

# LICENCIATURAS EM FÍSICA, QUÍMICA E CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

---



**PRONECIM**  
PROGRAMA NÚCLEO DE ESTUDOS EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

## Metodologia para o Ensino de Ciências

Prof. Nelson Luiz Reyes Marques

# Noções Epistemológicas da Ciência

---

- **Karl Popper – Falseacionismo;**
- **Thomas Kuhn – Estrutura das Revoluções Científicas;**
- **Paul Feyerabend – Contra o Método;**
- **Gaston bachelard – A formação do Espirito Científico**

# Noções Epistemológicas da Ciência: introdução

---

- **Epistemologia da Ciência:** é o ramo da filosofia que analisa as condições e os limites da validade dos conceitos científicos.
  - A epistemologia da Ciência (e também a Filosofia da Ciência) não se confunde com a História da Ciência, embora seja parte integrante dela.
- Questões relacionadas ao conhecimento científico partem de caracterizações do que “**é fazer ciência**” numa época.

# Noções Epistemológicas da Ciência: introdução

---

- As explicações dadas por nossos antepassados aos fenômenos naturais como “**verdadeiras**” e “**válidas**” não podem ser reduzidas a erros oriundos da falta de conhecimento.
- Isso se deve aos critérios por eles adotados, evitando-se dessa maneira, caracterizar a ciência do passado como inferior à ciência moderna.

# Noções Epistemológicas da Ciência: introdução

---

- As diferentes Epistemologias da Ciência, que propuseram explicar o desenvolvimento da Ciência, como Bachelard, Popper, Kuhn, Feyerabend , devem ser contextualizadas e analisadas segundo concepção de conhecimento de suas respectivas épocas, visto que tais respostas estão ancoradas a certos pressupostos discursivos próprios de uma época.

# Noções Epistemológicas da Ciência: introdução

---

- **Ciência empírica** (factual): analisa, estuda e pesquisa fenômenos naturais, tais como a Física, a Química, a Astronomia, a Biologia, entre outras. Em linhas gerais pode se dizer que é a **ciência** que lida com as **coisas concretas**.
- **Ciência formal** (abstrata): estuda e investiga sobre a forma das coisas, tais como a Matemática e a Lógica. Em linhas gerais pode se dizer que é a **ciência** que lida com **objetos abstratos**.

# Noções Epistemológicas da Ciência: introdução

---

- **Neopositivismo** (Círculo de Viena - 1929): a característica fundamental dessa orientação filosófica é a redução do papel da epistemologia à análise da linguagem. Se propunham a analisar a sintaxe lógica dos enunciados científicos, tendo como base a “**tese empírica clássica**”, ou seja, que a **sensação** é a **única fonte do conhecimento** existente.
- **Neopositivismo**: Viam na Ciência uma trama de proposições logicamente ordenadas.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---



Bachelard nasceu em 1884 em Bar-sur-Aube, França, zona rural. Trabalhou no serviço postal durante dez anos. Foi professor de Física de 1919 a 1930. Sua tese de doutorado, defendida em 1917, teve por título “Um ensaio sobre o conhecimento aproximado”. De 1940 a 1954, lecionou história e filosofia da ciência na Sorbonne. Morreu em Paris, em 1962.



# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

- No confronto com as ideias neopositivistas ele anunciou que a ciência não tinha a filosofia que merecia porque estaria sempre atrasada em relação às mudanças do conhecimento científico.
- Bachelard afirmou que o instrumento de análise da epistemologia não era a lógica, mas a História da Ciência.
- Bachelard preocupou-se com a evolução das ideias e das teorias científicas.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

- Para Bachelard o conhecimento passava por três estados:
  - **estado pré-científico:** da antiguidade até o século XVIII;
  - **estado científico:** fim do século XVIII até o início do século XX.
  - **novo espírito científico:** início do ano de 1905 até os dias atuais.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

- O processo de transição de um estado a outro era caracterizado pela passagem do pensamento concreto ao abstrato, de modo que o desenvolvimento do espírito científico passava por três estados: estado concreto, estado concreto-abstrato e estado abstrato.
- O processo que conduzia ao **espírito científico** não se dava de um momento para outro, mas por meio de longo período de “**amadurecimento**”.
- **Para Bachelard, o ato de conhecer dava-se contra o conhecimento anterior.**

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

- A **transição** do **concreto** para o **abstrato** deve ser tratada em termos de **obstáculos**, ou seja, de **rupturas** entre o conhecimento **senso comum** (mera opinião) e **científico**.
- **Obstáculo Epistemológico**: uma ideia que impede e bloqueia outras ideias, podendo ser hábitos intelectuais cristalizados, teorias científicas dogmáticas, dogmas ideológicos entre outros.
- O **conhecimento científico** sempre **avança** de forma progressiva, aproximando-se da verdade por meio de um **longo trabalho de construção e de retificação**, ou seja, **rompendo-se com o conhecimento anterior**.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ Ruptura

"Nós acreditamos, com efeito, que o progresso científico manifesta sempre uma ruptura, perpétuas rupturas, entre conhecimento comum (senso comum) e conhecimento científico, desde que se aborde uma ciência evoluída, uma ciência que, pelo próprio fato das suas rupturas, traga a marca da modernidade. (...) Podemos pois colocar a descontinuidade epistemológica em plena luz."  
(BACHELARD. 1990)

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

- As sucessivas contradições do passado (rupturas epistemológicas) são as molas propulsoras do desenvolvimento do conhecimento científico.
- O obstáculo epistemológico não era um conhecimento falso, uma vez que lhe permitia produzir respostas satisfatórias, e até mesmo corretas, a certos tipos de problemas.
- Esse conhecimento tornava-se inadequado quando era transposto ou aplicado a outras categorias de problemas, estagnando assim o progresso do conhecimento científico.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

- Assim, para promover o **avanço do conhecimento**, o **espírito científico** tinha que retificá-lo, ou seja, **corrigi-lo** em nome do **progresso da ciência**.
- Na formação do espírito científico, o **primeiro obstáculo** é a **experiência primeira**.
- “A experiência primeira ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. De fato esta observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos.”

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Foco do trabalho Científico**

- Bachelard considerava o conhecimento como resultado da interação entre a razão e a experiência.
- Ele rejeitava a ideia cartesiana que a realidade era preordenada e pudesse a princípio ser descoberta através do acúmulo de novos fatos científicos.



# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

- **Modificação do status epistemológico do Erro**
  - ao invés de ser considerado como algo lamentável, que devemos evitar a todo custo, o Erro deve ser encarado como um verdadeiro motor para a construção do conhecimento científico, pois é partir de sua retificação que o conhecimento científico avança.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

- **Modificação do status epistemológico do Erro**
  - Sob este ponto de vista, a Ciência deixa de ser vista como um empreendimento em busca da verdade, instância que se alcança em definitivo, e passa a construí-la de acordo com sua capacidade de gerar credibilidade e confiança, e só adquirindo sentido ao final de uma polêmica, após a retificação dos erros primeiros.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Verdade**

- Assumindo a noção de que conhecemos sempre contra um fundo de erro, não podemos nos referir à verdade como algo que se alcança em definitivo, mas apenas às verdades, múltiplas, históricas, pertencentes à esfera da **veridicidade**.
- O conceito de veridicidade pode ser entendido como a capacidade de gerar credibilidade e confiança.
- Um fato não tem o mesmo valor epistemológico em racionalidades distintas, a exemplo das racionalidades do conhecimento comum e do conhecimento científico.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Verdade**

- As verdades são sempre provisórias e evoluem historicamente.
- Não existem verdades primeiras, apenas os primeiros erros: a verdade está em devir.
- O que sabemos é fruto da desilusão com aquilo que julgávamos saber.
- O que somos é fruto da desilusão com o que julgávamos ser.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Visão de Ciência**

- Para Bachelard, a Ciência é o processo de produção da verdade, é o trabalho dos Cientistas - os trabalhadores da prova – no processo de reorganização da experiência em um esquema racional.
- A Ciência não reproduz uma verdade, mas sim a constrói, logo não existem critérios universais ou exteriores para julgar a verdade de uma ciência.
- Cada ciência produz sua verdade e organiza os critérios de análise da veracidade de um conhecimento.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Obstáculos epistemológicos**

- São “retardos e perturbações que se incrustam no próprio ato de conhecer (...) uma resistência do pensamento ao pensamento” ;
- Senso comum, dados perceptíveis, resultados experimentais, metodologia aceita como válida, conhecimentos acumulados são exemplos de O.E;
- Superação por atos epistemológicos: ruptura com os conhecimentos anteriores, seguidos por sua reestruturação

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Obstáculos epistemológicos**

“O conhecimento do real é luz que sempre projeta algumas sombras. Nunca é imediato e pleno. As revelações do real são recorrentes. O real nunca é “o que se poderia achar” mas é sempre o que se deveria ter pensado. O pensamento empírico torna-se claro depois, quando o conjunto de argumentos fica estabelecido. Ao retomar um passado cheio de erros, encontra-se a verdade num autêntico arrependimento intelectual. **No fundo, o ato de conhecer dá-se **contra** um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização. (...)**”

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ Obstáculos epistemológicos

“A ideia de partir do zero para fundamentar e aumentar o próprio acervo só pode vingar em cultura de simples justaposição, em que um fato conhecido é imediatamente uma riqueza. **Mas, diante do real, a alma não pode, por decreto, tornar-se ingênua. É impossível anular de um só golpe, todos os conhecimentos habituais.** Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber. Quando o espírito se apresenta à cultura científica, nunca é jovem. Aliás, é bem velho, por que tem a idade de seus **preconceitos.** Aceder à ciência é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar uma brusca mutação que contradiz o passado.”



# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Obstáculos epistemológicos**

### ■ **“a experiência primeira”**

“A experiência primeira ou, para ser mais exato, a observação primeira é sempre um obstáculo inicial para a cultura científica. **De fato esta observação primeira se apresenta repleta de imagens; é pitoresca, concreta, natural, fácil. Basta descrevê-la para se ficar encantado. Parece que a compreendemos.**”

A Epistemologia bachelardiana **recusa** a ideia de coincidência entre pensamento e realidade.

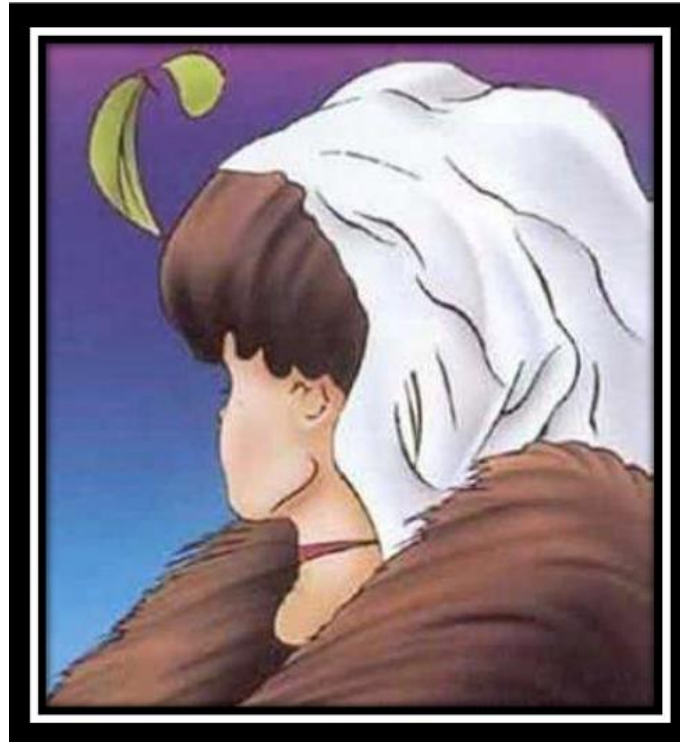
(chamado por ele de “monstro epistemológico”).

**“A ciência não é o pleonasma da experiência”** (Bachelard).

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

O que é isto?



Uma jovem mulher ou uma senhora?

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

O que é isto?



Seria a projeção de ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda variados formando a imagem de uma maçã. Tudo isto através de um projetor que recebe um sinal elétrico do computador?

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Obstáculos epistemológicos**

### ▪ **“generalização do conhecimento prematura”**

“Exemplo: para um espírito pré-científico os mais variados fenômenos de coagulação, verificados com os mais variados produtos de origem animal: leite, sangue, fel e gorduras são agrupados em um único fato geral de coagulação.”

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ Obstáculos epistemológicos

### ▪ “obstáculo verbal”

Admitindo desenvolvimento da ciência como descontínuo, com ruptura entre conhecimento passado e presente, a linguagem também deve ser retificada para se adequar aos novos conhecimentos. O processo de retificação da linguagem é mais lento que o da ciência, surgindo muitas vezes palavras que em lugar de expressarem os fenômenos são obstáculos à explicação científica. **Metáforas** são obstáculos que parecem simplificar a explicação científica, sugerindo diversas propriedades de uma substância, mas impedem construções mais precisas.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Obstáculos epistemológicos**

### ▪ **“o conhecimento unitário e pragmático”**

É unitário no sentido de unidade dos processos naturais, como construído por uma inteligência suprema. É pragmático por que todos estes processos tem uma finalidade, um uso, uma utilidade, que em geral é traduzida pela interpretação do homem. Estes obstáculos são importantes, pois interrompem o raciocínio científico, o aprofundamento no estudo, uma vez que basta achar o elo que conduza a unicidade e a utilidade que o processo de conhecimento se finaliza.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Obstáculos epistemológicos**

### ▪ **“substancialista”**

#### **Qual a cor do ouro?**

A cor de qualquer substância é resultado da interação da radiação eletromagnética na região do visível com a substância. Logo não é uma propriedade intrínseca do ouro ser dourado. E além disso...



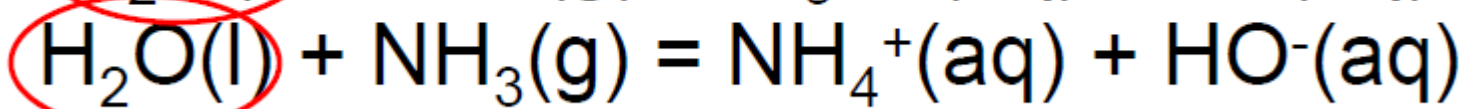
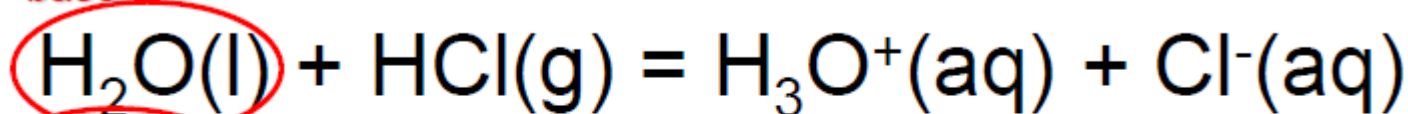
# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ Obstáculos epistemológicos

### O que É um ácido?

base



ácido

#### ■ Conclusão:

- A pergunta está errada!
- Não existe ácido “absoluto”, mas apenas em relação a um outro reagente.



# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Obstáculos epistemológicos**

### ■ **“animista”**

Dar vida à matéria. Por exemplo, imaginar o fluído elétrico como matéria viva. Associar “vida” a conceitos como atração, repulsão, interação, impulso. Atribuir propriedades vitais a objetos.

“os corrosivos ordinários tratam de devorar os metais; para aplacar sua fome os atacam com fúria.”

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

- Theodor Schwann: fermentação do açúcar coincide com o processo de **alimentação** da levedura.
- Moritz Traube (1858): visão mais simples colocando que havia nos microrganismos um certo **corpo químico** que causava a fermentação. Estes **corpos químicos** foram comparados as conhecidas diastase, encontrada na cevada por Anselme Payen e Jean-Francois Persoz em 1833, e a pepsina encontrada no suco gástrico por Schwann em 1836.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

---

## ➤ **Obstáculos epistemológicos**

### ■ **“imagismo”**

O excesso de imagens pode funcionar como obstáculo epistemológico. A imagem pode ter um efeito fixador, bloqueador. Ou o sujeito quer imaginar conhecimentos não imagináveis.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

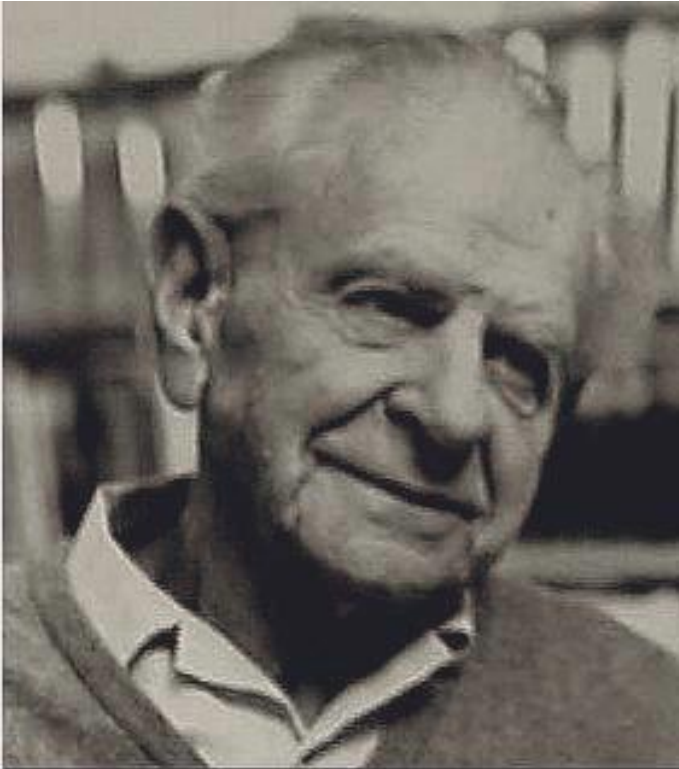
---

Representar partículas elementares como **corpúsculos coloridos** apenas reforça o **coisismo** que, naturalmente, já funciona como obstáculo epistemológico para conceptualizar o que seja um quark. Quarks não são as "bolinhas" que aparecem nos livros didáticos.

Quarks poderiam ser "**cordinhas**", "**membraninhas**", ou nada disso. Mas isso é tudo **imagismo**, outro obstáculo epistemológico que nos leva a querer imaginar coisas que não são imagináveis.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Karl Popper

---



*Sir Karl Popper (1902-1994)*

Popper nasceu em Viena em 1902, estudou na Universidade e no Instituto Pedagógico de Viena, foi professor de ensino médio durante vários anos. De 1946 em diante foi professor de Lógica e Método Científico na escola de Economia de Londres. Recebeu o título de Sir em 1965 e em 1976 tornou-se Membro da Royal Society. Morreu em 1994.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Karl Popper

---

## ➤ O critério de **DEMARCAÇÃO**

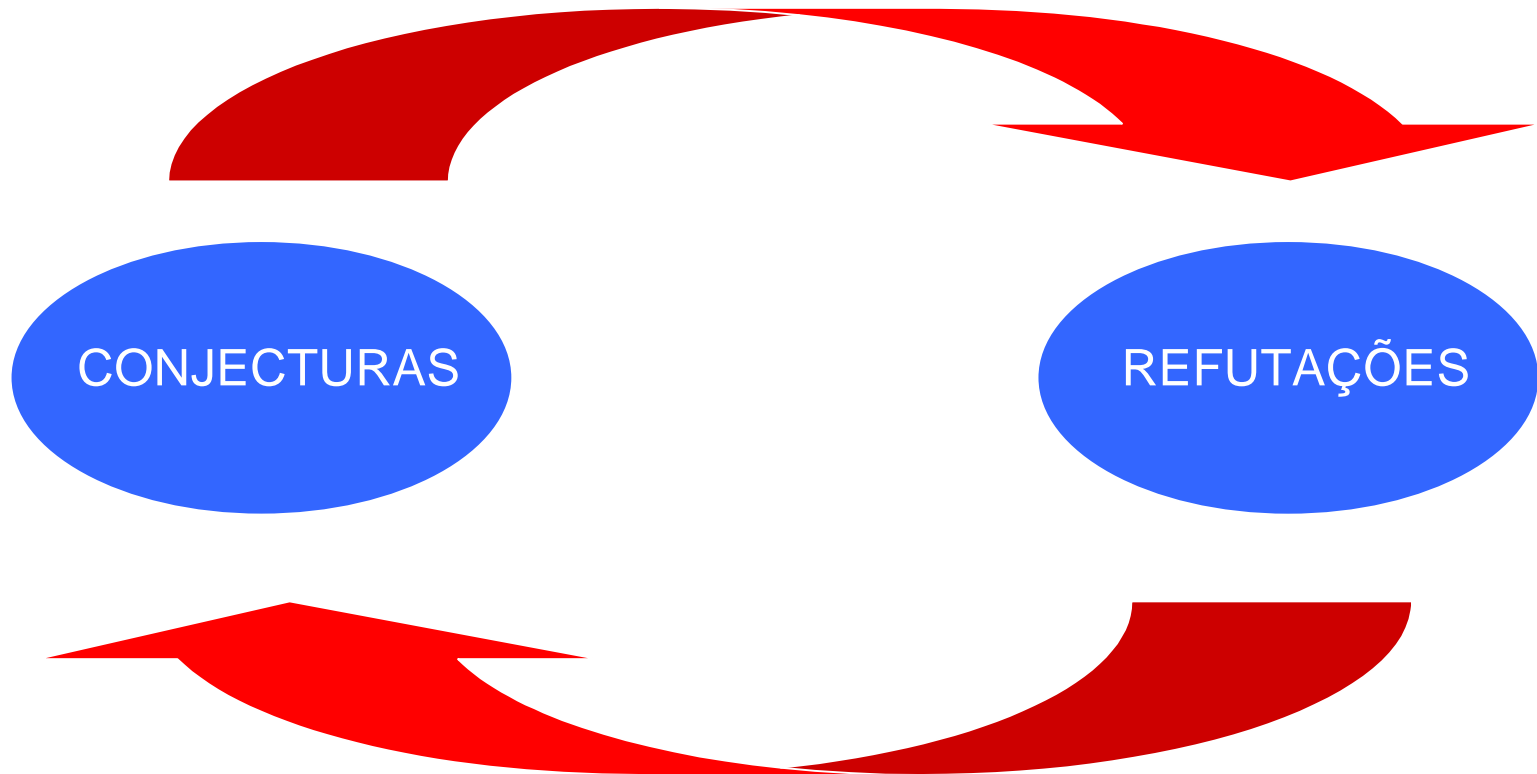
- Toda teoria científica tem o potencial de ser refutada...

## ➤ A questão do **FALSEACIONISMO**

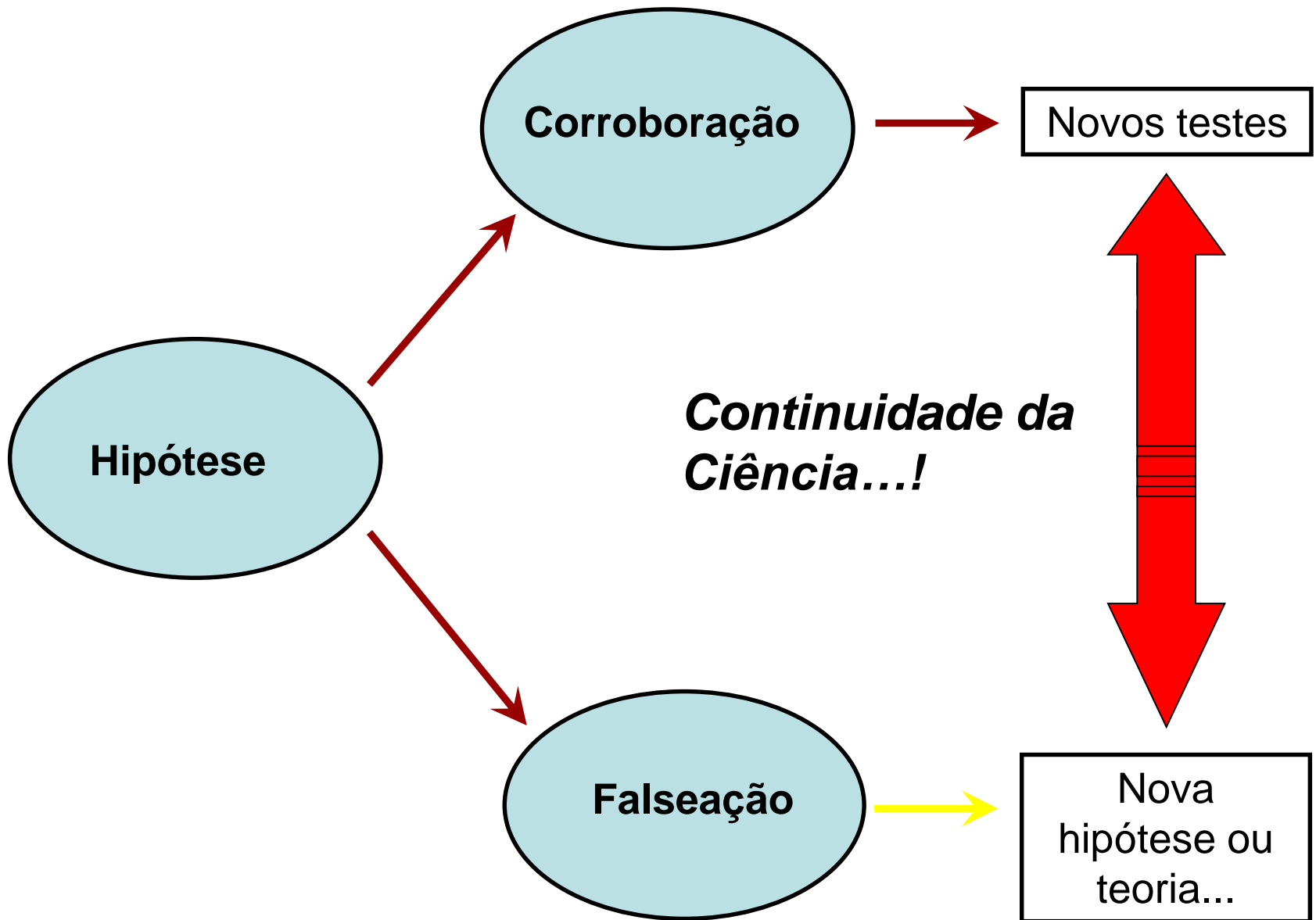
- Pode-se mostrar definitivamente que uma teoria é falsa, mas nunca que uma teoria é verdadeira;
- Uma vez que a teoria (após um teste de falseabilidade) não seja falseada, ela **NÃO** passa a ser “mais” verdadeira ou “mais confirmada, ela simplesmente foi **CORROBORADA**;
- A diferença entre **CONFIRMAR** e **CORROBORAR**.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Karl Popper

---



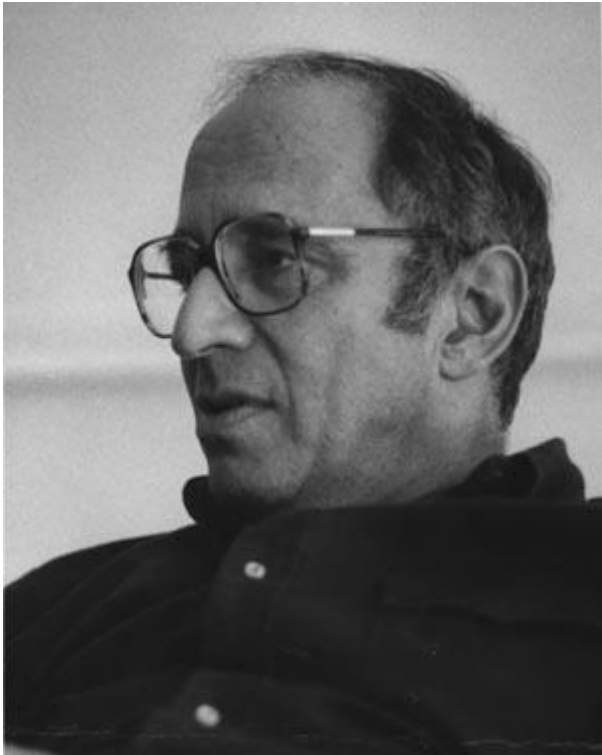
# Noções Epistemológicas da Ciência: Karl Popper





# Noções Epistemológicas da Ciência: Thomas Kuhn

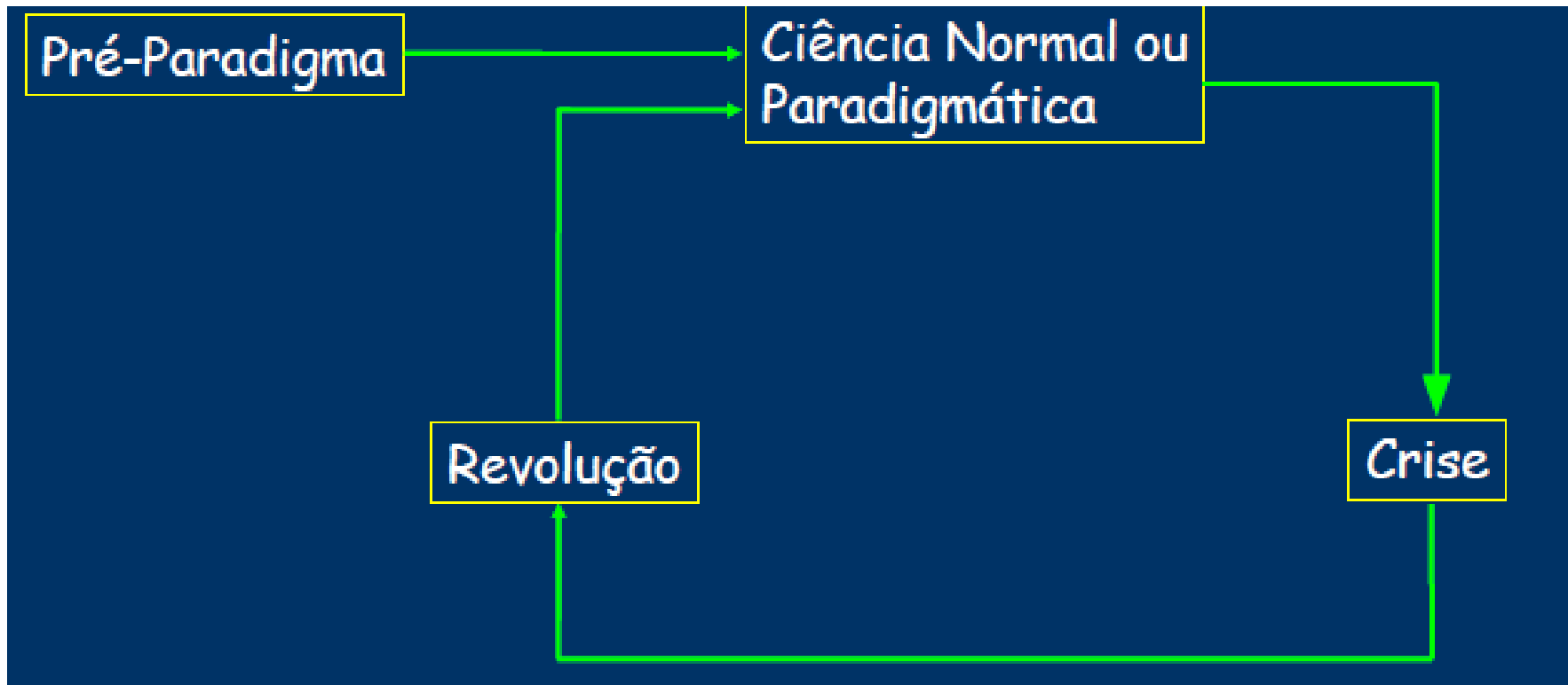
---



Kuhn nasceu em Cincinnati, Ohio, em 1922, fez graduação e doutorado em Física em Harvard, onde foi também professor, mas cedo seu interesse mudou da Física para a Filosofia da Ciência. Além de Harvard, lecionou em Berkeley, Princeton e MIT. Faleceu em 1996.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Thomas Kuhn

- Kuhn tenta entender o que parece ser a dinâmica da produção do conhecimento.



# Noções Epistemológicas da Ciência: Thomas Kuhn

---

- **Pré-paradigmática:** representa a pré-história de uma ciência. Enquanto predomina esse estado de coisas, a disciplina ainda não alcançou o estatuto de científica
- **Paradigma:** conjunto de regras, normas, crenças, teorias que direciona a ciência numa determinada época.
- “[...] *são paradigmas as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência [...]*” (KHUN, 1975, p. 67), ou seja, a constelação de crenças, valores e técnicas partilhadas pelos membros de uma determinada comunidade.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Thomas Kuhn

---

- Ao surgir anomalias, entra-se em crise e surge a ciência extraordinária. Haverá por um tempo uma luta entre os defensores do velho e do novo.
- Quando um novo paradigma substitui o antigo ocorre aquilo que chamamos de revolução científica.

*“Consideramos revoluções científicas aqueles episódios de desenvolvimento não-cumulativo, nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo, incompatível com o anterior [...]” (KHUN, 1975, p. 67)*

# Noções Epistemológicas da Ciência: Paul Feyerabend

---



- Nasceu em Viena, em 1924.
- Viveu na Inglaterra, Estados Unidos, Nova Zelândia e Itália.
- Desenvolveu interesse em teatro, canto, ...
- Em 1943 serviu no exército alemão. Foi ferido na espinha o que o obrigou andar de muletas pelo resto da vida.
- Depois da Guerra em Viena formou-se em Física.
- Em 1952 foi ser orientando de Popper, na Escola de Economia de Londres.
- Defendeu tese em Filosofia da Ciência.
- Faleceu em 1994.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Paul Feyerabend

---

- Partiu da assunção de que não existe método científico universal e a-histórico.
- Ciência é uma empresa anárquica.
- Rejeitou a existência de regras metodológicas universais – defendeu a violação de regras metodológicas.
- A existência de um método único limita o cientista.
- Violação de regras metodológicas é necessária para o avanço da ciência.
- A criação de uma coisa e compreensão de uma ideia correta sobre essa coisa é um processo desarrazoado, sem método.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Paul Feyerabend

---

- Um anarquista "no bom sentido da palavra": aquele que se opõe a um princípio único, absoluto, ordem imutável, não aquele que se opõe a toda e qualquer organização.
- O anarquismo epistemológico deve ser interpretado como uma defesa de um pluralismo metodológico. Contra o método deve ser interpretado como contra "o" método.

# Noções Epistemológicas da Ciência: Paul Feyerabend

---

- **Anarquismo epistemológico** – oposição a princípio único, absoluto, universal, imutável, ou seja, contra um conjunto de regras que pretenda ser universalmente válido, “o método”.
- Defendeu o “**tudo vale**” ou pluralismo metodológico.
- A regra é **violação às regras metodológicas**.
- Anarquismo teórico é desejável por ser mais humanitário, não impondo regras rígidas aos cientistas.



# Noções Epistemológicas da Ciência: Paul Feyerabend

---

- Para Feyerabend não existe um conjunto de regras que uma vez obedecidas, necessariamente conduzirão ao progresso da ciência e ao crescimento do conhecimento científico. Segundo ele, a história da ciência é tão complexa, tão rica, que se insistirmos em uma única metodologia, que afinal não venha a inibir o progresso científico, essa metodologia só poderá ser o tudo vale.

# Referências:

---

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F. e TRINDADE, L. História da Ciência para formação de professores. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

CHALMERS, Alan. **O que é ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 2010.

MOREIRA, Marco Antonio e MASSONI, Neusa Teresinha. **Epistemologia do Século XX.** São Paulo: EPU, 2011.

OLIVA, Alberto. **Filosofia da Ciência.** 3.ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2010.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. de H. **Epistemologia.** Porto Alegre, Evangra, 2011. (<http://www.ufrgs.br/sead/publicacoes/documentos/livro-epistemologia-1>)