

**O IDEAL AXIOMÁTICO DE CIÊNCIA:
A FILOSOFIA DA CIÊNCIA DE ARISTÓTELES COMO FUNDAMENTO PARA
O MODELO CLÁSSICO DE CIÊNCIA
THE AXIOMATIC IDEAL OF SCIENCE:
THE ARISTOTLE'S PHILOSOPHY OF SCIENCE AS FOUNDATION FOR THE CLASSIC
MODEL OF SCIENCE**

Mateus Romanini¹

RESUMO: Este artigo visa analisar a importância da filosofia (ou teoria) da ciência de Aristóteles para o Modelo Clássico de Ciência. Com este intuito foi dividido em três partes: na primeira será feita uma breve apresentação sobre em que consiste o Modelo Clássico de Ciência; na segunda parte será feito um apanhado geral da filosofia da ciência de Aristóteles que inclui uma explicação do procedimento indutivo-dedutivo, sobre o que é o silogismo e o papel do conhecimento imediato para a ciência; por fim, será feita uma avaliação da importância da teoria de Aristóteles para o modelo axiomático de ciência levando em consideração as sete condições sistematizadas por Betti e de Jong.

PALAVRAS-CHAVE: Aristóteles; Ciência; Modelo Axiomático.

ABSTRACT: This article aims to analyze the importance of philosophy (or theory) of science of Aristotle to the Classical Model of Science. With this purpose was divided into three parts: in first place will be a brief presentation on what constitutes the Classical Model of Science; in the second part will be an overview of Aristotle's philosophy of science that includes an explanation of the procedure inductive-deductive, an explication about what is the syllogism and the role of the immediate knowledge to science; lastly, will be an evaluation of the importance of the theory of Aristotle to the axiomatic model of science taking into account the seven conditions systematized by Betti and de Jong.

KEY WORDS: Aristotle; Science; Axiomatic Model.

INTRODUÇÃO

Este trabalho versa sobre a fundamental importância de Aristóteles para o nascimento e desenvolvimento de um modelo de ciência cuja importância se estende por um período de mais ou menos dois milênios.

¹ Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Filosofia - UFSM/CAPES. Contato: ironmateus@yahoo.com.br.

O modelo axiomático de ciência foi sistematizado por Betti e de Jong com o intuito de jogar nova luz sobre o debate do que podemos considerar propriamente científico. Este modelo foi constituído basicamente sobre três pilares: o livro I dos *Analíticos Posteriores* de Aristóteles; a parte IV da *Lógica de Port-Royal*; e a *Wissenschaftslehre* de Bolzano (BETTI; de JONG, p. 187).

Analisaremos neste trabalho um destes três pilares. O projeto aristotélico consistia em formular um instrumento seguro para a constituição da ciência: assim surge o *Organon*. Visando atingir a certeza científica e a constituição de conhecimentos seguros, Aristóteles constituiu um conjunto de normas para o pensamento com o intuito de forjar demonstrações racionais corretas e irretorquíveis. Assim nascia a lógica silogística, um dos elementos fundamentais do conhecimento científico.

Tentaremos com este trabalho demonstrar a essencial importância da filosofia (ou teoria) da ciência de Aristóteles para o Modelo Clássico de Ciência. Com este intuito este trabalho foi dividido em três partes: na primeira será feita uma breve apresentação sobre em que consiste o Modelo Clássico de Ciência; na segunda parte será feito um apanhado geral da filosofia da ciência de Aristóteles que inclui uma explicação do procedimento indutivo-dedutivo, sobre o que é o silogismo e o papel do conhecimento imediato para a ciência; por fim, será feita uma avaliação da importância da teoria de Aristóteles para o modelo axiomático de ciência levando em consideração as sete condições sistematizadas por Betti e de Jong.

1 Uma Breve Introdução ao Modelo Clássico de Ciência

O ideal axiomático tradicional do conhecimento científico que encontramos ao longo da história da filosofia, que se estende de Aristóteles até o século XX, pode ser sistematizado e transformado em um sistema interpretativo, um “Modelo Clássico de Ciência”. E, tal como um sistema, visa tornar mais claro o debate acerca do que podemos chamar propriamente “científico”.

Segundo Betti e de Jong (2008, pp.189 - 193), o Modelo Clássico de Ciência é constituído por um conjunto de sete condições que sistematizam os padrões ideais de racionalidade científica, que têm como ponto de partida os Analíticos Posteriores de Aristóteles. Este conjunto de condições forma o núcleo do que uma ciência propriamente dita deve ser. Tais condições podem ser esquematizadas do seguinte modo:

- (1) All propositions and all concepts (or terms) of *S* concern a *specific set of objects* or are about a *certain domain of being(s)*.
- (2a) There are in *S* a number of so-called *fundamental concepts* (or terms).
- (2b) All other concepts (or terms) occurring in *S* are *composed of* (or are *definable from*) these fundamental concepts (or terms).
- (3a) There are in *S* a number of so-called *fundamental propositions*.
- (3b) All other propositions of *S* *follow from* or *are grounded in* (or are *provable* or *demonstrable from*) these fundamental propositions.
- (4) All propositions of *S* are *true*.
- (5) All propositions of *S* are *universal* and *necessary* in some sense or another.
- (6) All propositions of *S* are *known to be true*. A non-fundamental proposition is known to be true through its *proof* in *S*.
- (7) All concepts or terms of *S* are *adequately known*. A non-fundamental concept is adequately known through its composition (or definition). (JONG; BETTI, 2008, p. 186).

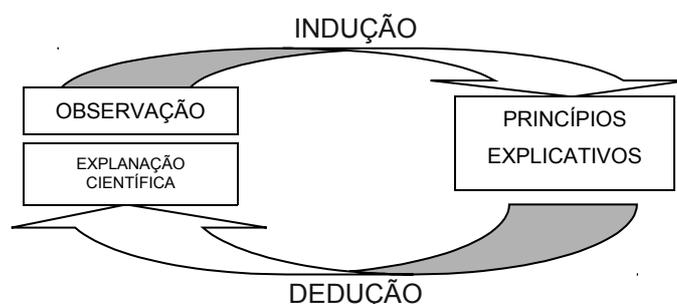
Sistematizadas deste modo, tais condições podem ser divididas em dois grandes grupos: no primeiro as condições 1 a 5 dizem respeito à ordem ontológica das coisas (*ordo essendi*); enquanto o segundo, que abarca as condições 6 e 7, diz respeito à ordem do conhecimento (*ordo cognoscendi*).

Segundo este modelo, ciência é um sistema *S* de proposições, conceitos ou termos que satisfazem as condições descritas. Deste modo, o Modelo Clássico de Ciência, tendo como núcleo fundamental as condições já mencionadas, pode ser imediatamente associado como concernindo um sistema organizado de verdades conhecidas do ponto de vista do contexto da justificação. No entanto, o Modelo é também relevante para o contexto da descoberta, no sentido que se aproxima de um guia normativo para a investigação de verdades científicas, por exemplo, como a estrutura ideal a ser focada na busca para estabelecer axiomas.

2 A Filosofia da Ciência de Aristóteles

É a partir de Aristóteles que tem início o esforço sistemático de exame da estrutura do pensamento enquanto capaz de forjar provas racionais, exame este contido na silogística dos Analíticos, que serviu de ponto de partida para a longa tradição que seguiu e aprimorou o modelo axiomático de racionalidade científica, o desenvolvendo e utilizando até a atualidade. Segundo Smith (1989, p.XIV *Introduction*), Aristóteles faz das provas racionais objeto de estudo no sentido de responder questões acerca das estruturas possíveis das ciências demonstrativas. Deste modo, podemos dizer que Aristóteles é o fundador do Modelo Axiomático de Ciência.

O método propriamente científico proposto por Aristóteles é constituído de duas etapas: [1] o cientista induziria princípios explicativos dos fenômenos e objetos observados; e [2] deduziria afirmações a partir de premissas que incluem esses princípios. À primeira etapa dá-se o nome de indução, enquanto que a segunda chamamos dedução. Esse método pode ser representado pelo seguinte diagrama:



Segundo Losee (2001, p.5), Aristóteles acreditava que a investigação científica começa pela observação da ocorrência de determinados eventos (ou da existência de certas coisas) e da coexistência de determinadas propriedades das coisas. Neste sentido, a explicação científica é realizada apenas quando afirmações acerca destes eventos ou propriedades são deduzidas de princípios explicativos. Assim, analisando o diagrama acima, uma

explicação científica é obtida através da transição da observação de um fato para o conhecimento das razões intrínsecas à ocorrência do fato.

Um exemplo que pode servir para facilitar a compreensão deste procedimento é o de um cientista que deseja explicar como ocorre um eclipse lunar. Primeiramente o cientista observa que a superfície lunar escurece progressivamente induzindo determinados princípios gerais, como os que afirmam que a luz se movimenta retilineamente, que corpos opacos produzem sombra e que uma determinada configuração obtida a partir de dois corpos opacos próximos a um luminoso faz com que a opacidade de um produza sombra sobre outro. Destes princípios gerais deduzidos de suas observações, somados às condições de que tanto o planeta Terra quanto a Lua são corpos opacos e de que ambos os corpos se encontram em uma determinada relação geométrica com relação ao sol, o cientista deduz declarações explicativas sobre o eclipse lunar.

Passemos então a análise de cada uma dessas etapas.

2. 1 A Etapa Indutiva

A etapa indutiva do procedimento científico consiste de generalizações acerca dos fenômenos e objetos observados pelo cientista. Estas generalizações culminam na formulação dos princípios explanatórios que servem de base para o processo dedutivo.

Segundo Aristóteles, existem dois tipos de indução. O primeiro é caracterizado pela simples enumeração, na qual declarações acerca de indivíduos ou fenômenos são utilizados como base para a generalização de uma espécie ou gênero do qual são membros. Este tipo de indução pode ser esquematizada da seguinte forma:

Primeiro Tipo de Indução de Aristóteles
Enumeração Simples

<i>Premissas</i>		<i>Conclusão</i>
que é observado ser verdadeiro de diversos indivíduos	generalização →	que é presumido ser verdadeiro das espécies para as quais os indivíduos pertencem
que é observado verdadeiro de diversas espécies	generalização →	que é presumido ser verdadeiro do gênero ao qual a espécie pertence

Fonte: LOSEE, John. *A Historical Introduction to the Philosophy of Science* – Fourth Edition. p.6. Oxford University Press. 2001.

O segundo tipo de indução de Aristóteles é uma espécie de indução intuitiva, segundo a qual os princípios gerais são intuídos diretamente dos fenômenos e objetos, é uma habilidade que o cientista possui para “extrair” tudo o que é essencial nas observações. Segundo Losee (2001, p.6), a operação da indução intuitiva é análoga à visão do taxonomista no sentido de que ele “vê mais” que um indivíduo que não tem a visão treinada para esta atividade. O taxonomista tem conhecimento sobre o que procurar. Esta habilidade é conquistada apenas após extensiva experiência. É bastante provável que quando Aristóteles escreveu sobre a indução intuitiva, este era o tipo de “visão” que ele tinha em mente, pois ele mesmo foi um grande taxonomista que classificou centenas de espécies biológicas.

2. 2 Etapa Dedutiva: O Silogismo

As generalizações, ou princípios explicativos, alcançados através da indução, tanto por meio da enumeração simples quanto da intuição, são utilizadas como premissas para a dedução de declarações sobre as observações iniciais. Deste modo, a etapa dedutiva consiste basicamente da

constituição de argumentos cujas premissas são obtidas por meio de indução e a conclusão deduzida dessas premissas.

Segundo Aristóteles (Losee, 2001, p.7), declarações que servem de premissas e conclusão devem afirmar que uma classe de coisas é incluída, ou excluída, de uma segunda classe. Em 25a do Livro I dos Primeiros Analíticos, encontramos três critérios para a classificação de premissas: a primeira diz respeito à modalidade, que informa se uma predicação é necessária ou contingente; a segunda diz respeito à qualidade, isto é, se elas são afirmativas ou negativas; e a terceira diz respeito à quantidade, ou seja, se são universais ou particulares. Tomando *S* e *P* como classes, Aristóteles permitiria quatro tipos de relações:

TIPO	DECLARAÇÃO	RELAÇÃO
<i>A</i>	Todos <i>S</i> são <i>P</i>	<i>S</i> está completamente incluído em <i>P</i>
<i>E</i>	Nenhum <i>S</i> é <i>P</i>	<i>S</i> está completamente excluído de <i>P</i>
<i>I</i>	Alguns <i>S</i> são <i>P</i>	<i>S</i> está parcialmente incluído em <i>P</i>
<i>O</i>	Alguns <i>S</i> não são <i>P</i>	<i>S</i> está parcialmente excluído de <i>P</i>

Dado o quadro acima, podemos dizer que existem quatro tipos de sentenças categóricas: universal afirmativa; universal negativa; particular afirmativa; e particular negativa. Aristóteles defendeu que o primeiro tipo de sentenças é o mais importante para a ciência. Ele considera que somente pode haver ciência do universal, contudo, este conhecimento do universal implica o conhecimento das causas que tornam necessária uma afirmativa universal. Essa necessidade torna-se evidente apenas quando se apresenta a explicação de tal asserção, isto é, quando se mostra sua causa. Com a doutrina do silogismo, Aristóteles visou apresentar o encadeamento que segue das causas à conclusão.

Talvez por este motivo, Aristóteles afirmava que a explicação científica correta deve ser feita em termos de declarações do primeiro tipo. Mais especificamente, ele citou o silogismo² em Barbara como o paradigma da

² Segundo Smith (1989, p.XVI), Aristóteles geralmente define silogismo como argumento dedutivo válido, mas podemos encontrar outra definição. "However, *Prior Analytics* A 4- 22 deals only with a much narrower class of arguments, corresponding (at least in some approximate way) to the 'to the syllogisms' of traditional logic texts: a *sullogismos* contains two premises and a conclusion, each of which is a 'categorical' sentence, with a total of three *terms*,

demonstração científica por ser o único do qual é possível extrair conclusões universais afirmativas:

Todos *M* são *P*

Todos *S* são *M*

∴ Todos *S* são *P*.³

Como Aristóteles demonstra na seção quatro dos Primeiros Analíticos, a validade dos silogismos da primeira figura é evidente, pois nos silogismos perfeitos chega-se às conclusões necessárias, irretorquíveis e universais precisando apenas das premissas. Todas as suas conclusões são demonstráveis em termos desta figura. A perfectibilidade dos silogismos da primeira figura repousa no fato de que somente eles possuem todas as qualidades e todas as quantidades e, talvez por isso, todos os outros silogismos podem ser reduzidos a eles.

3 Conhecimento Imediato como Princípio da Ciência

O silogismo é construído tendo como fundamento o papel que o termo médio exerce, por isso seu rigor quanto a validade de um argumento dedutivo independe do conteúdo das premissas ou da conclusão. Assim, podemos aplicar o silogismo a proposições falsas sem causar dano a sua forma. No entanto, o objetivo da ciência não é, segundo Aristóteles, possuir apenas de validade lógica: o conteúdo de uma explanação científica deve ser também verdadeira. Não basta apenas que o silogismo seja logicamente válido, suas premissas devem ser verdadeiras de modo a, necessariamente, levar a uma conclusão verdadeira. Deste modo, o conhecimento demonstrativo pressupõe um conhecimento não demonstrativo, cujas verdades são conhecidas imediatamente, anteriores a qualquer demonstração.

one of which (the *middle*) occurs in each premise but not in the conclusion”.

³ Onde *M* é o termo médio, *S* é o sujeito e *P* é o predicado.

Estas verdades conhecidas imediatamente podem ser de dois tipos: [1] os axiomas, são indemonstráveis e se aplicam a qualquer objeto do conhecimento, podemos citar como exemplo os primeiros princípios⁴: o princípio de identidade, o princípio de não contradição e o do terceiro excluído; [2] ao segundo tipo de verdades conhecidas imediatamente chamamos de definições nominais⁵. Estas definições contêm no próprio nome sua definição e são utilizadas como pontos de partida em demonstrações, um exemplo desse tipo é o termo triângulo, que contém sua definição no próprio nome.

Visto que a uma explanação científica não basta apenas validade lógica, mas sim a verdade daquilo que é enunciado, não é suficiente apenas que ela parta de axiomas e definições nominais, pois estas apenas definem o que uma coisa é, não nos informam se algo existe realmente. Afirmar a existência é mais do que descrever o que uma coisa é, tomar tal posição é assumir a hipótese de que essa coisa realmente exista.

Cada ciência afirma a existência de determinados objetos, afirmações estas que não são possíveis através de demonstrações, por isso essas afirmações não passam de hipóteses. Dado que o intento da ciência não é apenas esclarecer o significado das palavras, mas sim definir como as coisas são ou funcionam na realidade, ela visa enunciar a constituição essencial dos seres, definir “o ser enquanto ser”, através de hipóteses metafísicas. Enunciar a essência de um objeto é definir tudo aquilo que é essencial e necessário para a existência dele, por exemplo, ao definir homem enquanto animal racional dizemos que este ser, o homem, está ligado a um gênero, animal, ao mesmo tempo que se distingue de outros seres deste mesmo gênero por ser de uma espécie diferente, racional, ambos atributos essenciais de homem.

⁴ Os três princípios mencionados são os axiomas mais gerais e são válidos para todos os argumentos dedutivos, isto é, para todas as ciências. Segundo Losee (2001, pp.10 - 13), estes, por sua vez, são as declarações verdadeiras mais gerais que são feitas sobre os predicados próprios de cada ciência. Como tais, os primeiros princípios são o ponto de partida para toda demonstração em ciência. Sua função enquanto premissa é servir de base para a dedução das correlações que são encontradas nos níveis mais baixos de generalidade.

⁵ As definições nominais dizem respeito às ciências em particular e, em nível de generalidade, se encontram abaixo dos primeiros princípios, isto é, dos axiomas, no que toca a sua generalidade. São os princípios gerais para cada ciência em particular.

A principal dificuldade aqui, é que embora Aristóteles tenha dado exemplos de atributos essenciais e atributos acidentais, ele não formulou um critério geral para delimitar quais atributos são essenciais a cada classe de entes, dificultando a tarefa de definição do ser. Apenas sabemos que o acidente é aquilo que pode pertencer ou não a substância enquanto que a essência é imprescindível, mas não há em Aristóteles um critério claramente definido.

4 A Importância de Aristóteles para o Modelo Axiomático de Ciência

Dado o que foi exposto até o momento, não parece injusto atribuir a Aristóteles a alcunha de Pai Fundador do modelo axiomático de ciência. Como veremos a seguir, sua filosofia (ou teoria) da ciência abrange todos os requisitos, ou condições, exigidas pelo modelo de Betti e de Jong.

[1] Segundo Aristóteles, cada ciência afirma uma determinada espécie de objetos, que são específicos para cada tipo particular de ciência.

[2 e 3] Cada ciência possui em sua base um certo número de conceitos e proposições fundamentais (as definições nominais) das quais todos os outros são compostos, ou deduzidos. Estes conceitos e proposições fundamentais são fruto da etapa indutiva do processo científico, isto é, são produto de generalizações que partem das observações iniciais dos cientistas.

[4] Para Aristóteles não bastava que os silogismos, ou os argumentos dedutivos, fossem logicamente válidos. A ciência trata com a verdade sobre as coisas, portanto, as proposições contidas em enunciados ou explicações científicas devem, além de válidos, ser também verdadeiros.

[5] Aristóteles considera que somente pode haver ciência do universal. Entretanto, o conhecimento do universal implica que devemos conhecer as causas que tornam necessária uma explicação sobre uma determinada observação. O correto encadeamento de proposições, de modo a exprimir um argumento dedutivo que pretenda uma conclusão universal e necessária, é o que Aristóteles investiga exhaustivamente nos Analíticos.

[6 e 7] O silogismo permite que conheçamos a verdade das proposições não fundamentais através de provas racionais utilizando os termos contidos em uma determinada ciência. As proposições fundamentais são evidentes por si mesmas (axiomas) ou então tomadas como hipóteses verdadeiras (definições nominais). Como em ciência devemos tratar somente com proposições verdadeiras, as fundamentais são conhecidas com evidência, enquanto que as não fundamentais são conhecidas através de provas pelo silogismo. Segundo este tipo de justificação, conhecimento científico é também conhecimento explicativo ou demonstrativo, pois são justificados através de demonstração. Deste modo, o conhecimento científico deve ser entendido como conhecimento *propter quid* ou conhecimento demonstrativo.

Mesmo que o Modelo Clássico de Ciência tenha evoluído por meio da colaboração de filósofos como Bacon, Descartes, Bolzano e da lógica de Port-Royal, é inegável o papel fundamental da teoria de Aristóteles para a sua constituição. Aristóteles criou todo o alicerce sobre o qual o ideal axiomático de racionalidade científica foi edificado ao longo de mais ou menos dois milênios.

Mesmo com a descoberta posterior de problemas com o indutivismo – criticado duramente por Popper – e da ascensão da lógica moderna – com Frege, Russell e Whitehead dentre outros – em detrimento do uso da lógica silogística, a importância de Aristóteles não pode ser minimizada, tanto pela enorme influência que exerceu, e ainda exerce sobre os filósofos, quanto pela sua contribuição fundamental para o desenvolvimento de um modelo de ciência bem definido e criterioso.

BIBLIOGRAFIA

ABRÃO, Bernadette Siqueira (Org.). *A História da Filosofia*. Col. **Os Pensadores**. Nova Cultural; São Paulo: 2004.

ARISTÓTELES. *Organon*. Col. **Os Pensadores**. Ed Nova Cultural. São Paulo: 2004.

JONG, Willem de; BETTI, Arianna. “The Classical Model of Science: a millennia-old model of scientific rationality”. **Synthese**. Published online: 18 Nov. 2008.

LOSEE, John. *A Historical Introduction to the Philosophy of Science*. (Fourth Edition) Oxford University Press. New York: 2001.

SMITH, Robin. **ARISTOTLE. *Prior Analytics. Translated, with introduction, notes, and commentary by Robin Smith***. Library of Congress Cataloging-in-Publication Data. USA: 1989.