicos.

5-10 A intradutibilidade dos procedimentos analíticos das ciências

Na primeira crítica, as formas sintéticas espaço-temporais produzem a transformação dos dados sensíveis em conformidade com a unidade das categorias. Os dados são transformados através da *Synthesis Speciosa* que impõe aos dados a forma espaço temporal, bem entendido, a *Synthesis Speciosa* manipula os dados sensíveis a fim de determiná-los como objetos formais espaço-temporais. Evidentemente não é uma manipulação laboratorial, mas é feita pelo pensamento. Isso é muito próximo da ideia de experimentos imaginários de Galileu e também praticados por Newton. Na tradição matemática de ciência do início da modernidade, concebe-se os eventos naturais a partir da estrutura geométrica do espaço, os experimentos reais ou efetivos na maioria das vezes não são essenciais para o estabelecimento da lei, o caso clássico é a lei da queda dos corpos de Galileu e o fato dele mesmo nunca ter feito um experimento efetivamente[68]. De todo modo, a questão é que na tradição matemática, que a primeira crítica pretendeu encontrar as condições de possibilidade, podemos pensar a ideia de transformação dos dados através de experimentos. Nesse sentido, a transformação de dados é representada em Kant pela *Synthesis Speciosa* que constrói uma estrutura formal que representa como os experimentos devem ser transformados a fim de serem determinados pela unidade das categorias e dos procedimentos primitivos da física-matemática. Em *Opus Postumum*, a determinação objetiva depende não das determinações espaço-temporais, mas da determinação da relação entre os elementos materiais, que não envolvem relações cinemáticas, mas depende da manipulação da matéria em laboratórios a fim de estabelecer relações matemáticas para reações químicas, vale dizer, para propriedades específicas internas da matéria. Nesse sentido a transformação analítica dos dados não deve ser conforme a *Synthesis speciosa* da *Crítica da Razão Pura*.

---

[68] Aqui a questão é que a concepção kantiana de determinação objetiva é derivada da tradição matemática de ciência. Nesse caso, as relações objetivas são estabelecidas *a priori* por procedimentos matemáticos. Por exemplo, a lei da queda livre dos corpos de Galileu é concebida no plano matemático-geométrico. Para determinar que os todos corpos em queda livre possuem a mesma aceleração, Galileu não precisou fazer experimentos, ou subir na torre de pisa. Da mera observação empírica, Galileu não poderia comprovar que todos os corpos obedecem à mesma aceleração, independentemente do seu peso. De fato a resistência não permitiria provar que corpos de peso distintos, se lançados ao chão chegariam ao mesmo tempo no solo. A lei da queda dos corpos foi descoberta por Galileu e permaneceu no plano matemático até que Boyle, cientista pertencente à tradição experimental, pôde em laboratório estabelecer o vácuo e comprovar a lei de Galileu. Diferentemente a tradição experimental, descobre as relações entre objetos naturais apenas pela experimentação laboratorial. Os experimentos são decisivos na confecção das leis, como no caso da teoria da combustão de Lavoisier.

Em *Opus Postumum*, Kant esboça outra maneira de transformar dados sensíveis, como vimos nas passagens acima, tendo em vista as transformações analíticas laboratoriais das ciências experimentais baconianas, porém não através da descrição das condições de verdade das operações de objetivação da química, isto é, Kant não propõe a descrição do domínio objetivo da físico-química, a partir do entendimento, mas através de uma ideia. Assim, a nossa tese é de que a unidade do espaço e do tempo, tal como apresentada na primeira crítica, a partir da *Synthesis speciosa*, não esgota a maneira como podemos estruturar os dados sensíveis. Agora em *Opus Potumum*, Kant está diante do problema de que os princípios sintéticos do entendimento não esgotam nem mesmo as condições da objetividade que pode ser concebida no empreendimento científico. Não é o caso de se afirmar que Kant tenha cogitado abandonar estes princípios sintéticos da *Analítica Transcendental*. Mas nitidamente ele encontra dificuldades para mostrar como estes princípios podem ser a condição de possibilidade objetiva da físico-química. Para ser, breve Kant se deparou com a intradutibilidade da quantificação química em termos da *Synthesis speciosa*.

Esta *fenda* na filosofia transcendental fez Kant pensar numa nova perspectiva acerca das ciências. Ao invés de se concentrar sobre a estrutura formal que justifica as operações primitivas da química - isto é, encontrar os juízos sintéticos *a priori* que explicitam as condições de decidibilidade da química - Kant em seus últimos manuscritos refletiu sobre as condições de criação dos sistemas científicos. Como se cria as operações formais a fim de transformar e interpretar dados objetivamente? E, por outro lado, qual é o fim da ciência? Ou seja, diante de sistemas científicos distintos e intradutíveis, Kant propõe entender qual a característica fundamental de ambos. Aqui o objetivo de Kant não é metateórico e, é claro, muito menos metafísico ou epistemológico, a resposta de Kant é antropológica. O que fundamenta o empreendimento científico e caracteriza a ciência, não é um sistema formal universal baseado em formas *a priori*, mesmo porque o seu projeto de reduzir a química à *Synthesis speciosa* não é bem-sucedido. Assim, como não foi possível construir uma metateoria para dar conta de explicar objetividade das ciências em geral, Kant faz outra abordagem das ciências em seus últimos manuscritos.

De acordo com Kant, em *Opus Postumum* os dados sensíveis são estruturados a partir do pensamento de uma determinação completa da experiência, o que é uma mera ideia da razão.

> Existe algo empírico (o elemento material da intuição sensível) que está necessariamente contido em toda experiência. Além disso, existe a exigência da determinação completa do conceito desta matéria, em todas as relações em que afeta os sentido – (como elemento formal da conexão do múltiplo empírico da intuição)- a fim de uma agregação das percepções de um objeto para contar como objeto que é encontrado na experiência. Desde que a determinação completa de um objeto da percepção (sua completa apreensão e determinação) é uma mera ideia (conceito problemático)- que é, de fato razoável para aproximação- mas não para a totalidade da percepção; experiência nunca pode prover certo tipo de prova de existência do objeto desses objetos dos sentidos, como forças motrizes da matéria (OP, 22:497-498).

Na *Crítica da Razão Pura*, o conceito de determinação completa representa um ideal da razão pura; a ideia de um todo da realidade. "A premissa maior transcendental da determinação completa de todas as coisas não é mais que a representação do conjunto de toda a realidade" (KrV, A 577/B 605). O conjunto de toda a realidade tem por fundamento um substrato transcendental que contém a provisão da matéria para determinar todos os predicados possíveis das coisas, "[...] então este substrato não é senão a ideia de um todo da realidade" (KrV, A 575/B 603). Em conformidade com as passagens que temos visto, em *Opus Postumum,* a ideia de mundo – que representa a determinação completa dos objetos no mundo - pretende estabelecer o conceito de um material que permita uma a aproximação a este ideal da razão, uma visão de mundo produzida pelo homem. A fim de estabelecermos as condições *a priori* da determinação empírica dos dados empírico da percepção, devemos conceber o conceito de um elemento material que é o substrato transcendental de toda realidade empírica possível. A determinação objetiva da natureza obtida pelas operações formais primitivas criadas pelos cientistas supõe este substrato transcendental. A determinação objetiva dos dados sensíveis ocorre pela determinação *a priori* de todas as possíveis relações que os objetos empíricos podem ter entre si. Nesse caso, o papel do cientista é antecipar as forças empíricas da natureza num sistema concebido idealmente pelo homem. As relações objetivas são concebidas *a priori* em sistema do mundo manufaturado[69].

No pensamento tardio de Kant, a explicação do empreendimento científico é uma construção humana segundo ideias da razão. A ideia de mundo, enquanto intuição é o substrato transcendental do real, o qual é transcendente, isto é, a totalidade incondicionada da realidade é inefável. Porém, o homem pode construir ou manufaturar sistemas *a priori* para a determinação da realidade empírica. Sistemas científicos manufaturados expressam pontos de vista da realidade construídos pelo homem. Kant assume que a noção de mundo ou natureza é uma ideia auto-criada pela razão, como vimos anteriormente, as ideias só podem ser expressas como valores humanos, o mundo que o cientista pretende manufaturar nada mais do que a sua *visão de mundo*.

A manufaturação da natureza é feita por operações primitivas formais, porém o que promove a construção de tais sistemas de manufaturação é a ideia de mundo. A ideia de mundo representa um ideal transcendental que produz uma visão de mundo, que cientista visa expressar em um sistema. Como vimos na seção anterior ideias em *Opus Postumum*, pelo menos nos últimos manuscritos de Kant, podem ser entendidas como objetos da razão que produzem os valores humanos. Mas como isso pode funcionar em relação a ideia de mundo? Como vimos, em uma série de passagens dos últimos manuscritos de Kant, se faz referência a noção de que as ideias devem preceder os aparecimentos: "Ideias precedem as

---

[69]Kant buscou manufaturar um sistema como substrato transcendental a partir do éter a fim de estabelecer as relações entre os elementos químicos. Na seguinte passagem podemos ver Kant tentando estabelecer a relações entre os elementos químicos a partir do éter como base. "O princípio da experiência da realidade de certas espécies de matéria (material) – que é universalmente distribuída, etc; é o de uma espécie que contém a base para outras espécies (por exemplo, ácido muriático); ou contém a base universal de todas as forças motrizes primitivas (chamado calórico)" (OP, 22:478).O éter é base de explicação para todas as forças. É o conceito de um material que determina a realidade *a priori* das relações empíricas entre os elementos químicos. Esta base *a priori* segundo Kant é apenas um conceito relacional, assim como são o princípio do espaço e do tempo. A partir deste princípio relacional Kant busca explicar, por exemplo, como é possível a dissolução química, como separar o hidrogênio da água. Conforme Kant explica: "A separação de duas matérias uma da outra, como no caso do hidrogênio da água 9 em que a parte restante, como o oxigênio, unido com o ferro, entretanto, o mesmo tempo, entregando o todo penetrante calórico) não estabelece um material leve etc., exceto como meramente problemático. Existe somente uma base *(materia substrata)*" (OP, 22:508-509) .

aparências no espaço e no tempo" (OP, 21:88). As ideias representam totalidades auto-criadas pelo pensamento e determinam o modo como concebemos o mundo. Nesse sentido, enquanto Newton vê a natureza como produto de forças mecânicas divinas, o químico deve, a partir da ideia de éter de Kant, conceber o mundo como um sistema de forças motrizes que constituem todas as relações empíricas possíveis. O mundo é a totalidade de objetos possíveis, porém pode-se concebê-lo de diversas formas:

> O mundo (que é também chamado natureza, pensado substantivamente) é a totalidade dos objetos dos sentidos (*universum, universitas rerum*). Esses objetos são coisas em contraste com pessoas. Tomado neste sentido, pode, assim, somente existir um mundo, desde que a totalidade é somente uma; a pluralidade de mundos (*pluralitas mundorum*) significa somente a multiplicidade de muitos sistemas dos quais pode haver uma quantidade inumerável, juntos com suas formas diferentes e relações reais (seus efeitos no espaço e no tempo). (OP, 21:30)

De acordo com esta passagem a ideia mundo é única e imutável. Porém pode haver uma quantidade inumerável de sistemas que explicitam diferentes formas e relações reais. Ou seja, como temos defendido, Kant propõe que é ideia de mundo é única, porém a maneira como concebemos um sistema formal que dê conta das relações objetivas pode ser concebido de inúmeras formas. É justamente na margem desta passagem no manuscrito que Kant escreve a passagem já citada acima: "Um *cosmostheoros* que cria os elementos do conhecimento do mundo, *a priori*, do qual ele ao mesmo tempo que é habitante do mundo, constrói uma *visão de mundo* na ideia" (OP, 21:31). Ou seja, os sistemas científicos criados, que podem ser inúmeros, nada mais são do que uma visão de mundo do cientista. A concepção kantiana de ideias em *Opus Postumum* pode ser entendida a partir da noção contemporânea de valor, criada pelos neo-kantianos, do início do século XX. Aqui fica claro, onde queremos chegar: Kant está diante da intradutibilidade da quantificação química de Lavoisier em termos da cinemática física newtoniana, o que Kant parece conceber como visões de mundo distintas, pelo menos neste último manuscrito. Embora a noção de éter tenha como objetivo unir as duas concepções de ciência, porém ela foi elaborada em um manuscrito anterior ao 1º fascículo.

Como tratamos na seção anterior, as ideias, criações do pensamento, não podem ser representadas em si, mas apenas a partir do ponto de vista humano. Certamente podemos dizer que Kant já admitiria na primeira crítica que os princípios transcendentais do entendimento representam as condições universais do conhecimento humano – tendo em vista que se trata da relação do entendimento com a sensibilidade humana. Porém, a novidade é que Kant admite em *Opus Postumum* a multiplicidade de possíveis sistemas da natureza que representariam visões de mundo distintas, criadas pelos cientistas. Conforme a passagem acima (OP, 22:497-498), a ideia da razão que representa totalidade dos objetos é a representação da determinação completa dos objetos dados. Assim, o que Kant sugere é que, embora possa haver sistemas científicos distintos, todos possuem como objetivo representar o ideal de uma determinação completa da natureza. É justamente este ideal que promove a criação de sistemas formais pelos cientistas a fim de representar sistemas de relações da natureza.

Como nós vimos, no primeiro capítulo, o ideal de uma determinação completa da natureza e de todo conhecimento é um ideal moderno, o que é caracterizado *Characteristica Universalis* de Leibniz. O fundamento de uma linguagem que fosse capaz de determinar toda natureza deveria conter um alfabeto com os termos primitivos, que expressariam a essência última das coisas, e permitiria determinar o valor de toda e qualquer proposição sobre qualquer coisa dada no mundo. Como vimos, Kant inverte essa noção de determinação completa de um sistema: não é pelo conteúdo expresso pelos seus termos primitivos que é possível obter uma determinação completa, mas são operações primitivas que expressam a forma das relações que permite captar uma estrutura completa, como no caso da matemática. Certamente, pode-se supor que Kant pretendeu com a primeira crítica estabelecer as condições metateóricas que explicitassem a completude das operações formais primitivas da física e da matemática, evidentemente, não que, principalmente no caso da física, as operações formais primitivas fossem suficientes para determinar as condições de verdade de todas as proposições físicas, mas que as condições gerais metateóricas estabelecidas pelos princípios do entendimento garantiriam as condições de verdade de todas as possíveis proposições físicas, mesmo aquelas em que as operações de determinação objetiva ainda não tivessem sido inventadas. A *Crítica da*

Razão Pura dá um passo fundamental em direção a uma concepção filosófica não fundacional da ciência, isto é, Kant propõe uma explicação da ciência sem pretender justificar os fundamentos do acordo entre os sistemas científicos e a natureza. Porém, Kant imaginou que fosse possível fundamentar os princípios das ciências a partir de uma metateoria geral que estabelecesse as condições de verdade das ciências exatas, ou seja, Kant pretendeu explicar a unidade da ciência a partir dos princípios do entendimento.

Diante da intradutibilidade das ciências experimentais do século XVIII, Kant radicaliza em seu anti-fundacionalismo em relação a natureza da prática científica. O que fundamenta o empreendimento científico na busca da determinação completa da natureza é uma ideia da razão. Uma ideia auto-criada. Ou seja, o fundamento da prática científica, o que garante que o químico e o físico fazem ciência é que eles buscam estabelecer uma visão de mundo a partir de um sistema formal, em que as operações formais primitivas de cada sistema deve possuir a sua concepção de objetividade. Porém existe algo que permite dizer o que é a prática cientifica, ou o que estes sistemas devem possuir em comum: devem estabelecer condições formais para resolução de problemas. Ou, o que é o mesmo: um sistema de manufaturação do mundo a partir de juízos técnico-práticos. Isso fica claro nos últimos manuscritos de Kant quando, ao tratar dos princípios que devem determinar a natureza, ele se refere a juízos técnico-práticos (Cf, 21:16). Ou seja, a linguagem empregada por Kant revela que a ciência se caracteriza por uma construção humana, através de manufaturação e princípios técnicos criados pelos cientistas a fim de realizar uma ideia auto-criada de completude. A racionalidade da ciência não é justificada por princípios universais *a priori* – uma metateoria- da ciência, mas uma ideia humana. Ou seja, a racionalidade cientifica é justificada antropologicamente.

Assim, na *Crítica da Razão Pura*, Kant se opõe aos projetos fundacionalistas da ciência esboçados principalmente pelos racionalistas. Não existe uma substância ou uma natureza externa que justifica a unidade da ciência. Por exemplo, em Descartes a substância extensa determina as propriedades naturais - a filosofia mecanicista – se as operações algébricas determinam as propriedades geométricas da extensão, segue-se que as operações algébricas são aplicáveis a todos problemas naturais possíveis, e constituem as operações fundamentais da ciência. A intuição intelectual é a fonte da verdade e as operações de algébricas são condutoras da verdade. O mesmo ocorre com a *Universalis Characteristica* de Leibniz, onde as operações de dedução apenas conduzem a verdade contida nos termos primitivos. Em Kant não existe intuição intelectual e nem noções intelectuais verdadeiras em si. Kant não supõe que exista princípios que estabelecem a fonte material da verdade. As operações formais do entendimento expressam a forma, ou a estrutura formal do que determina a classe de objetos naturais possíveis. Kant não pretende justificar o acordo entre entendimento e natureza, mas apenas explicitar como as ciências efetivas como a física e matemática podem ser válidas universalmente. Como vimos, isso é possível porque a validade objetiva é entendida como um procedimento efetivo de decisão. A ciência é constituída de proposições que podem ser decidas a partir de tais procedimentos. Assim, a fundamentação kantiana da ciência, o que explica a racionalidade entendida em termos de validade intersubjetiva da prática científica, ocorre pela explicitação dos princípios que contêm a condição de todas as operações de decisão possíveis. Estes princípios garantiriam solubilidade de todos os problemas possíveis em relação à natureza.

Na *Crítica da Razão Pura* a racionalidade da ciência se justifica por princípios que estabelecem as condições de solução de problemas. E analítica transcendental seria capaz de explicitar as condições de decidibilidade de todos os problemas das ciências exatas. A fundamentação racional das ciências é baseada em uma metateoria que explicita as condições de decidibilidade das proposições científicas. Porém, com o surgimento das ciências experimentais e a intradutibilidade de duas práticas científicas efetivas, parece que Kant percebe que mesmo a noção de decidibilidade pode possuir estruturas diversas. Assim, parece que Kant assume as operações primitivas de decidibilidade de sistemas científicos como visões de mundo construídas pelos cientistas, por outro lado a determinação completa da natureza é apenas um ideal da razão que é um valor que conduz a manufaturação da ciência. A racionalidade da prática cientifica é assegurada apenas por um valor perseguido pelo cientista. Trata-se de uma condição antropológica da prática científica, mais uma vez a proposta de Kant para justificar a racionalidade da ciência é a através de uma concepção anti-fundacionalista. A ciência é um construto humano baseado numa mera ideia.

5-11 Kant, Kuhn e a racionalidade científica

A concepção kantiana do empreendimento científico como criação humana e que supõe a diversidade de visões de mundo, do nosso ponto de vista aproxima Kant da abordagem de Thomas Kuhn do empreendimento cientifico, como uma atividade histórica que segue os mesmos padrões históricos de transformação que estão sujeitos as atividades humanas produzidas em sociedade. Para ser mais preciso Kuhn admite que a sua abordagem das ciências naturais é muito próxima por exemplo da concepção de Max Weber acerca da metodologia das ciências sociais: De acordo com Kuhn, “[...] li alguns dos ensaios metodológicos de Weber [...] e de Cassirer. Fiquei entusiasmado encorajado pelo que neles encontrei. Esses autores eminentes estavam descrevendo as ciências sociais de modo estritamente paralelo ao tipo de descrição que eu esperava descrever para as ciências físicas. Talvez eu tivesse percebido algo valioso” (2006, p. 265). O que Kuhn tem em comum principalmente com a concepção de Weber, é a tese que as atividades humanas estão condicionadas por valores culturais. Como vimos, a noção de valor, e atividade humana a partir de valores, tal como empregada pelo historicismo e os neos-kantianos do início do século XIX, aproxiama-se da abordagem antropológica do Kant tardio. De modo geral no historicismo, as ações do homem na história são julgadas a partir dos valores, as crenças intimas explicitam a visão de mundo do indivíduo e da sociedade. Justamente esta noção de visão mundo constituída através de valores históricos é a novidade introduzida por Thomas Kuhn para explicar os diferentes sistemas científicos dados na história.

Em linhas gerais, podemos dizer que, a partir de um estudo historiográfico, Kuhn elaborou a tese de que o empreendimento científico não possui padrões objetivos de racionalidade, que possam ser expressos em sistemas formais (Carnap, por exemplo) ou segundo regras metodológicas (Popper). Em Kuhn temos a ideia de que a ciência normal é um empreendimento de solução de quebra cabeças, e que os paradigmas, que sustentam o desenvolvimento de uma ciência, são estabelecidos a partir do comprometimento de uma comunidade científica mediante critérios que não são exatamente objetivos. Isto é, não há critérios objetivos para a escolha de teorias. Como Kuhn explica, durante o período de revolução, quando não há um paradigma que conduza a pesquisa (o que caracteriza a ciência normal), a escolha entre paradigmas não pode ser estabelecida apenas de acordo com regras metodológicas e fins cognitivos, Kuhn nega a possibilidade de um algoritmo capaz de estabelecer objetivamente a melhor teoria, existe uma incomensurabilidade entre as teorias científicas que é baseada na noção de visão de mundo. As diferenças entre as práticas científicas não se reduzem à diferença da sua estrutura formal-matemática, mas no modo como os cientistas veem os objetos, existe uma intradutibilidade intrínseca e histórica nos paradigmas científicos.

A noção de ciência normal proposta por Kuhn, em linhas gerais não difere da concepção que atribuímos a Kant (capítulo 1) e que pertence à uma tradição na fundamentação das ciências formais do século XX. A noção de ciência normal envolve a tese que a partir de um conjunto de procedimentos explícitos e implícitos, o cientista desenvolve a prática científica como se estivesse montando um quebra cabeça, isto é, resolvendo problemas. A tese principal de Kuhn é que a prática científica não é guiada por regras explicitas, mas a ciência funciona como um jogo em que o cientista capta as regras durante a própria atividade. Para explicar isso Kuhn recorre a Wittgenstein e a sua concepção de jogos de linguagem. Esta concepção é próxima daquela que vimos e atribuímos a Kant, onde a forma precede a matéria, as regras formais definem implicitamente o conteúdo da classe dos objetos que estão sob o sistema. É a mesma concepção de *a priori* defendida por Carnap e Wittgenstein na década de 1930 (cf Coffa, 1991, p. 261), que é de fato é precedida pelo método axiomático do final do século XIX, como vimos. Kuhn explica isso de um ponto de vista histórico que lembra bastante a passagem citada da carta de Lambert a Kant:

> A esta altura deveria estar claro que os cientistas nunca aprendem conceitos, leis e teorias de uma forma abstrata e isoladamente. Em lugar disso, esses instrumentos intelectuais são, desde o inicio, encontrados numa unidade histórica e pedagogicamente anterior, onde são apresentados juntamente com suas aplicações e através delas. Uma nova teoria é sempre anunciada juntamente com suas aplicações a uma determinada gama concreta de fenômenos naturais; sem elas não poderia nem mesmo candidatar-se à aceitação científica. Depois de aceitas, essas aplicações (ou mesmo outras) acompanharão a teoria nos manuais onde os futuros cientistas aprenderão seu ofício. As aplicações não estão lá simplesmente como um adorno ou mesmo como documentação. Ao contrário, o processo de aprendizado de uma teoria depende do estudo das aplicações, incluindo-se aí a prática na resolução de problemas, seja com lápis e papel, seja

> com instrumentos num laboratório. Se, por exemplo, o estudioso da dinâmica newtoniana descobrir o significado de termos como "força", "massa", "espaço" e "tempo", será menos porque utilizou as definições incompletas (embora algumas vezes úteis) do seu manual, do que por ter observado e participado da aplicação desses conceitos à resolução de problemas (2009, 71-72).

Claro, a grande diferença em relação por exemplo a Carnap, é que o *a priori* contido na estrutura paradigmática contém mais coisas do que um mero sistema formal que define procedimentos de decisão, ou formas de resolver problemas. Mas a noção de que a estrutura define implicitamente o conteúdo das leis e dos conceitos tem a mesma natureza que a concepção defendida por Lambert, adotada na filosofia transcendental de Kant e amplamente elaborada no desenvolvimento da geometria projetiva e no método axiomático. Todas possuem uma raiz comum: o método científico adotado desde da modernidade na resolução de problemas é método sintético dos gregos: o método combinado de análise e síntese.

De todo modo, Kuhn assume que a revolução paradigmática, que explica a transição de sistemas científicos, deve ser entendida não apenas pela modificação das regras, ou da estrutura formal, que guia o cientista na pesquisa no período da ciência normal, mas por uma nova visão de mundo. O que o cientista enxergava anteriormente, no interior de um paradigma, não é a mesma coisa que ele vê a partir de outro paradigma. Esta característica fundamental que explica a diferença entre paradigmas, de acordo com Kuhn, não pode ser entendida como uma mera diferença entre interpretação dos dados, isto é, os objetos são os mesmos, o que se modifica de um sistema científico para o outro é apenas a forma como se interpreta o dado. De acordo com Kuhn, a noção de visão de mundo é muito mais profunda. Na seguinte passagem Kuhn explica esta diferença de modo claro:

> Mas a experiência dos sentidos é fixa e neutra? Serão as teorias simples interpretações humanas de determinados dados? A perspectiva epistemológica que mais frequentemente guiou a filosofia ocidental durante três séculos impõe um "sim!" imediato e inequívoco. Na ausência de uma alternativa já desenvolvida, considero impossível abandonar inteiramente essa perspectiva. Todavia ela já não funciona efetivamente e as tentativas para fazê-la funcionar por meio da introdução de uma linguagem de observação neutra parecem-me agora sem esperança. As operações e medições que um cientista empreende em um laboratório não são "o dado" da experiência, mas "o coletado com dificuldade". Não são o que o cientista vê - pelo menos até que sua pesquisa se encontre bem adiantada a sua atenção esteja focalizada -; são índices concretos

> para os conteúdos das percepções mais elementares. Como tais, são selecionadas para o exame mais detido da pesquisa normal, tão somcnte porque parecem oferecer uma oportunidade para elaboração frutífera de um paradigma aceito. As operações e medições, de maneira muito mais clara do que a experiência imediata da qual em parte derivável, são determinadas por um paradigma. A ciência não se ocupa com todas as manifestações possíveis no laboratório. Ao invés disso, seleciona aquelas que são relevantes para a justaposição de um paradigma com a experiência imediata, a qual, por sua vez, foi parcialmente determinada por esse mesmo paradigma. Disso resulta que cientistas com paradigmas diferentes empenham-se em manipulações concretas de laboratório diferentes. As medições que devem ser realizadas no caso de um pêndulo não são relevantes no caso da queda constrangida. Tampouco as operações relevantes para a elucidação das propriedades do oxigênio são precisamente as mesmas que as requeridas na investigação das características do ar desfiogistizado (2009, p. 164).

A visão de mundo a que Kuhn se refere – e que em algumas vezes ele utiliza exemplos relacionados à percepção - é a mesma noção kantiana de manufaturação do mundo através de sistemas. Por outro lado, a noção de ciência normal de Kuhn é similar a de Kant. O objeto ou o dado científico é transformado ou coletado tendo em vista certo padrão estabelecido pelo paradigma, como vimos, para Kant o objeto é resultado da estrutura formal, que determina a forma do dado: o objeto só faz sentido dentro de uma estrutura formal de interdependência dos dados (estrutura espaço-temporal), por outro lado, a transformação dos dados coletados tem em vista esta estrutura. O objeto científico supõe a transformação tal como explicitada por Kant pela doutrina da *Synthesis speciosa*. Ao substituir um sistema pelo outro, se substitui as regras de transformação dos dados, de modo que objeto torna-se outro, isso fica claro se lembrarmos que esta concepção de ciência supõe a definição implícita dos objetos a partir das regras de transformação analíticas. A noção de Kuhn que a ciência é guiada por paradigmas que são constituídos em última instância por visões de mundo explica como vem a ser possível a prática científica: como se organiza um conjunto de regras e procedimentos que são eficazes na solução de problemas. A abordagem histórica de Kuhn da ciência, baseada na noção de que o homem e as transformações históricas devem ser explicadas através dos valores cultivados por comunidades, pretende explicar como os cientistas criam padrões - operações primitivas de transformação e métodos que vem a se tornar a ciência normal. Esta é uma concepção similar a esboçada por Kant nos seus últimos manuscritos: explicar como os cientistas criam sistemas que explicitam uma visão mundo a partir da antropologia.

No entanto, a concepção de Kuhn, acerca da incomensurabilidade de paradigmas o leva em direção ao relativismo científico, uma concepção que parece se adequar muito pouco a filosofia kantiana. Principalmente pelo fato de Kuhn não estabelecer regras que governam a transição de paradigmas no período de revolução científica (cf Friedman, 2001, p.48). De acordo com Larry Laudan, Kuhn não consegue explicar como em períodos de crise (transição de paradigma) os cientistas conseguem chegar a um consenso e adotar um paradigma (Cf Laudan 1984, 67-102). Do ponto de vista kantiano é o mesmo que explicar como cientistas criam sistemas ou manufaturam a natureza a partir de uma mera ideia de mundo. Laudan enfatiza um dos problemas fundamentais da concepção de paradigma de Kuhn e da incomensurabilidade. Um paradigma estabelece um conjunto de práticas que estabelecem condições de resolver problemas sobre determinados aspectos da natureza. O problema que Laudan aponta é que a concepção de Kuhn não dá condições para se decidir racionalmente como escolher um paradigma. Isto é, um cientista pode estar interessado em resolver certos tipos de problemas, ao passo que outro cientista pode estar interessado em resolver outros tipos de problemas, parece se tratar de uma questão privada, tal como uma questão de gosto, como o próprio Kuhn admite e logo abaixo veremos. Laudan coloca o problema da seguinte for: “Por que resolver este problema é mais importante do que resolver aquele outro? Somente replicando, com efeito, “porque eu estou mais interessado em resolver este do que aquele” (Laudan, 1984, p.99). De fato, a incomensurabilidade dos paradigmas proposta por Kuhn sugere que não há um critério racional para se escolher o paradigma, pois cada paradigma contém resoluções de problemas, que deve ser abandonada por outro paradigma:

> Em primeiro lugar, os proponentes de paradigmas competidores discordam seguidamente quanto à lista de problemas que qualquer candidato a paradigma deve resolver. Seus padrões científicos ou as suas definições de ciência não são os mesmos. Uma teoria do movimento deve explicar a causa das forças de atração entre partículas de matéria ou simplesmente indicar a existência de tais forças? A dinâmica de Newton foi amplamente rejeitada porque, ao contrário das teorias de Descartes e Aristóteles, implicava a escolha da segunda alternativa. Por conseguinte, quando a teoria de Newton foi aceita, a primeira alternativa foi banida da ciência. Entretanto, mais tarde a teoria geral da relatividade poderia orgulhosamente afirmar ter resolvido essa questão. Do mesmo modo, a teoria química de Lavoisier, tal como disseminada no século XIX, impedia os químicos de perguntarem por que os metais eram tão semelhantes entre si, questão essa que

> a química flogísitica perguntara e respondera. A transição ao paradigma de Lavoisier, tal como a transição ao de Newton, significara não apenas a perda de uma pergunta permissível, mas também a de uma solução já obtida (Kuhn, 2009, p.190)

Conforme o texto de Kuhn deixa claro, cada paradigma propõe um conjunto de problemas solúveis e no entanto exclui outros problemas que são solúveis a partir de outros paradigmas. O que permite, ou o que determina a escolha de paradigmas? A princípio e de acordo com Laudan, para Kuhn, apenas o interesse particular do pesquisador o levará a optar por um paradigma ao invés de outro. A concepção kantiana de matéria é um exemplo disso. Embora, não se trate da transição de paradigmas dentro da especificidade da mesma ciência (por exemplo, a transição da química de Stahl para a química de Lavoisier), Kant pretende manter a unidade da ciência – como físico-química – a partir da teoria da matéria, em que a estrutura fundamental da matéria é constituída por forças motrizes, o que é formidável à mecânica newtoniana, porém indesejável para o estudo das especificidades das relações químicas da matéria. O que leva Kant a propor uma teoria do éter é apenas um interesse particular, tendo em vista preservar a sua concepção fluxional da matéria. Mas evidentemente a concepção kantiana do éter exclui uma série de perguntas permissíveis a partir da teoria atômica da matéria, a qual, no final das contas, prevaleceu na história da ciência. Mas é importante ressaltar, em Kant a teoria do éter não é uma ontologia. E isso é fundamental para entendermos como, do ponto de vista antropológico, Kant propõe a racionalidade das ciências e o que pode fundamentar a escolha de sistemas científicos. De acordo com os últimos manuscritos de Kant, os sistemas científicos são visões de mundo manufaturadas a partir da ideia de mundo. Embora Kant defenda a teoria do éter, e a fundamentação da matéria a partir de forças motrizes, esta defesa é baseada apenas em juízos de valor, como o próprio Kant expressa ao provar o éter de modo indireto. Ou seja, o próprio Kant admite que a escolha por certa manufaturação do mundo depende de interesses dos cientistas (a subjetividade na contida na representação das ideias). Nesse caso, Kant estaria cedendo a um tipo de relativismo científico próximo ao de Kuhn?

Sobre esta discussão acerca da teoria da escolha e sobre a racionalidade na ciência, vale dizer, a partir de qual fundamento podemos estabelecer padrões de avalição de sistemas científicos, acreditamos que Kuhn tenha dito coisas importantes e que são muito próximas da maneira como Kant pensa a prática científica no manuscrito do início século XIX. Kuhn diz que os princípios metodológicos e os fins cognitivos da ciência são muito ambíguos para estabelecerem um algoritmo que determine a escolha de teorias. O que Kuhn nega é a possibilidade de se estabelecer uma fundamentação racional da ciência a partir de critérios objetivos. Isso foi alvo de sérias críticas por parte de Laudan, que acredita que Kuhn não poderia justificar tal tese. Laudan apresenta casos onde parece não haver dúvidas que há fins cognitivos (como a maior capacidade na resolução de problemas por uma teoria) que não são ambíguos e que qualquer comunidade pode chegar a um consenso a partir deles. Ou seja, a efetividade e amplitude na resolução de problemas é um valor universal que pode servir como critério objetivo (na medida em que é um valor intersubjetivo, compartilhado por todos os praticantes da ciência). No entanto, Laudan se esquece de discutir a principal caracterização que Kuhn dá aos fins cognitivos da ciência, a saber, que se tratam de máximas e valores e como Kuhn entende que eles funcionam. De fato, Kuhn defende que os fins da ciência possuem elementos subjetivos, de modo que não existem regras ou um algoritmo que permita caracterizar padrões objetivos de racionalidade que, entre outras coisas, pode determinar a escolha entre sistemas científicos racionalmente. Porém é importante destacar a noção de subjetivo que Kuhn emprega para caracterizar os elementos envolvidos na definição de procedimentos de escolha de paradigmas. O que Kuhn quer mostrar é que os fins cognitivos pelos quais se pode definir o que é ciência não podem produzir regras metodológicas, que explicitam regras objetivas acerca de como podemos escolher sistemas científicos, quando Kuhn introduz a tese que existem elementos subjetivos na constituição da ciência, ele pretende dizer que ao invés de um algoritmo o que temos são máximas que expressam valores. Dessa maneira Kuhn mostra explicitamente onde está o caráter subjetivo dos fins cognitivos, está na forma semântica dos juízos de valor.

> subjetivo é um termo com vários usos estabelecidos: num deles opõe-se a «objetivo»; noutro, a juízo. Quando os meus críticos descrevem as características idiossincrásicas a que faço apelo, como subjetivas, recorrem, julgo que erroneamente, ao segundo destes sentidos. Quando se queixam de que privo a ciência da objetividade, misturam esse segundo sentido de subjetividade com o primeiro (Kuhn, 1977, p.336).

De acordo com Kuhn, quando ele diz que há elementos subjetivos na constituição da ciência bem como na escolha dos praticantes por paradigmas, o termo subjetivo não se refere a noção daquilo que é estritamente privado. Para explicar isso é muito interessante para os nossos propósitos que Kuhn recorra a Kant:

> Uma aplicação padronizada do termo subjetivo faz-se em matérias de gosto, e os meus críticos parecem supor que foi isso o que fiz com a escolha de teoria. Mas, ao fazerem isso, esquecem-se de um padrão de distinção que vem de Kant. Como as informações sensíveis, que também são subjetivas no sentido agora em discussão, os assuntos de gosto são indiscutíveis. Suponham que, ao sair de um cinema com um amigo, depois de ver um *western*, eu excluo: «Gostei muito desta *trapalhada* incrível!» O meu amigo, caso não tenha gostado do filme, pode dizer que tenho mau gosto, um assunto com o qual, nestas circunstâncias, concordaria facilmente. Mas, supondo que eu não menti, ele não pode discordar da afirmação de que gostei do filme, ou não pode tentar persuadir-me de que o que disse sobre a minha reação estava errado. O que é discutível na minha observação não é a minha caracterização do meu estado interno, a minha exemplificação de gosto, mas o meu juízo de que o filme era uma trapalhada. Se o meu amigo discordasse deste ponto, podíamos argumentar pela noite dentro, cada um comparando o filme com outros bons que tivéssemos visto, cada um revelando, implícita ou explicitamente, alguma coisa sobre o modo como julga o mérito cinematográfico, sobre a sua estética. Embora um de nós possa ter persuadido o outro, antes de se retirar, não necessita de ter feito isso para demonstrar que a nossa diferença é sobre o juízo e não sobre o gosto. As avaliações ou as escolhas de teorias têm, penso eu, exatamente este carácter (Kuhn, 1977, p.337).

De fato, para explicar em qual sentido os fins cognitivos são máximas subjetivas, Kuhn recorre a noção de juízo de gosto em Kant, onde há a distinção entre o privado das sensações e a pretensão à universalidade dos juízos de gosto. De modo geral a noção de juízo reflexivo kantiana, que serve para elaborar a distinção citada acima, é a de um princípio meramente regulativo, o que significa que se trata de uma máxima em sentido kantiano. Do nosso ponto de vista, a noção de máxima de Kant é muito próxima à de Kuhn. Em Kant, as máximas racionais que expressam os fins cognitivos do empreendimento científico são fundadas na estrutura subjetiva da razão já na primeira crítica. E em *Opus Postumum* Kant destaca como as ideias da razão, produtos subjetivos auto-criados, são a condição da prática científica, isto é, em *Opus Postumum* Kant explicita a tese de que a ciência é fundada em condições subjetivas, no sentido expresso acima. Desse modo, a concepção kantiana de ciência é muito próxima a de Kuhn. Embora isso historicamente não seja claro, mas o fato da visão da história da ciência de Kuhn ser próxima do historicismo, principalmente o de Weber, explica essa proximidade com a concepção antropológica de Kant da prática científica. De fato, a noção de subjetivo, tal como empregada por Kuhn, é a mesma noção que podemos atribuir à noção de valor elaborada pelos historicistas, principalmente pela metodologia de Weber, que propõe que a visão de mundo dos membros pertencentes a uma comunidade seja insondável em si mesma, porém é possível construir um tipo ideal que permite ao menos compreender os valores pertencentes à comunidade[70]. Como defendemos, a noção de ideias e sua aplicação no mundo ocorre justamente em conformidade com a noção de valor empregada pelo historicismo, e por outro lado, é possível entendê-la justamente pela noção de ideia estética kantiana e a possível tradução dessa ideia através de obras de arte que visam expressar o inefável.

O que existe é a mera ideia de mundo e a ciência propõe construir ou manufaturar os dados tendo em vista esta ideia, contudo, o produto disso é um sistema formal de resolução de problema baseado em uma visão mundo. Como vimos, Kant teve a consciência da existência de duas visões de mundo científicas intradutíveis. Assim, o mesmo problema acerca da incomensurabilidade dos paradigmas foi de certo modo enfrentado por Kant. De modo que a mesma questão que surgiu em Kuhn, aparece em Kant, claro, de um modo distinto. O que está em jogo não é a substituição de um paradigma pelo outro, pois a química seguiu o seu caminho paralelo à mecânica newtoniana, e os praticantes de cada ciência não compartilharam os mesmos problemas e a mesma visão de

[70] No ensaio *A "objetividade" do conhecimento na ciência social e na ciência política,* Weber discute a objetividade do conhecimento nas ciências da cultura a partir da seguinte questão: "Qual a significação da teoria e da formação teórica dos conceitos para o conhecimento da realidade cultural?" (2001, p.134). Trata-se de se entender como as teorias e os conceitos das ciências sociais podem representar a realidade cultural. Segundo Weber, os conceitos e as teorias só podem representar a realidade cultural idealmente. Nesse caso, a elaboração de teorias nas ciências sociais ocorre pela construção de tipos ideais. O tipo ideal "Trata-se de um quadro do pensamento, não da realidade histórica, e muito menos da realidade "autêntica"; não serve de esquema em que se possa incluir a realidade à maneira de exemplar. Tem, antes, o significado de um conceito-limite, puramente ideal, em relação ao qual se mede a realidade a fim de esclarecer o conteúdo empírico de alguns de seus elementos importantes, e com o qual esta é comparada" (2001, p.140). De acordo com esta passagem, o tipo ideal não representa a realidade histórica, mas é um mero quadro de pensamento que serve para medir a realidade.

mundo. Porém, Kant percebeu justamente isso: duas ciências que não compartilhavam a mesma visão de mundo. E o projeto do *Opus Postumum* inicialmente era dar unidade a estas práticas científicas, procurando reduzir os métodos de transformação da química aos métodos da física-matemática. O único modo de se pensar em uma unidade na prática científica, segundo últimos manuscritos kantianos, é a partir de pressupostos subjetivos. Assim, acreditamos que esta noção antropológica da razão pode ser um ingrediente importante para as discussões contemporâneas na filosofia da ciência. De fato, mesmo Kuhn parece ter considerado uma alternativa parecida como esta. "[...] meu léxico estruturado [última versão de Kuhn de paradigma] assemelha-se ao *a priori* de Kant quando o último é entendido em seu segundo sentido relativizado" (Kuhn, 2006, p.331). O sentido relativizado de *a priori* se ajusta a noção constituição da ciência através de ideias auto-criadas. Nesse caso, parece razoável assumir que os paradigmas podem ser formulados a partir de padrões racionais, no entanto, trata-se apenas de padrões que garantem princípios apenas subjetivamente suficientes (não objetivos), a partir de uma visão de mundo. De acordo com Kuhn os fins cognitivos da ciência são expressos por máximas e valores, os quais são subjetivos e às vezes ambíguos, no entanto não são privados, isto é, quem adota valores e máximas deve pretender discuti-los (cf Kuhn, 1977, p.337). Numa palavra, os valores e fins cognitivos que constituem um sistema, apesar de não serem objetivos, devem possuir pretensão à universalidade.

Pode-se dizer que Kant assume que não existe uma única forma de constituir o mundo, e estabelecer um sistema científico. Se se adota a cinemática newtoniana como fundamento de todas as relações objetivas, não se pode compreender as relações específicas da matéria como as reações químicas em termos quantificáveis. Isto é, o significado de quantidade matéria é diferente nas duas ciências. A multiplicidade de sistemas científicos, modos de se manufaturar a natureza, se deve justamente pelo fato de a ideia de mundo ser algo inefável, e sua realização em sistemas científicos é sempre uma realização humana que visa transmitir esta ideia. O fundamento da racionalidade científica é uma mera ideia auto-criada pelo homem, e não há como estabelecer um critério de racionalidade cientifica que não seja meramente ideal e baseado em valores humanos. Não existe um critério universal de racionalidade científica, apenas uma pretensão à universalidade.

Nesse sentido, o homem que projeta ideias a fim de responder à questão sobre o *que é o mundo* através da manufaturação técnica –construção de procedimentos efetivos de resolução de problemas – é a condição real da ciência. Ou seja, Kant responde à questão acerca do que é a ciência e como ela pode ser praticada do ponto de vista antropologia pragmática, a partir da realidade cultural. Portanto, não é a partir de uma condição metafisica ontológica, nem lógica e nem metodológica que Kant caracteriza o empreendimento científico. Por outro lado, ao caracterizar o empreendimento científico desta forma, como construto subjetivo que visa a manufaturação técnica da natureza, Kant reforça a sua concepção de prática científica como produto dos procedimentos de análise construtiva: a pressuposição *a priori*. Esta concepção antropológica da prática científica está em conformidade com o segundo prefácio da *Crítica da Razão Pura*: os cientistas "Compreenderam que a razão só entende aquilo que produz segundo os seus próprios planos[...]". Ou seja, a ciência nada mais é do que a construção de modelos *a priori* que pretendem captar o *que é o mundo*, ou antecipar a natureza.

Conclusão

Acreditamos que o período crítico e o primeiro fascículo, o manuscrito do *Opus Postumum*, contêm duas abordagens distintas acerca da fundamentação ciência. Bem entendido, não são abordagens excludentes, portanto, não precisamos assumir que Kant tenha cogitado abandonar os princípios transcendentais do entendimento. Por outro lado, a abordagem antropológica é consequência direta dos limites dos princípios do entendimento em relação às práticas baconianas da físico-química. De todo modo, o que fica claro desde a primeira crítica é que Kant possui uma concepção de ciência e uma fundamentação de ciência que destoam da concepção tradicional racionalista que vem desde Aristóteles. Os primeiros princípios da ciência não definem o domínio ontológico da ciência, mas são operações formais que constituem a forma de um sistema. Os objetos da ciência são produtos do sistema, isto é, a classe objetos é definida pela estrutura formal. Desse modo, não é a natureza dos objetos, expressa como essência ou como conteúdo dos axiomas, que determina o campo da investigação científica.

Assim, o fundamento das ciências é um conjunto e operações formais que definem uma classe de objetos. Tais operações formais são expressas em juízos sintéticos *a priori* de acordo com Kant. A fundamentação das ciências que Kant empreende na *Crítica da Razão Pura* pretende justamente captar a noção desse *a priori*. Tradicionalmente o fundamento deste sintético *a priori* foi atribuído a um tipo de idealismo em que certas propriedades do sujeito transcendental – natureza da sensibilidade espaço-temporal - fundamentam ou justificam o caráter *a priori* de certas representações, o que no fim das contas, significa que as formas da sensibilidade do sujeito transcendental estabelecem a natureza, ou o significado, destes princípios sintéticos *a priori* e consequentemente dos objetos das ciências. Porém, o que defendemos nesta tese é o justo contrário. Juízos sintéticos *a priori*, tais como os da geometria, da mecânica racional, da aritmética e da física newtoniana, explicitam operações primitivas desta ciência, e são justamente estas operações primitivas - caracterizadas pelo método fluxional newtoniano e que Kant emprega através da *Synthesis speciosa*- que definem a natureza dos objetos espaço-temporais e o significado dos juízos que se referem a tais objetos. A noção de *a priori* não é garantida pelos conteúdos que expressam a noção de substâncias ontológicas, seja pela natureza da sensibilidade ou pelo conteúdo de princípios lógicos. Pelo contrário, são as operações *a priori* que garantem o significado dos dados sensíveis obtidos segundo a estrutura formal impostas pelas operações primitivas *a priori*.

Assim, para Kant certos juízos sintéticos são *a priori* não pelo conteúdo dos conceitos envolvidos, mas porque estes juízos *a priori* asseguram que conceitos e juízos em geral podem vir a ter conteúdo, ou melhor, a se referir a objetos. Na medida em que a classe de objetos possíveis é determinada pela estrutura formal assegura por princípios sintéticos *a priori*. Esta é basicamente a concepção semântica de Loparic. A noção de *a priori* kantiana é muito próxima da noção encontrada pelos axiomas no método axiomático e que é adotada na abordagem modelo-teorética da linguagem das ciências formais, encontradas principalmente em Carnap e Tarski a partir da década 1930. De acordo Alberto Coffa é justamente esta concepção do *a priori* que representa uma revolução copernicana na semântica do século XX. A concepção proposicionalista do significado tal como concebida, por exemplo, em Frege - e que citamos neste trabalho – pode se dizer que possui a seguinte estrutura: "[...] nós primeiros entendemos o significado dos termos primitivos ou indefiníveis, segundo, combinamos essas noções e entendemos a afirmação a partir desta estruturação, finalmente nós determinamos o valor de verdade por checar se os fatos estão de acordo com o que foi declarado" (Coffa, 1991, p. 261). As proposições *a priori* são aquelas que são verdadeiras em virtude do significado dos seus termos, sem ser necessário verificar fatos, ou seja, no caso da aritmética o significado dos termos empregados, na medida em dependem apenas do significado dos termos primitivos, são *a priori*. Por outro lado, a concepção semântica que surge na década de 1930, principalmente com *A Sintaxe Lógica da Linguagem* de Carnap e os artigos de Tarski propõe uma revolução acerca do *a priori*: "Se o nosso conhecimento *a priori* deve se conformar à constituição do significado, eu não vejo como nós poderíamos conhecer qualquer coisa *a priori*, mas se o significado deve se conformar ao *a priori*, eu não tenho nenhuma dificuldade de conceber a sua possibilidade" (Coffa, 1991, p.263)

A concepção de *a priori* tal como elaborada a partir da década de 30 supõe a concepção modelo-teorética das ciências formais, em que a fim de captar as fórmulas *a* *priori* - ao invés de pressupor um significado pré-definido para os termos primitivos ou indefinidos que o entendimento deve captar e que, de resto, define as condições de verdade de todas as fórmulas *a priori* - a concepção modelo-teorética constrói universos do discurso que permitem estabelecer modelos que captam a noção de *a priori*, sem pressupor nenhum significado dado ou pré-definido pelo entendimento. Como defendemos nesta tese, Kant pretende compreender os juízos sintéticos *a priori* das ciências exatas a partir de uma abordagem modelo-teorética, em que a *Synthesis Speciosa* se caracteriza pela construção de um universo do discurso que capta a estrutura formal, ou a classe de objetos possíveis, para os quais os juízos sintéticos *a priori* das ciências são condições necessárias. Os princípios transcendentais entendimento constituem a condição de possibilidade desta estrutura e, portanto, são condição de possibilidade de qualquer proposição significativa nesta estrutura.

O que nos permite atribuir tal concepção a Kant é que ela é inerente a concepção de ciência moderna bem como ao método de análise construcional da geometria. É o emprego dos conceitos (a sua instanciação ou construção de modelos que realizam o conceito) que permite discernir suas propriedade e relações de interdepêndencia, e isso estabelece as condições de verdade do conceito. De fato, a prática cientifica depende essencialmente da construção de modelos que permitem captar as relações de interdependência entre os objetos. Estes modelos representam justamente a noção de quebra-cabeças de Thomas Kuhn, a ciência é uma atividade de resolver problemas a partir de operações primitivas, mas a resolução de problemas envolve a instanciação dos conceitos segundo construções auxiliares, são estes construtos que permitem captar as relações de interdependência dos objetos e assim resolver o quebra-cabeça.

Defendemos que Kant nunca pretendeu estabelecer uma fundamentação da prática científica nos termos da epistemologia moderna: justificar como o conhecimento exato das ciências podem ser aplicados à natureza. Na *Crítica da Razão Pura*, Kant assume como um fato o sucesso da matemática e da física, de modo que ele não pretende justificar os fundamentos da realidade destas ciências.

Contudo, pelo menos em seus últimos manuscritos Kant pretendeu justificar como é possível a prática científica, vale dizer, como é possível construir conhecimentos exatos acerca do *mundo*. A solução de Kant é antropológica: o mundo é uma mera ideia auto-construída pelo Homem. Sistemas científicos são meios técnicos de manufaturação desta ideia, de modo que a ciência nada mais é do que a manufaturação de uma *visão de mundo*. Não existe um fundamento para além de critérios subjetivos, limitado por valores humanos, que permita determinar o que é a ciência, ou a representação objetiva do mundo. A prática científica nada mais é do que busca pela construção de sistemas que estabelecem modelos, ou *visões mundo*.

Referências Bibliográficas

Obras de Kant

Edições completas dos originais:

"*Akademie-Ausgabe*" – Kant, Immanuel. (1900ss): *Gesammelte Schriften*. Hrsg.: Bd. 1-22 Preußische Akademie der Wissenschaften, Bd. 23. Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, ab Bd. 24 Akademie der issenschaften zu Göttingen. Berlin / New York: Walter de Gruyter.

Traduções:

KANT, Immanuel. *Crítica da Razão Pura*. 6.ed. Trad. Manuela Pinto dos Santos e Alexandre Fradique Morujão. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.

__________________. *Sobre o Primeiro Fundamento das direções no Espaço*. Trad. Rogério Passos Severo. In O que significa Orientar-se? Contrapartida dos incongruentes e identificação demonstrativa. Dissertação de Mestrado. UFRS. 2000.

__________________.*Theoretical Philosophy after 1781.* New York: Cambridge University Press*, 2002*

__________________.*Prolegômenos a toda metafísica futura*. Trad. Artur Morão. Lisboa: Edições 70, 1986.

__________________. *O que significa Orientar-se no pensamento*. Trad Artur Morão. Lisboa: Edições 70, 1985.

University Press, 1999.

_________________. *Princípios metafísicos da ciência da natureza*. 5.ed. Trad. Alexandre Fradique Morujão. Lisboa: Edições 70, 1990.

_________________. *Natureza Humana como domínio de aplicação da razão*. Campinas: Kant e-prints, Série 2, Vol.2 n°1, 2007, p.73-91.

_________________. *Crítica da faculdade do juízo*. Trad. Antônio Marques e Valério Rohden. 2ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995.

_________________. *Antropologia de um ponto de vista pragmático*. Trad. Clélia Aparecida Martins. São Paulo: Iluminuras, 2006.

_________________.*O Conflito das faculdades*. Trad. Artur Morão. Lisboa: Edições 70, 1993.

_________________.*Os Progressos da Metafísica*. Tradução de Artur Morão. Lisboa: Edições 70, 1985.

_________________. *Opus Postumum*. Trad. Eckart Förster e Michael Rosen. New York: Cambridge

_________________. *Lógica*. 2.ed. Trad. Guido Antonio de Almeida. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

_________________. "The Blomberg Logic". In *Lectures on Logic*. Trad Michael Young. New York: Cambridge University Press, 1992.

Bibliografia secundária e outros autores:

ALLISON, Henry E. *Kant's transcendental idealism. An Interpretation and Defense.* New Haven and London, Yale university Press, 2004.

_________________.*Where have all the categories gone? Reflections on Longuenesse's reading of Kant's transcendental deduction.* Inquiry 43 (1):p.67 – 80, 2000.

ANAPOLITANOS, Dionysios. *Leibniz: Representation, Continuity and the spatiotemporal*. Athenas, Springer-Science+Business Media, B.Y, 1999.

AMERIKS, Kart. *Kant's Transcendental Deduction as a Regressive Argument*, Kant-Studien, 69, 1978, pp. 273-87.

ARISTÓTELES, *Metaphysics*.Trad. Sir D. Ross. Oxford: Clarendon Press. 1924.

_________________. *Posterior Analytics*. Trad. Jonathan Barnes. Oxford: Clarendon Press. 2002

BECK, Lewis W. *Can Kant's Synthetic Judgements be made Analytic?*. in Ruth F. Chadwickand Clive Cazeaux (ed.), Immanuel Kant: Critical assessments, v. II. London, New York : Routledge, 1992, pp. 347-62.

BARON, Margaret e BOS, H. J. M. Curso de História da Matemática: Origens e Desenvolvimento do *Cálculo*. Trad. Rudolf Maier. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1985.

BECKENKAMP, joãosinho. *Kant e a hermenêutica moderna*. KRITERION, Belo Horizonte, n°121, Jun/2010, p.275-292.

BETH, Evert. *The Foundations of Mathematics: A Study in the Philosophy of Science*. New York, Harper & Row, 1966.

__________________. *Semantic Entailment and Formal Derivability*. In, The Philosophy of Mathematics. HINTIKKA, J. (ORG). Oxford University press, 1969.

__________________. Über Lockes 'Allgemeines Dreieck'. In *Kant-Studien.* – 48 (1956/57):361-380.

BIRD. Graham. *The Revolutinary Kant: A Commentary on the Critique of Pure Reason*. Chicago, Open Court, 2006.

BOS, H.J.M. *Redefining Geometrical Exactness: Descartes' Transformation of the Early Modern Concept of Construction*. New York: Springer-Verlag, 2001.

BOYER, Carl B. *The History of The Calculus and its conceptual Development*. New York: Dover Publications, 2011.

__________________. *A History os Mathematics*. New York, John Wileyand Sons. 1991.

BRITTAN, Gordon, Jr. *Kant's Theory of Science*. Princeton, NJ: Princeton University Press. 1978.

BUTTS, Robert. *The Methodological Structure of Kant's metaphysics of Science.* In. Kant's Philosophy of Physical Science. ed. Paolo Parrini. Dordrecht, Kluwer Academic publishers. p.163-200. 1986.

__________________. *Rules, examples and constructions Kant's theory of mathematics*. *Synthese*, 47 (2): p. 257 – 288, 1981.

CARNAP. *Foundations of Logic and Mathematics*. Chicago, The University of Chicago Press. 1979

__________________. *The Logical Sintax of Language*. Londres, Routledge & Kegan Paul. 1974.

CLARKE E LEIBNIZ. *Correspondence*. Hackett Publishing Company, Inc. Indianapolis/Cambridge. 2000.

COFFA, Alberto. *The semantic tradition from Kant to Carnap*. New York, Cambridge university press, 1991.

COHEN, Bernard. *The Newtonian Revolution*. New York, Cambridge University Press. 1985

DETLEFSEN, Michael. *Formalism*. In Oxford Handbook Philosophy Of Logic and Mathematics. New York, Oxford University press, p.236-317. 2005

DESCARTES, René. Regras para a orientação do espírito. Trad.: Antonio Reis. 2ª ed. Lisboa: Estampa, 1997.

_________________.*La Geometrie*. In Rene Descartes, *Discours de la M´ethode, pour Bien Conduire sa Raison et Chercher la Verit´e dans les Sciences: Plus la Dioptrique, Les Meteores, et la Geometrie, Qui Sont des Essais de Cete Methode*, pp. 297–413. Leiden:Maire, 1637.

EVES, Howard. *A Survey of Geometry*. Boston, Allyn and Bacon. 1972.

FALKENSTEIN, Lorne. *Kant's Intuitionism A commentary on the Transcendental Aesthetic*. Canadá, University of Toronto press, 1995.

FREGE, Gottlob, *On the Foundations of Geometry and Formal Theories of Arithmetic*. Tradução: Eike-Henner W. Kluge. New Haven and London, Yale University Press, 1971

FRIEDMAN, Michael. *Kant and Exact Science*. Cambridge: Harvard University Press, 1992.

_________________. *Transcendental philosophy and mathematical physics*. Studies in history and Philosophy of Science, Vol 34, 2003, p.29-43.

__________________. *Dynamics of Reason*. Stanford: CSLI Publications, 2001.

__________________. *Geometria e intuição espacial em Kant*. Trad. José Oscar de Almeida Marques e Andrea Faggion. Kant e-Prints, Campinas, série 2, v.7, n.1. 2012, p.2-32.

FÖSTER, Eckart. *Kant's final synthesis: an Essay on the Opus Postumum*. London: Harvard University Press, 2000.

GOLINSKI, Jan. *Chemistry*. In Cambridge History of Science, Vol.4. Cambrige University Press, 2008. p.377-397.

GUYER, Paul. *Kant's System of nature and Freedom*. CLARENDON PRESS- OXFORD, New York, 2005.

__________________.The Deduction of the Categories: The Metaphysical and Transcendental Deductions. *In Cambridge Companion To Kant´s Critique Of Pure Reason*. Cambrige University Press, 2010. p.118-150.

GUICCIARDINI, Niccolo. *Issac Newton on Mathematical Certainty and Method*. Londres: the MIT press Cambridge, 2009.

HEATH, T. L. *The Thirteen Books of Euclid's Elements*. Cambridge: Cambridge University Press, 1908.

HEIJENOORT, Jean Van. *Logic as calculus and Logic as Language*. Synthese (1967) 324-330.

HILBERT. David. *Foundations of Geometry*. 2° ed. Open Court Classics, 1999.

HINTIKKA, Jaakko. *Kant on the Mathematical Method.* The monist, p. 352-375, 1967.

__________________*On the ingredients of an Aristotelian science'*, Nous vol. 6 (1972), pp. 55–69 _________________e REMES, Unto.*The method of analysis*. Dordrecht: Reidel. 1974

_________________. *On the Development of the model-theoretic viewpoint in logical theory*. Synthese 77, 1988. p.1-36.

_________________. Is There Completeness in Mathematics after Gödel?. In Language, Truth and Logic in Mathematics.HINTIKKA, J. (org). Boston, Springer Science+Business Media Dordrecht, 1998.

KATZ Mikhail G., and SHERRY, David M. *Leibniz's Laws of Continuity and Homogeneity*. Notices of the AMS Volume 59, Number 11, p. 1550-1556, 2012.

KITCHER, Philip. *Kant and the foundations of mathematics*. Philosophical Review, 84 p.23-50, 1975.

KLEIN, Jacob. *Greek Mathematical Thoughtand the Origin of Algebra*. New York, Dover Publications, 1992.

KLINE. Morris. *Mathematical Thought from Ancient to Modern Times*. Vol 3. New York, The Oxford Press. 1972.

KNEALE, W.; KNEALE, M. *O desenvolvimento da lógica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1991

KUHN. Thomas. *A Estrutura das revoluções cientifícas*. Tradução: Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 9ª edição. São Paulo, editora perspectiva, 2009.

_________________. *The Essential Tension: Selected Studies in Scientific Tradition and Change*. Chicago and London: University of Chicago Press, 1977.

_________________. *O Caminho desde a Estrutura: Ensaios filosóficos 1970-1993, com uma entrevista autobiográfica*. Tradução: Cesar Mortari. São Paulo, Editora Unesp. 2006

LAUDAN, L. *Progress and its Problems*. Berkeley; Los Ange-les: University of Califórnia Press, 1977

LEIBNIZ. *Philosophical Papers and Letters*. Holanda, Kluwer Academic Publishers, 1989.

LEAR, Jonathan. *Aristotle'sPhilosophy of Mathematics*. The Philosophical Review, Vol 91, N° 2, p.161-192. 1982

LINHARES, Orlando Bruno. *A Gêneses Da Filosofia Crítica.* Revista Páginas de Filosofia, v. 4, n. 1, p. 7-15, jan/jun. 2012

LONGUENESSE, Béatrice: *Kant and the capacity to Judge: sensibility and discursivity in transcendental analytic of the Critique of pure reason*. Trad. Charles Wolfe. Princeton: Princeton University Press. 1998

_______. *Kant on the Human Standpoint*. CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. New York, 2005.

LAVOISIER, Antonie. *Dévéloppement des denierès Expériences sur la décomposition et la récomposition de I'eau'*. In Œuvres de Lavoisier. http://www.lavoisier.cnrs.fr/memoires2a.html.

LOPARIC, Zeljko. *O FATO DA RAZÃO uma interpretação semântica*. Rio de Janeiro: Analytica, volume 4, número 1, 1999, p. 13-55

_________________. *A Semântica transcendental de Kant*. 2ª ed., revista. Campinas: UNICAMP, Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência. 2002

_________________. *As duas metafísicas de Kant*. Campinas: Kant e-prints, Vol.2 n°3, 2003, p.1-10.

_________________. *Natureza Humana como domínio de aplicação da razão*. Campinas: Kant e-prints, Série 2, Vol.2 n°1, 2007, p.73-91.

MAAR, Juergen Heinrich. *História da química: primeira parte dos primórdios a Lavoisier*. Florianópolis. 2008.

MAAT. Jaap. Philosophical languages in the seventeenth century: Dalgarno, Wilkins,Leibniz. Holanda, Springer-Science+Business Media, 2004

MATES, Benson. *The Philosophy of Leibniz*. New York, The Oxford Press. 1986.

MCRAE, Robert. *The theory of knowledge*. In Cambridge Companion to Leibniz. Cambrige University Press, p.176-198. 2006

MOREIRA. Viviane de Castilho. *Continuidade na lógica de Leibniz*. ANALYTICA, Rio de Janeiro, vol 14 nº 1, 2010, p. 103-137.

NAGEL, Ernest. *The Formation of modern conceptions of formal logic in the development of geometry*. Osiris, 7, 1939, p. 142-224.

________________. *Gödel Proof*. London, Routledge. 2004.

________________. *The Structure of Science: Problems in the Logic of Scientific Explanation*. New York, Harcourt, Brace e world, Inc. 1961.

NEWTON, Issac. *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*. Trad. Carlos Lopes de Mattos e Pablo Rubén Mariconda e Luiz possa. Editora Abril, Coleção os Pensadores, 1996.

________________. *The Mathematical papers of Isaac Newton*. Ed Whiteside. Cambridge, Cambridge University press. 1967.

________________. *The Mathematical works of Isaac Newton*. Ed Whiteside. Cambridge, Cambridge University press. 1964.

________________. *Mathematical Principles Of Natural Philosophy And His System Of The World*. Trad. Andrew Motte. Los Angeles, University California Press. 1974

OLIVEIRA, Marcos Alberto. *Razão problematizante e investigação científica na metafísica kantiana da natureza*. Dissertação de Mestrado. Departamento de Filosofia, UNICAMP. 2000

O'NEILL, Onora. "Vindicating of reason". In GUYER, Paul, *The Cambridge Companion to Kant*. New York: Cambridge University Press, 1992.

OSIANDER, Andreas. *Prefácio ao "De Revolutionibus Orbium Coelestium", de Copérnico*. Trad. Zeljko Loparic. Cadernos de História e Filosofia da ciência, Campinas, Série 3, v. 18, n. 1, p. 253-257, jan.-jun. 2008

PARKINSON. George H. R. *Philosophy and logic*. In Cambridge Companion to Leibniz. Cambrige University Press, p.199-223. 2006

PEREZ, Daniel O. *A antropologia pragmática como parte da razão prática em sentido kantiano*. Manuscrito – Rev. Int. Fil., Campinas, v. 32, n.2, p.357-397, jul-dez. 2009.

ROBERTS, Lissa. *The Death of Sensuous Chemist: The New Chemistry and the Transformation of Sensuous Technology*. *Studies in History and Philosophy of Science*. Vol 26, N°4, p. 503-529, 1995.

SCHÜT, Hans-Werner. *Chemical Atomism and Chemical Classification*. In Cambridge history of Science, Vol.4. Cambrige University Press, 2008. p.377-397.

THAGARD. P. *A estrutura conceitual da revolução química*. Princípios, Natal, v. 14, n. 22, jul./dez. 2007, p. 265-303.

TORRETI. Roberto. *Philosophy of Geometry From Reimann to Poincaré*. Dordrecht: Holland, Reidel Publications Company, 1984.

TUSCHLING, Bukhard. *The system of transcendental idealism: questions raised and left open in the Kritik der Urteilskraft*. The Southern Journal of Philosophy, Volume XXX, 1991, p.109-127.

_______. “Apperception and Ether: On the Idea of a Transcendental Deduction of Matter in Kant’s Opus Postumum”. In FÖSTER, Ecakart. *Kant’s Transcendental Deductions*. California, Stanford University Press, 1989.

TARSKI, Alfred. *Logic, Semantics and Metamathematics*. Oxford at theclaredonpress, 1956.

_______________. *Undecidable Theories*. NORTH-HOLLAND PUBLISHING COMPANY AMSTERDAM, 1971.

VAILATI. Ezio. *Leibniz & Clarke: A Study of their correspondence*. New York, Oxford University Press, 1997.

VEBLEN, Oswald. *A System of Axioms for Geometry*. Transactions of the American Mathematica lSociety, Vol. 5, No. 3 (Jul., 1904), pp. 343-384.

VIÈTE, François. *The Analytic Art*. Trad. Richard Witmer. Kent: The Kent State University press, 1983.

WEBER, Max. *Metodologia das Ciências sociais*. Trad. Augustin Wernet. Campinas: Editora Unicamp, 2001.