

## CAPÍTULO



# O MÉTODO CIENTÍFICO

*“Uma publicação científica pode ser comparada a um pequeno tijolo que depositamos na imensa parede da Ciência. É a nossa pequena contribuição ao conhecimento da humanidade. Mas para que este tijolo se encaixe nos demais, seja assimilado por todos e passe a fazer parte da parede, ele precisa ter uma forma apropriada. A Metodologia Científica se encarrega de dar à pesquisa todos os requisitos necessários para que ela seja reconhecida como científica.”*

*Prof. Dr. Paulo C. Razuk  
Depto Engenharia Mecânica*

## 1. - Introdução

Muitos autores identificam a Ciência com o método, pois todas as ciências se utilizam da metodologia científica. Portanto não há ciência sem o emprego de métodos científicos.

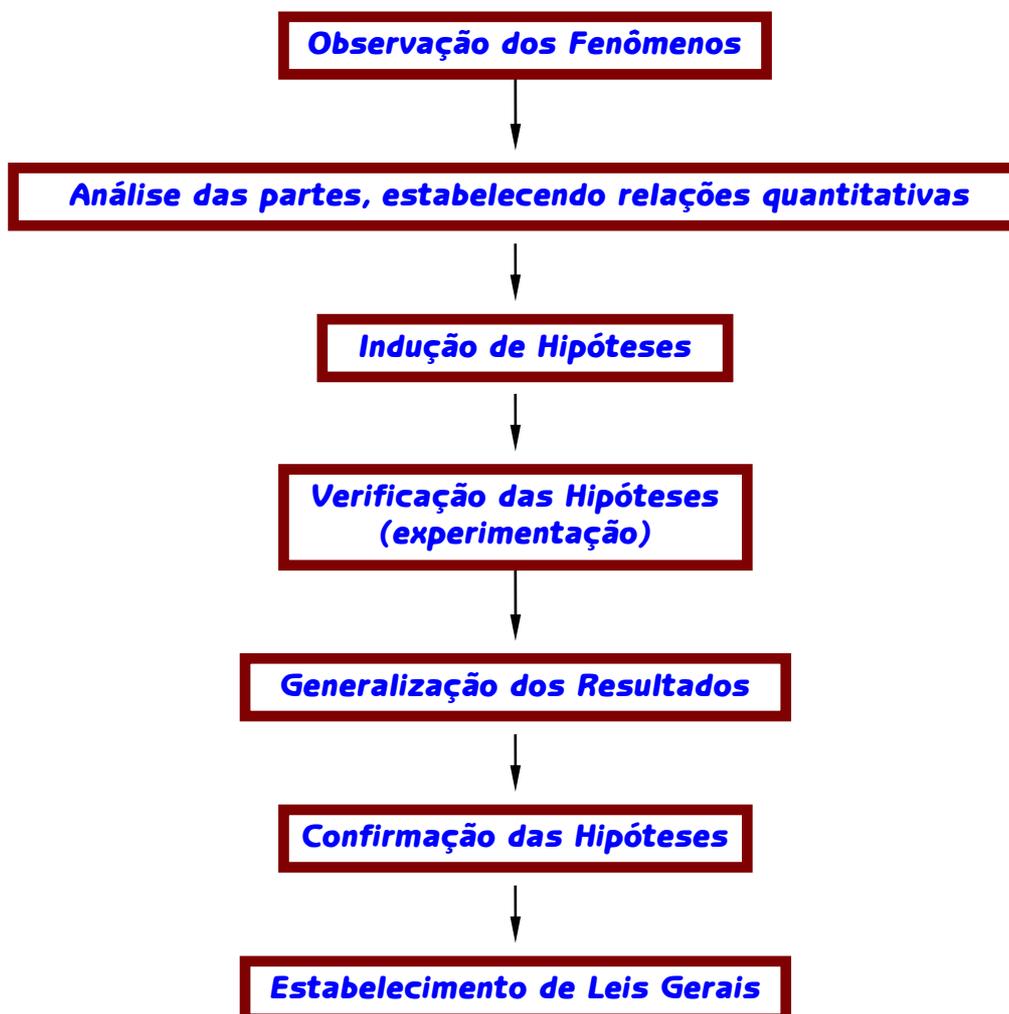
Pode-se definir Método Científico como o modo sistemático de explicar um grande número de ocorrências semelhantes.

## 2. - Desenvolvimento Histórico do Método

Paralelamente ao desenvolvimento do conhecimento, esta sistematização das atividades, entendida como método, também passou a evoluir e se transformar. Galileu (1564-1642) foi um precursor teórico do método experimental, quando contradizendo os ensinamentos de Aristóteles, preconizou que o conhecimento íntimo das coisas deveria ser substituído pelo conhecimento de leis gerais que condicionam as ocorrências.

O método proposto por Galileu Galilei pode ser rotulado de indução experimental pois é a partir da observação de casos particulares que se propõe a chegar a uma lei geral. As etapas propostas foram: observar os fenômenos, analisar seus elementos constitutivos visando estabelecer relações quantitativas entre os mesmos, induzir hipóteses com base na análise

preliminar, verificar as hipóteses utilizando um procedimento experimental, generalizar o resultado alcançado para situações similares, confirmar estas generalizações para se chegar a uma lei geral.



Portanto, Galileu sugeriu partir do particular para o geral (Indução) mas, com base na experimentação (Indução Experimental).

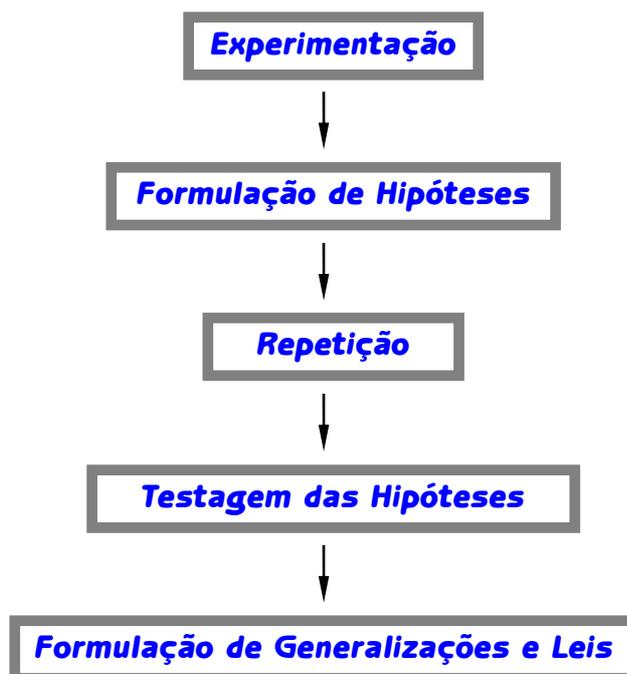
Francis Bacon (1561-1626), contemporâneo de Galileu, destaca serem essenciais a observação e a experimentação dos fenômenos reiterando que a verdade de uma afirmação só poderá ser proporcionada pela experimentação.

Bacon propõe que sejam seguidos os passos:

- realização de experimentos sobre o problema para que se possa observar e registrar, de forma sistemática, as informações coletadas;
- após a análise dos resultados experimentais devem ser formuladas as hipóteses que sugiram explicações sobre as relações causais entre os fatos;
- repetição dos experimentos em outros locais e ou por outros cientistas, com a finalidade de acumular novos dados que servirão para a formulação de hipóteses (outras ou as mesmas já formuladas);
- teste das hipóteses com nova repetição experimental. O grau de confirmação das hipóteses depende da quantidade de evidências favoráveis;

→ formulação de leis gerais para o fenômeno estudado fundamentadas nas evidências experimentais obtidas com posterior generalização destas leis para os fenômenos similares ao que foi estudado.

Nesta seqüência experimental é possível aumentar a intensidade daquilo que se presume ser a causa do fenômeno para verificar se a resposta se dá de maneira correspondente. É possível variar a experiência aplicando a mesma causa a diferentes objetos ou aplicando um fator contrário à suposta causa com a finalidade de verificar se o efeito contrário acontece.



Portanto, na base do método proposto por Bacon referido como "método das coincidências constantes", está a constatação de que um fenômeno depende, para sua ocorrência, de uma causa necessária e suficiente, em cuja ausência o fenômeno não ocorrerá.

Descartes (1596-1650) propõe um processo que se afasta em essência dos anteriores. Em vez de usar inferência indutiva, utiliza a inferência dedutiva (do geral para o particular). A certeza somente poderá ser alcançada pela razão. As quatro regras clássicas de seu método são:

⇒ não aceitar jamais como verdadeiro uma coisa que não se reconheça evidentemente como verdadeira, abolindo a precipitação, o preconceito e os juízos subjetivos (EVIDÊNCIA);

⇒ dividir as dificuldades em tantas partes quantas for possível e necessário para resolvê-las (ANÁLISE);

⇒ conduzir ordenadamente o pensamento, começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer até culminar com os objetos mais complexos, em uma seqüência natural de complexidade crescente (SÍNTESE);

⇒ realizar sempre discriminações e enumerações as mais completas e revisões as mais gerais, de forma a se ter certeza de nada haver sido omitido (ENUMERAÇÃO).

No caso das ciências factuais a análise e a síntese podem ser realizadas sobre os fatos e sobre os seres ou coisas materiais ou espirituais. A análise pode ser entendida como o procedimento que permite decompor o todo em suas partes constituintes, indo do mais para o menos complicado. Já com a síntese é feita a reconstituição do todo, após a análise preliminar

(do simples para o complexo). Em ambos deve haver um procedimento gradual sem a omissão de etapas intermediárias. Nas ciências naturais a análise sempre precede a síntese.

### **3. - Conceito Atual de Método**

Eis como vários autores definiram o Método Científico:

“Método é o caminho pelo qual se chega a determinado resultado, ainda que esse caminho não tenha sido fixado de antemão de modo refletido e deliberado.” (HEGENBERG, 1976).

“Método é uma forma de selecionar técnicas, uma forma de avaliar alternativas para ação científica. Métodos são regras de escolha; técnicas são as próprias escolhas.” (ACKOFF, 1976).

“Método é a forma de proceder ao longo de um caminho. Na ciência os métodos constituem os instrumentos básicos que ordenam o pensamento em sistemas, traçam de modo ordenado a maneira de proceder do cientista ao longo de um percurso para alcançar um objetivo.” (TRUJILLO, 1974).

“Método é a ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um determinado fim. É o caminho a seguir para chegar à verdade nas ciências.” (JOLIVET, 1979).

“Método, em sentido geral, é a ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um dado fim ou um resultado desejado. Nas ciências, entende-se por método o conjunto de processos que o espírito humano deve empregar na investigação e demonstração da verdade.” (CERVO e BERVIAN, 1978).

“Método é o conjunto coerente de procedimentos racionais ou prático - racionais que orienta o pensamento para o alcance de conhecimentos válidos.” (NÉRICI, 1978).

“Método é um procedimento regular, explícito e passível de ser repetido para conseguir algo material ou conceitual. Método científico é um conjunto de procedimentos por meio dos quais são propostos os problemas científicos e, a seguir, são colocadas à prova as hipóteses científicas.” (BUNGE, 1974).

Na verdade, não existe divergência entre os diversos conceitos apresentados. Do ponto de vista científico o método engloba a execução de operações ordenadas, de natureza mental e material, cuja finalidade é a obtenção da verdade ou do conhecimento de um fenômeno ou de um objeto. Para se chegar a este fim é necessário propor e testar hipóteses. O conjunto dessas atividades ordenadas constitui o método científico que, com maior segurança e economia permite alcançar o conhecimento científico.

O método científico é o arcabouço teórico da investigação que, para ter forma científica deve focar um determinado problema explicitando-o de forma precisa e objetiva (tema da pesquisa), utilizar todos os conhecimentos válidos sobre o assunto (revisão da literatura) e todo o instrumental disponível para a resolução do problema (material e técnicas), propor hipóteses que sejam testáveis e que sejam relevantes, conduzir um experimento que permita refutar ou não a hipótese proposta mediante a coleta minuciosa de dados e análise adequada, interrelacionar e

discutir os resultados obtidos em face do que a literatura apresenta e finalmente, apresentar ao público o trabalho desenvolvido.

#### 4. - Formas de raciocínio : Indução e Dedução

O raciocínio é algo ordenado, coerente e lógico, podendo ser dedutivo ou indutivo. Portanto a indução e a dedução são, antes de mais nada, formas de raciocínio ou de argumentação.

No raciocínio ou inferência indutivo o antecedente corresponde a dados e fatos particulares e o conseqüente é uma afirmação mais geral. No raciocínio dedutivo o antecedente é constituído por princípios universais a partir dos quais se chega a um conseqüente menos geral.

A dedução permanece em plano inteligível, em conformidade com os preceitos da lógica. A indução utiliza a experiência e não tem a simplicidade lógica da operação dedutiva. A indução também faz uso da analogia: de alguns fatos passa-se a outros similares ou, de fatos característicos e representativos generaliza-se para o conjunto total de fatos da mesma espécie. Assim, a indução implica em generalização, partindo de fatos particulares conhecidos e chegando a conclusões gerais, até então, não conhecidas.

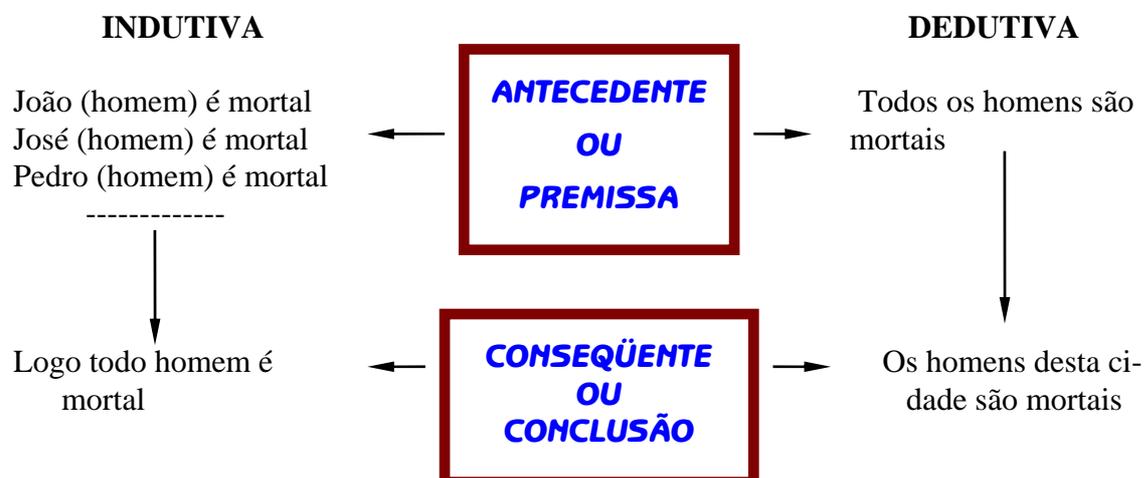
A indução é um processo mental por meio do qual, partindo-se de fatos particulares, suficientemente aceitos e constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nos fatos examinados. Portanto, o objetivo da inferência indutiva é levar a conclusões cujo conteúdo é muito mais amplo do que as premissas nas quais foram baseadas.

Ambas as inferências, dedutiva e indutiva, fundamentam-se em premissas. No entanto, no argumento dedutivo premissas verdadeiras levam invariavelmente a conclusões verdadeiras, enquanto que no argumento indutivo conduzem a conclusões prováveis ou seja, as premissas (antecedentes) de um argumento indutivo correto atribuem uma certa verossimilhança à sua conclusão (conseqüente). Portanto, quando as premissas são verdadeiras, pela indução, o máximo que se pode dizer é que a conclusão é, provavelmente, verdadeira.

A princípio, parece razoável raciocinar partindo de casos particulares para se chegar a leis gerais universais. Não obstante, este processo de argumentar não é plenamente justificável do ponto de vista estritamente lógico.

O processo inverso, o de argumentar do geral para o particular (dedução), é perfeitamente aceitável pela lógica. Uma discussão mais detalhada pode ser encontrada em HEGENBERG (1976) e KAPLAN (1975).

Um exemplo serve para ilustrar os 2 tipos de inferência.



Na indução se todas as premissas são verdadeiras, a conclusão é provável mas não necessariamente verdadeira. A conclusão engloba informação não contida nas premissas.

Na dedução se todas as premissas são verdadeiras a conclusão será verdadeira. Toda a informação da conclusão já estava implícita ou, mesmo, explicitamente contida nas premissas.

A indução se processa em 3 etapas fundamentais: observação de fatos ou fenômenos para, por meio da análise, descobrir as causas de sua manifestação; descoberta da relação entre eles por meio de comparações; generalização da relação: a relação encontrada na etapa precedente é generalizada para situações supostamente similares, não observadas.

Para tentar evitar a falácia do raciocínio indutivo alguns cuidados podem ser considerados. É necessário certificar-se de que é verdadeiramente essencial a relação que se pretende generalizar (distinção entre essencial e acidental). Os fenômenos, sobre os quais se pretende generalizar uma relação, devem ser idênticos. Deve-se dar destaque ao aspecto quantitativo dos fenômenos (sempre que possível) o que proporcionará um tratamento objetivo com o uso da matemática e da estatística.

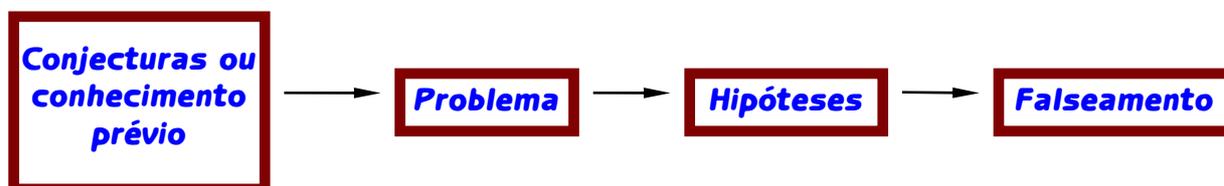
O indutivismo é baseado em leis determinísticas: "nas mesmas circunstâncias, as mesmas causas produzem os mesmos efeitos" e "o que é verdade para muitas partes numeradas de um todo é verdade para o todo". O determinismo exposto nestas duas leis funciona, por exemplo, na física e na química. Resta perguntar se, também, funciona sempre nas ciências biológicas.

Os argumentos dedutivos somente serão incorretos no caso de partir de premissa falsa. Não há gradações intermediárias: o raciocínio dedutivo é correto ou incorreto. Por outro lado, os argumentos indutivos admitem graus de coerência, dependentes do grau de capacidade das premissas sustentarem a conclusão. Assim, os argumentos indutivos aumentam o conteúdo das premissas, com sacrifício da precisão, enquanto os argumentos dedutivos sacrificam a ampliação do conteúdo para que seja alcançada a certeza.

Quando um pesquisador experimenta um tratamento em um conjunto de indivíduos e conclui que este tratamento é benéfico, estará procedendo de maneira indutiva. Ou seja, a relação entre a evidência observacional e a generalização científica é do tipo indutivo.

## 5. O Método Hipotético-Dedutivo

A proposta de Método Hipotético-Dedutivo coube a Popper, que o define um método que procura uma solução, através de tentativas (conjecturas, hipóteses, teorias) e eliminação de erros. Esse método pode ser chamado de "*método de tentativas e eliminação de erros*".



Este esquema denominado Hipotético-Dedutivo é admitido, pela maioria, como logicamente válido e tem o grande mérito de simplificar muitos aspectos do método científico. Portanto, a base da metodologia científica se assenta em reunir observações e hipóteses ou fatos e idéias. O processo é cíclico e evolui por meio do aperfeiçoamento das técnicas usadas para realizar observações e do reexame das hipóteses. O aperfeiçoamento das observações pode ser conseguido com experimentos previamente planejados que utilizem os meios técnicos mais

modernos e eficientes. As hipóteses se aperfeiçoam quando se tornam mais simples, quantitativas e gerais. No entanto, é preciso deixar claro que estes aperfeiçoamentos não levam a verdade absoluta, mas a conhecimentos progressivamente melhor fundamentados das ciências factuais, mais especialmente, das ciências biológicas.

Vamos analisar a seguinte descoberta (Curi, 1991):

No início do Séc. XX, W. M. Bayliss e E. H. Starling, descobriram que o pâncreas libera enzimas digestivas no momento em que o alimento passa do estômago para o intestino delgado. Mas, qual seria o mecanismo que estimularia esta liberação? Foram formuladas duas hipóteses para a explicação:

I) o estímulo é transmitido das paredes do duodeno ao pâncreas por um agente químico do sangue;

II) os alimentos que entram no duodeno estimulam nervos que transmitem o impulso ao SNC que envia estímulos ao pâncreas para a liberação do suco digestivo.

Sendo verdadeira a primeira hipótese bastaria a presença do agente químico para provocar secreção. Bayliss e Starling, abriram o abdome de um animal anestesiado, removeram todos os nervos duodenais e cortaram as ligações nervosas com o pâncreas. Injetaram, a seguir, ácido hidroclorídrico no duodeno e verificaram que o pâncreas liberava suco digestivo como na condição normal. Concluíram, assim, pela validade de (I) e, conseqüentemente, pela negação de (II).

Popper propõe 3 etapas para o método hipotético-dedutivo:

**1 - Problema** - formulação de uma ou mais hipóteses a partir das teorias existentes;

**2 - Solução** - dedução de conseqüências na forma de proposições;

**3 - Testes de falseamento** - tentativas de refutação ou aceitação das hipóteses.

Portanto, o método hipotético dedutivo consiste na construção de conjecturas (hipóteses) que devem ser submetidas a testes, os mais diversos possíveis, à crítica intersubjetiva, ao controle mútuo pela discussão crítica, à publicidade (sujeitando o assunto a novas críticas) e ao confronto com os fatos, para verificar quais são as hipóteses que persistem como válidas resistindo as tentativas de falseamento, sem o que seriam refutadas. É um método de tentativas e eliminação de erros, que não leva à certeza, pois o conhecimento absolutamente certo e demonstrável não é alcançado.

É plenamente aceito pelos pesquisadores que não se pode postular o conhecimento como pronto e acabado, pois isto contraria a característica básica da ciência que é a de contínuo aperfeiçoamento por meio de alterações na teoria e na área de métodos e técnicas de investigação. O método hipotético-dedutivo propõe inferir conseqüências preditivas das hipóteses, com o teste, a seguir, dessas inferências preditivas, com base em experimentos. É dada ênfase para a tentativa de falseamento das hipóteses, para a descoberta de erros, com vistas a progressiva tentativa de aproximação da verdade.

## **6. - Leituras Recomendadas**

- 📖 Capítulo 2 de LAKATOS e MARCONI, 1995.
- 📖 Capítulo 2 de CERVO e BERVIAN, 1993.
- 📖 1ª Parte de ASTI-VERA, 1976.
- 📖 Capítulo 2 de CASTRO, 1977.
- 📖 Capítulo 1 de ECO, 1977.
- 📖 Capítulo 1 de LEITE, 1978.
- 📖 Capítulo 2, 3 e 4 de FAZENDA, 1991.
- 📖 2ª Parte de SALOMON, 1972.
- 📖 Capítulo 3.1 de RUIZ, 1986.

## 7. - Referências Bibliográficas

- ACKOFF, R.L. *Planejamento de pesquisa social*. São Paulo: Herder/EDUSP, 1967.
- ASTI-VERA, A. *Metodologia da pesquisa científica*. Porto Alegre: Editora Globo, 1976.
- CASTRO, M. C. *A prática da pesquisa*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1977
- CERVO, A.L. e BERVIAN, P.A. *Metodologia Científica: para uso dos estudantes universitários*. 3ª Edição. São Paulo: McGraw Hill do Brasil, 1983.
- CONAN, C. A. *História Ilustrada da Ciência (III)*. Rio de Janeiro: J. Zahar Editores, 1987.
- CURI, P.R. *Metodologia Científica*. Apostila do Curso de pós-graduação da UNESP, Câmpus de Botucatu, 1981.
- BUNGE, M. *Epistemologia: curso de atualização*. São Paulo: T. A. Queiroz/EDUSP, 1980.
- ECO, U. *Como se faz uma pesquisa*. São Paulo: Editora Perspectiva, 1977.
- FAZENDA, I. (org.) *Como fazer uma monografia*. 2ª Edição. São Paulo: Editora Cortez, 1991.
- HEGENBERG, L. *Etapas da investigação científica*. São Paulo: EPU-EDUSP, 1976.
- JOLIVET, R. *Curso de Filosofia*. 13ª Edição. Rio de Janeiro: Agir. 1979.
- LAKATOS, E. M. e MARCONI, M. A. *Metodologia Científica*. 2ª Edição. S. Paulo: Ed. Atlas, 1995.
- LEITE, J. A. A. *Metodologia de elaboração de teses*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978.
- KAPLAN, A. *A conduta na pesquisa*. S. Paulo: EDUSP, 1980.
- NÉRICI, I.G. *Introdução à lógica*. 5ª Edição. São Paulo: Nobel, 1978.
- POPPER, K.S. *A lógica da pesquisa científica*. 2ª Edição. São Paulo: Cultrix, 1975

POPPER, K.S. *Conhecimento objetivo: uma abordagem evolucionária*. São Paulo: Itatiaia/EDUSP, 1975.

POPPER, K.S. *A lógica das ciências sociais*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1978.

RUIZ, J. A. *Metodologia Científica*. 2ª Edição. São Paulo: Editora Atlas, 1986.

SALOMON, D.V. *Como fazer uma monografia*. 2ª Edição. Belo Horizonte: Editora interlivros de Minas Gerais, 1972.

TRUJILLO, F.A. *Metodologia da Ciência*. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Kennedy, 1974.

WEATHERALL, M. *Método Científico*. S. Paulo: EDUSP - Polígono, 1970.