

A Lógica Formal – princípios elementares*

Roberto Patrus Mundim**

RESUMO

Neste artigo, a lógica formal é definida como a ciência das leis do pensamento e a arte de aplicá-los corretamente na procura e demonstração da verdade. Seu objetivo é apresentar a diferença entre dedução e indução, as regras da dedução, sob a forma de silogismos e de argumentos condicionais, bem como os vários tipos de falácia. Trata-se de uma introdução simples e didática à lógica formal, para aqueles que desejam ter uma primeira abordagem com o tema.

Palavras-chave: Lógica formal; Dedução; Silogismo; Falácia.

Muitos professores de matemática e de filosofia falam da importância da lógica formal para o reto pensar. As demonstrações contábeis, os teoremas e as proposições filosóficas muitas vezes são acusados de não terem validade lógica. Usam-se expressões como falácias ou sofisma, mas raramente há explicações para o leitor leigo do que significam estes termos e quando eles se aplicam. A lógica formal deixou de ser ensinada nas escolas assim como o latim. Os interessados neste tema não raramente encontram dificuldade em encontrar um texto didático so-

bre o tema, de fácil acesso e que clarifique o assunto. Este artigo pretende suprir essa carência, pois já se mostrou-se muito útil em sala de aula, pelo seu caráter simples e didático.

Etimologicamente, lógica vem do grego *logos* que significa “palavra”, “expressão”, “pensamento”, “conceito”, “razão”. Para Aristóteles, a lógica é a “ciência da demonstração”. O teorema de Pitágoras, por exemplo, é demonstrado observando-se as regras impostas pela lógica. Poderíamos definir lógica como “a ciência da consequência e da verdade da argumentação”. “É a ciência das leis do pensamen-

* Agradecimento especial ao professor Doutor Andrés Rivadulla, da Universidad Complutense de Madrid, por sua criteriosa revisão e sugestões.

** Professor da PUC Minas, Mestre em Administração e doutorando em Filosofia pela Universidade Complutense de Madrid.

to e a arte de aplicá-las corretamente na procura e demonstração da verdade”.

A lógica se divide em lógica formal e lógica material. A *lógica formal* estuda as formas do pensamento no que estas tenham de geral e de comum. A *lógica material* é o conjunto de regras que devemos seguir para ordenar bem a matéria dos atos de inteligência, a fim de obter um conhecimento verdadeiramente científico que nos permita chegar à verdade. É também chamada metodologia. Neste artigo, apresentamos somente a lógica formal. Antes, porém, de iniciarmos o estudo, vamos fazer um vocabulário de alguns conceitos usados comumente na conversa diária e cujo sentido precisa ser definido.

A lógica formal trata da relação entre as premissas e conclusão, deixando de importar-se com a verdade das premissas. À ela, interessa dar as regras do pensamento correto. Ela é um instrumento que vai permitir o caminhar rigoroso do filósofo ou do cientista. A correção ou incorreção lógica de um argumento só depende da relação entre premissas e conclusão, e independe da verdade das premissas. Nesse sentido, a lógica formal pressupõe que as premissas são verdadeiras. O que a lógica formal pode fazer é determinar se as premissas dadas sustentam a conclusão. São essas regras que vamos apresentar.

VOCABULÁRIO BÁSICO

Argumento: é uma coleção de enunciados que estão relacionados uns com os outros.

Termo: qualquer substantivo, adjetivo ou nome próprio de um enunciado.

Proposição: é um enunciado, uma proposição bem formada, declarativa.

- *proposições categóricas*: é aquela composta apenas por sujeito, verbo de ligação e predicado. Elas podem se dividir em relação à quantidade e em relação à qualidade.

- Divisão em relação à *quantidade*:

Proposições categóricas universais:
Todos os x são y.

Proposições categóricas particulares: Alguns x são y.

- Divisão em relação à *qualidade*:

Proposição categórica afirmativa:
Todos os x são y.

Proposição categórica negativa: Nenhum x é y. Alguns x não são y.

Particular: conceito que se refere a alguns indivíduos de uma espécie. Lembre-se de que a própria palavra particular supõe um todo do qual se considera só uma parte. Exemplos: alguns homens, várias pessoas, muitos cães.

Geral: conceito que se refere à totalidade de indivíduos de uma espécie; que é atribuível a todos os componentes de um grupo, espécie ou gênero. Quando usamos os conceitos “homem”, “pessoa”, “cão”, nos referimos a todos os homens, todas as pessoas, todos os cães.

Silogismo: é um raciocínio que, a partir de duas proposições que são aceitas como verdadeiras, leva, de maneira necessária, a uma conclusão.

Ex.:

Os jovens de idade entre 16 e 18 anos podem votar para presidente este ano.

Você é um jovem de 17 anos.

Logo, você pode votar para presidente este ano.

Premissas: são as proposições do silogismo das quais decorre a conclusão.

Falácia ou *sofisma:* argumentos logicamente incorretos.

A LÓGICA FORMAL

Nosso objetivo é apresentar dois tipos de argumentação: a dedução e a indução. O leitor deverá ser capaz, ao final da leitura, de distinguir esses dois métodos de pensamento, de construir argumentações em obediência às regras do silogismo e de discernir os casos mais comuns de argumentação sofisticada.

Dedução

A dedução é uma inferência que vai dos princípios para uma consequência logicamente necessária. É chamada por Aristóteles de silogismo. A dedução é um raciocínio que parte de uma proposição geral e conclui outra proposição geral ou particular.

Ex.:

*Todos os homens são mortais.
Todos os brasileiros são homens.
Todos os brasileiros são mortais*

Indução

A indução é uma argumentação que a partir de dados singulares suficientemente enumerados inferimos uma verdade universal. A indução parte do particular para o geral. Por isso, não se pode dizer que a conclusão do argumento é uma verdade. Alguns filósofos afirmam que só se pode falar em probabilidade

de verdade, na indução, mas este argumento é contestado por outros que afirmam que sequer se pode falar em probabilidade de verdade através da indução.

Ex. 1:

*O cobre é condutor de eletricidade.
O ferro é condutor de eletricidade.
A prata é condutora de eletricidade.
O ouro é condutor de eletricidade.
O cobre, o ferro, a prata e o ouro são metais.
Os metais são condutores de eletricidade.*

Comparação entre dedução e indução Validade de um argumento dedutivo

Dedução	Indução
1. Se todas as premissas são verdadeiras, a conclusão deve ser verdadeira.	1. Se todas as premissas são verdadeiras, a conclusão não é necessariamente verdadeira.
2. Toda a informação ou conteúdo factual da conclusão já estava, pelo menos implicitamente, nas premissas.	2. A conclusão encerra informação que não estava, nem implicitamente, nas premissas.
3. Não serve para ampliar o conhecimento.	3. Há uma ampliação daquilo que já sabemos.
Ex. Todo mamífero tem um coração. Todos os cavalos são mamíferos. Todos os cavalos têm um coração.	Ex. Todos os cavalos que foram observados tinham coração. Todos os cavalos têm coração.

A validade dos argumentos dedutivos é determinada pela forma lógica e não pelo conteúdo dos enunciados. A validade é, pois, uma propriedade dos argumentos – que são coleções de enunciados – e não uma propriedade de enunciados isoladamente considerados. Verdade, por outro lado, é uma propriedade

de enunciados isolados, não de argumentos. Não tem sentido dizer que um argumento é “verdadeiro”, nem que um enunciado singular é “válido”. Exemplos de argumentos válidos:

a) premissas verdadeiras e uma conclusão verdadeira

Todos os diamantes são duros. (V)
Alguns diamantes são jóias. (V)
Algumas jóias são duras. (V)

b) Alguma(s) ou todas as premissas falsas e uma conclusão verdadeira

Todos os gatos têm asas. (F)
Todos os pássaros são gatos. (F)
Todos pássaros têm asas. (F)

c) Alguma(s) ou todas as premissas falsas e a conclusão falsa

Todos os gatos têm asas. (F)
Todos os cães gatos. (F)
Todos os cães têm asas. (F)

Um argumento não válido se chama *falácia*. Argumentos não válidos podem ter premissas verdadeiras e uma conclusão verdadeira.

Ex.:

Todos os homens são vertebrados. (V)
Eu sou vertebrado. (V)
Eu sou homem. (V)

Uma boa maneira de identificar um argumento falaz é compará-lo com outro argumento da mesma forma que tenha premissas verdadeiras e uma conclusão falsa. No argumento válido, sempre que as duas premissas forem verdadeiras, a conclusão também o será. Este modo de revelar a não-validade de um argumento se chama método do contra-exemplo.

Em:

Todos os homens são vertebrados.
 (f) (g)
Eu sou vertebrado.
 (h) (g)
Eu sou homem
 (h) (f)

Temos a seguinte forma:

Todos os (f) são (g).
 (h) sou (g).
 (h) sou (f).

Se substituirmos (h) por “peixe”, teremos:

Todos os homens são vertebrados.
O peixe é vertebrado.
O peixe é homem.

Como a conclusão é falsa e as premissas são verdadeiras, o argumento não é válido.

Enunciados condicionais (ou hipotéticos)

Os enunciados condicionais são enunciados complexos formados com dois enunciados componentes que se ligam por meio da expressão “se... então...”

Ex.:

a) Se hoje é quarta-feira, então amanhã será quinta.

b) “Se uma ação externa é exercida sobre um sistema em equilíbrio, então o equilíbrio se desloca no sentido de neutralizar esta ação a ele aplicada”. (Princípio de Le Chatelier)

c) Se $P.V. = nRt$, então $V = nRt/P$

Num enunciado condicional, a parte ligada ao “se” denomina-se “antecedente” e a parte que se apresenta ligada ao “então” se denomina “conseqüente”. Antecedentes e conseqüentes de enun-

ciados condicionais são eles próprios enunciados.

Um enunciado condicional tem a sua forma definida:

*Se p.
então*

q.

onde no lugar de p e q figuram enunciados.

Se p. então q. é equivalente a Se não q, então – não p.

Ex.:

Se hoje é quarta-feira, então amanhã será quinta.

(p) (q)

Se amanhã não será quinta-feira, então hoje não é quarta.

(não -q) (não -p)

Argumentos condicionais

Argumentos condicionais são argumentos de duas premissas e uma conclusão, sendo que a primeira premissa é um enunciado condicional.

Argumentos condicionais válidos

“Afirmção do antecedente”

Considere-se este exemplo:

a)

Se o aluno chegar atrasado, então deverá justificar-se

O aluno chegou atrasado.

O aluno deverá justificar-se.

O argumento é válido. Sua forma pode ser descrita por este esquema:

Se p, então q.

p.

q.

Consideremos um outro exemplo:

b)

Um aluno pergunta ao professor se 288 é divisível por nove. O professor responde que será, se a soma dos algarismos for divisível por nove. Como $2+8+8 = 18$ é divisível por nove, o próprio aluno conclui que a resposta à sua pergunta é “sim”.

Como sucede na maioria das vezes, o argumento não foi dado na forma padrão. Vamos escrevê-lo de novo:

b2)

Se a soma dos algarismos de 288 for divisível por nove, então o número 288 será divisível por nove.

A soma de $2+8+8$ é divisível por nove. 288 é divisível por nove.

“Negação do conseqüente”

Considere-se este exemplo:

a)

Se o Brasil conquistar mais uma Copa do Mundo, então ele será penta-campeão.

O Brasil não é penta-campeão.

O Brasil não conquistou mais uma Copa do Mundo.

O argumento é válido. Sua forma pode ser descrita por este esquema:

Se p, então q.

Não q.

Não p.

Vejamos outro exemplo:

b1)

José não aceitou a herança.

Logo, é certo que ele não era ambicioso.

Uma premissa foi omitida, mas é fácil identificá-la.

Transformando o argumento à forma padrão, temos:

b2)

Se José fosse ambicioso, então teria aceito a herança.

José não aceitou a herança.

José não era ambicioso..

Vejamos mais um exemplo:

c1)

Paulo: – Diga-me o que aconteceu para que ele ficasse tão bravo?

Renato: – Ora, você estava com ele, não estava?

Paulo: – Se estivesse não teria perguntado o que aconteceu.

O argumento pode ser apresentado da seguinte maneira:

c2)

Se eu estivesse com ele, então eu não teria perguntado o que aconteceu para que ele ficasse tão bravo.

Eu perguntei o que aconteceu para que ele ficasse tão bravo.

Eu não estava com ele.

Como podemos perceber, esse argumento é uma variável da forma-padrão. O conseqüente da primeira premissa é um enunciado negativo, por isso a 2ª premissa, que é a negação desse conseqüente, é uma afirmativa.

Forma – padrão:

Se p, então q.

não q.

não p.

Forma do exemplo c2

Se p, então (não q)

não (não q)

não p

Variação da forma – padrão

Se p, então não q.

q

não p.

A fim de concluir a apresentação dos dois tipos de argumentos condicionais

válidos, analisemos os exemplos seguintes:

d)

Se o determinismo é legítimo, então o homem não tem vontade livre.

O homem tem vontade livre.

O determinismo não é legítimo.

e)

Se o determinismo é legítimo, então o homem não tem vontade livre.

O determinismo é legítimo.

O homem não tem vontade livre.

A forma de cada exemplo é:

d)

Se p. então não-q.

q.

não p

e)

Se p, então não q.

p.

não q.

O exemplo (d) é um caso de “negação do conseqüente”. O exemplo (e) é um caso de “afirmação do antecedente”. Ambos são válidos. A discussão entre os que aceitam (d) e os que aceitam (e) não gira em torno da validade dos argumentos, pois ambos são válidos. A controvérsia filosófica origina-se com a questão de determinar qual das premissas é falsa.

Argumentos condicionais não – válidos

“Falácia da afirmação do conseqüente”

Considere-se este exemplo:

a)

Se os alunos cooperarem, então as aulas serão agradáveis.

As aulas serão agradáveis.

Os alunos vão cooperar.

O argumento é não-válido. Sua forma pode ser assim descrita:

Se p, então q.

q.

p.

Vejam os outros exemplos:

b1)

Companheiros! Venceremos o jogo, a menos que o pessoal fraqueje no segundo tempo. Mas sei que vamos vencer, de modo que não fraquejaremos no segundo tempo.

Colocado sob a forma padrão, o argumento é este:

b2)

*Se o pessoal não fraquejar no segundo tempo, então venceremos o jogo.
Venceremos o jogo.
O pessoal não fraquejará no segundo tempo.*

É possível evidenciar a falácia por meio do método do contra-exemplo. Basta construir um argumento que tenha a forma desejada, com premissas verdadeiras e uma conclusão falsa:

Ex.:

*Se a cidade de Belo Horizonte está em São Paulo, então ela está na região sudeste.
A cidade de Belo Horizonte está na região sudeste.
A cidade de Belo Horizonte está em São Paulo.*

Como já dissemos anteriormente, e é preciso não esquecer, é um erro lógico inferir a verdade das premissas a partir da verdade da conclusão.

“Falácia da negação do antecedente”

Vejam os exemplos:

a)

Se você fuma Hollywood, então você terá o

sucesso.

Você não fuma Hollywood.

Você não terá o sucesso.

b)

Se você vestir Wollens, você vai fazer “money”.

Você não veste Wollens.

Você não vai fazer money.

c)

Se o professor for permissivo, então ele é bom professor.

O professor não é permissivo.

Ele não é bom professor.

Os argumentos são não-válidos. A forma padrão pode ser assim descrita:

Se p, então q.

não p.

não q.

Vejam outros exemplos:

d1)

Assim lhes digo, minhas senhoras e meus senhores, que deveis votar no meu oponente se desejardes pagar maiores impostos e comprar menos com o vosso dinheiro e se acreditardes que não vale a pena Ter um governo limpo e honesto. Mas sei que vós sois inteligentes e equilibrados e que vos posso pedir, portanto, os vossos votos, na próxima eleição!

O argumento pode ser assim analisado:

d2)

Se os senhores desejam pagar maiores impostos e comprar menos com o seu dinheiro e acreditam que não vale a pena ter um governo limpo e honesto, então os senhores devem votar no meu oponente. Não é verdade que os senhores estejam dispostos a pagar maiores impostos e a comprar menos com o seu dinheiro ou que acreditam não valer a pena ter um governo limpo e honesto.

Os senhores não devem votar no meu oponente.

Usando o método do contra-exemplo:

Se o Colégio Marista Dom Silvério está no Rio de Janeiro, ele está no Brasil.

O Colégio Marista Dom Silvério não está no Rio de Janeiro.

O Colégio Marista Dom Silvério não está no Brasil.

Concluimos assim, que o argumento não é válido.

Enunciados categóricos

Há quatro formas de enunciados categóricos, simbolizados pelas quatro primeiras vogais. Como exemplos temos:

A: *Todos os diamantes são jóias.*

E: *Nenhum diamante é jóia.*

I: *Alguns diamantes são jóias.*

O: *Alguns diamantes são jóias.*

Os enunciados A e I são afirmativos. Os enunciados E e O são negativos. Para lembrar disso, use o macete: *afirmo e nego*.

Os enunciados A e E são universais. Os enunciados I e O são particulares. Temos, então, as seguintes formas de enunciados categóricos.

Formas:

A:

Todos os F são G.

Universal Afirmativa

E:

Nenhum F é G.

Universal Negativa

I:

Alguns F são G.

Particular Afirmativa

O:

Alguns F são não-G.

Particular Negativa

Lembre-se de que o enunciado categórico universal afirmativo “Todos os F são G” tem o mesmo valor que o enun-

ciado condicional “Se algo é um F, então é um G”. Também é bom não se esquecer que “alguns” em Lógica significa “pelo menos um”. Quando dizemos que “Alguns F são G” estamos dizendo o mesmo que “Pelo menos um F é G”.

Silogismos categóricos

Os silogismos categóricos são argumentos formados com enunciados categóricos. Todos os silogismos têm duas premissas e uma conclusão. Um silogismo só possui três termos distintos; sendo um *termo médio* e dois *termos extremos*.

Termo médio: ocorre uma única vez em cada premissa. É simbolizado por M.

Termos extremos: ocorre uma só vez na conclusão e uma vez numa premissa. Os termos extremos são o sujeito e o predicado da conclusão. São simbolizados por S e P.

Exemplo:

a)

Todos os mamíferos são animais.

Todos os seres humanos são mamíferos.

Todos os seres humanos são animais.

Termo médio: “mamífero”

Termos extremos: “seres humanos” e “animais”

(sujeito)(predicado)

A validade de um silogismo só depende de sua forma. A sua forma depende de dois fatores:

- do tipo de enunciado categórico presente.
- das posições dos termos médio e extremos.

Existem regras para considerar a validade de um silogismo categórico. Para entendê-las, é preciso que fique bem cla-

ro o conceito de *distribuição*.

Distribuição: um termo está distribuído num enunciado categórico se esse enunciado afirma alguma coisa acerca de cada um e de todos os elementos da classe que o termo designa.

Ex. 1:

Todos os cavalos são mamíferos.

Nesse exemplo, há afirmação acerca de todos os cavalos, mas nada afirma a respeito de todos os mamíferos. Assim o termo sujeito (cavalos) está distribuído e o termo predicado (mamíferos) está não-distribuído.

Ex. 2:

Nenhuma aranha é inseto.

Por esse enunciado, podemos dizer que “Toda aranha é um não-inseto” e que “Todo inseto é uma não-aranha”. Logo, os dois termos estão distribuídos.

Ex. 3:

Algumas plantas são comestíveis

Esse enunciado nada assevera acerca de cada planta e de cada coisa comestível. Assim, os dois termos estão não-distribuídos.

Ex. 4:

Alguns filósofos não são lógicos

Esse enunciado nada afirma a respeito de cada filósofo, mas afirma que cada um dos lógicos difere dos filósofos referidos pelo enunciado. Assim, o termo sujeito não está distribuído e o termo predicado está distribuído.

Resumindo:

A: *Universal afirmativa*

Sujeito distribuído

Predicado não-distribuído

E: *Universal negativa*

Sujeito distribuído

Predicado distribuído

I: *Particular afirmativa*

Sujeito não-distribuído

Predicado não distribuído

O: *Particular negativa*

Sujeito não-distribuído

Predicado distribuído

Para você não esquecer:

O termo sujeito de um enunciado universal está distribuído;

O termo predicado de um enunciado negativo está distribuído.

Quaisquer outros termos estão não-distribuídos.

Macete:

U S N P distribuído

(Um Sapato Não Presta)

Regras para averiguar a validade do silogismo

Qualquer silogismo que obedeça às três regras abaixo é válido. Qualquer silogismo que deixa de obedecer a uma das três regras não é válido.

I – O termo médio está distribuído exatamente uma vez.

II – Nenhum termo extremo pode estar distribuído apenas uma vez.

III – O número de premissas negativas deve ser igual ao número de conclusões negativas.

Ex.:

Todos os lógicos são matemáticos.

Alguns filósofos são não-matemáticos.

Alguns filósofos são não-lógicos.

1º passo – Identificar o termo médio e os termos extremos:

- Termo médio: “matemáticos”
- Termos extremos: sujeito: “filósofos”
predicado: “lógicos”

2º passo – Classificar os enunciados:

1ª premissa: afirmativa universal (A)

2ª premissa: negativa particular (O)

Conclusão: negativa particular (O)

3º passo – Forma:

P(A)M

S(O)M

S(O)P

Onde:

Termos extremos:

S = sujeito da conclusão e

P = predicado da conclusão

M = termo médio

4º passo – Verificar quais os termos estão distribuídos e em qual enunciado.

Pd

$(A)Mn$

Sn

$(O)Md$

Sn

$(O)Pd$

Onde:

d = distribuído

n = não-distribuído

5º passo – Verificação das regras:

Regra I: O termo médio está distribuído apenas uma vez.

(regra satisfeita)

Regra II: Nenhum termo extremo pode estar distribuído apenas uma vez.

(regra satisfeita)

Regra III: O número de premissas negativas (uma) é igual ao número de conclusões negativas (uma).

(regra satisfeita)

6º passo – Conclusão:

O argumento é válido.

Ex. 2:

Todos os adolescentes são questionadores.

Nenhum adulto é adolescente.

Nenhum adulto é questionador.

1º passo:

M: adolescente

S: adulto

P: questionador

2º passo:

1ª premissa: universal afirmativa(A)

2ª premissa: universal negativa(E)

Conclusão: universal negativa(E)

3º passo:

$M(A)P$

$S(E)M$

$S(E)P$

4º passo:

$Md (A)Pn$

$Sd(E)Md$

$Sd(E)Pd$

5º passo:

Regra I: violada, pois M está distribuído duas vezes.

Regra II: violada, pois P está distribuído apenas uma vez.

Regra III: satisfeita

6º passo: O argumento é não-válido.

Faça você mesmo a verificação dos exemplos seguintes observando passo por passo.

Ex. 3:

Alguns alunos não são bem disciplinados.

Algumas pessoas bem disciplinadas não são agressivas.

Alguns alunos não são agressivos.

Ex.4:

Todas as plantas verdes têm clorofila.
Algumas coisas que têm clorofila são comestíveis.
Algumas plantas verdes são comestíveis.

CONCLUSÃO

Procuramos apresentar de forma didática e simples os princípios elementa-

res da lógica formal. Consideramos necessária uma referência sobre o tema que seja acessível para estudantes, sejam filósofos, sejam estudantes do ensino médio ou superior. É discutível se as regras da lógica formal ensinam alguém a pensar, mas é indiscutível que ajudam a corrigir argumentos falaciosos e tendenciosos.

ABSTRACT

This study aims at defining logic as the science of the laws of thought and the art of applying them correctly in the search for and demonstration of truth. It points out the difference between deduction and induction, the rules of deduction in the form of syllogisms and conditional arguments, and the various kinds of fallacy. It consists of a simple and didactic introduction to formal logic meant as a preliminary approach to the theme.

Key words: Formal logic; Deduction; Syllogism; Fallacy.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Rubens. **Filosofia da ciência**: introdução ao jogo e suas regras. 8. ed. São Paulo: Brasiliense, 1986.
- ARANHA, M. L. Arruda. **Filosofando**: introdução à filosofia. São Paulo: Moderna, 1986.
- COPI, Irving, M. **Introdução à lógica**. 2. ed. São Paulo: Mestre Jou, [19--]. 488p.
- SALMON, W. C. **Lógica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987.