

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**
- **Imre Lakatos**

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?

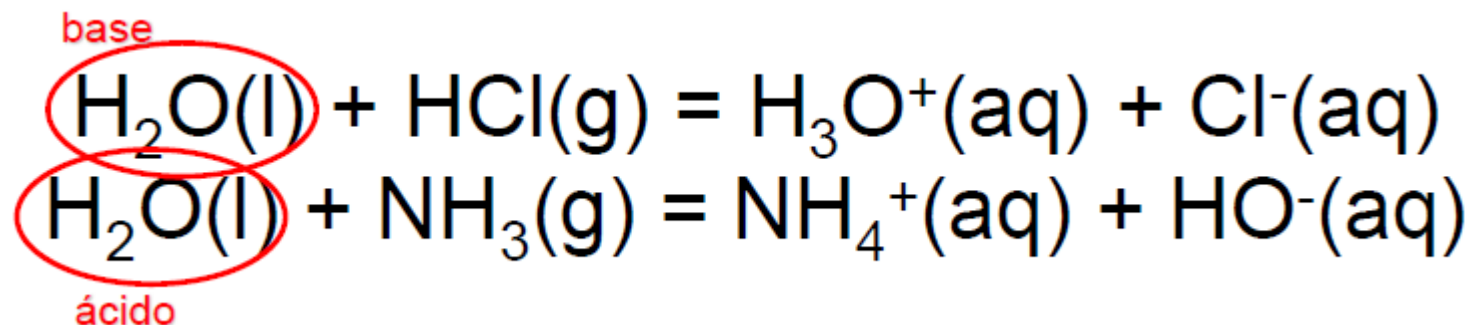
A cor de qualquer substância é resultado da interação da radiação eletromagnética na região do visível com a substância. Logo não é uma propriedade intrínseca do ouro ser dourado. E além disso...



Noções Epistemológicas da Ciência: Gaston Bachelard

➤ Obstáculos epistemológicos

O que É um ácido?



■ 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”**

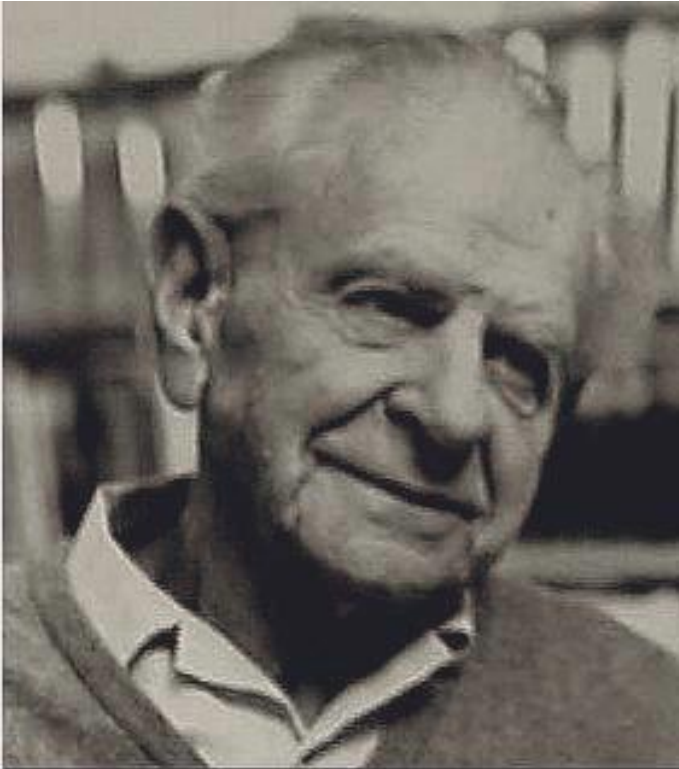
O excesso de imagens pode funcionar como obstáculo epistemológico. A imagem pode ter um efeito fixador, bloqueador. Ou o sujeito quer imaginar conhecimentos não imagináveis.

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

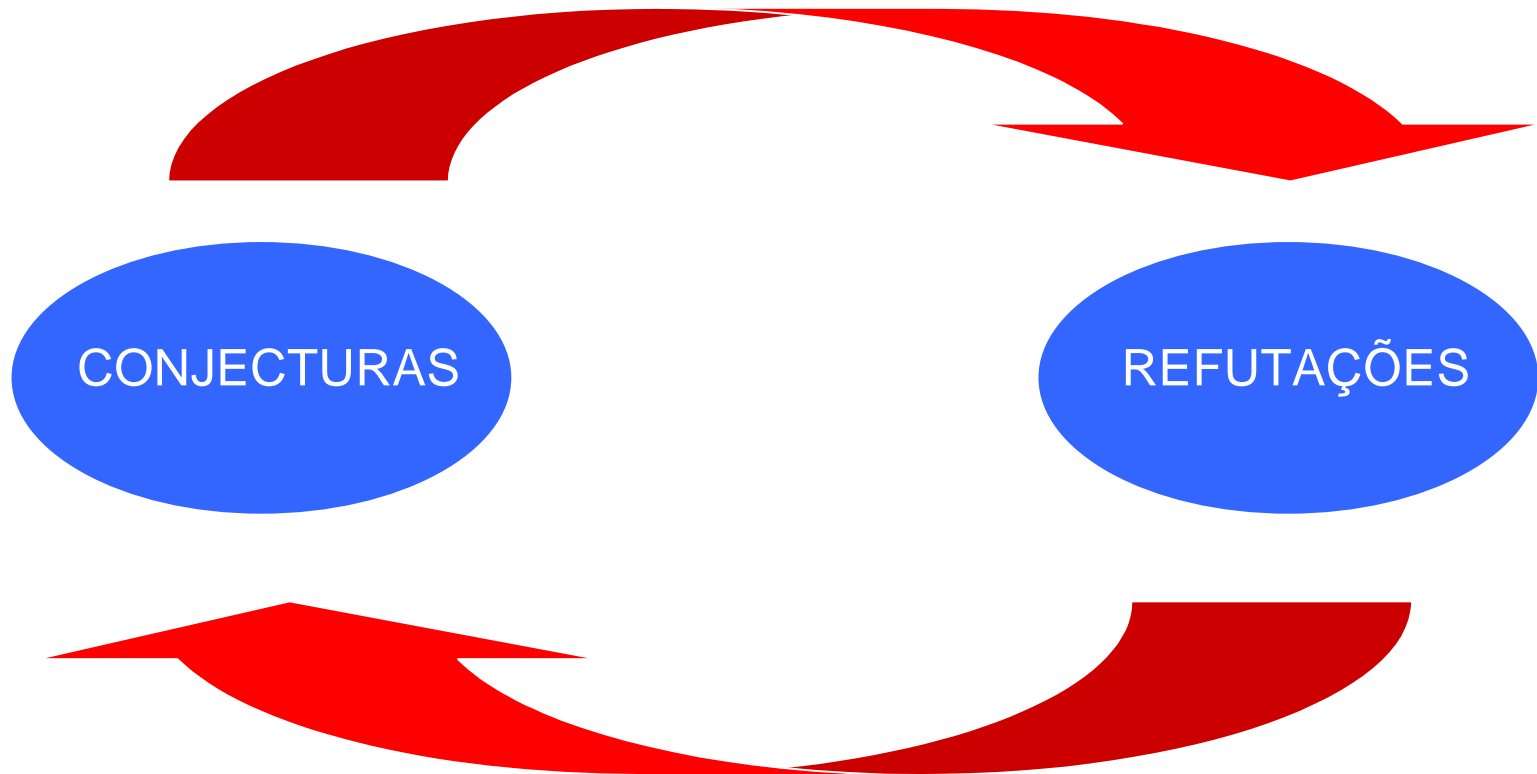
➤ O critério de **DEMARCAÇÃO**

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

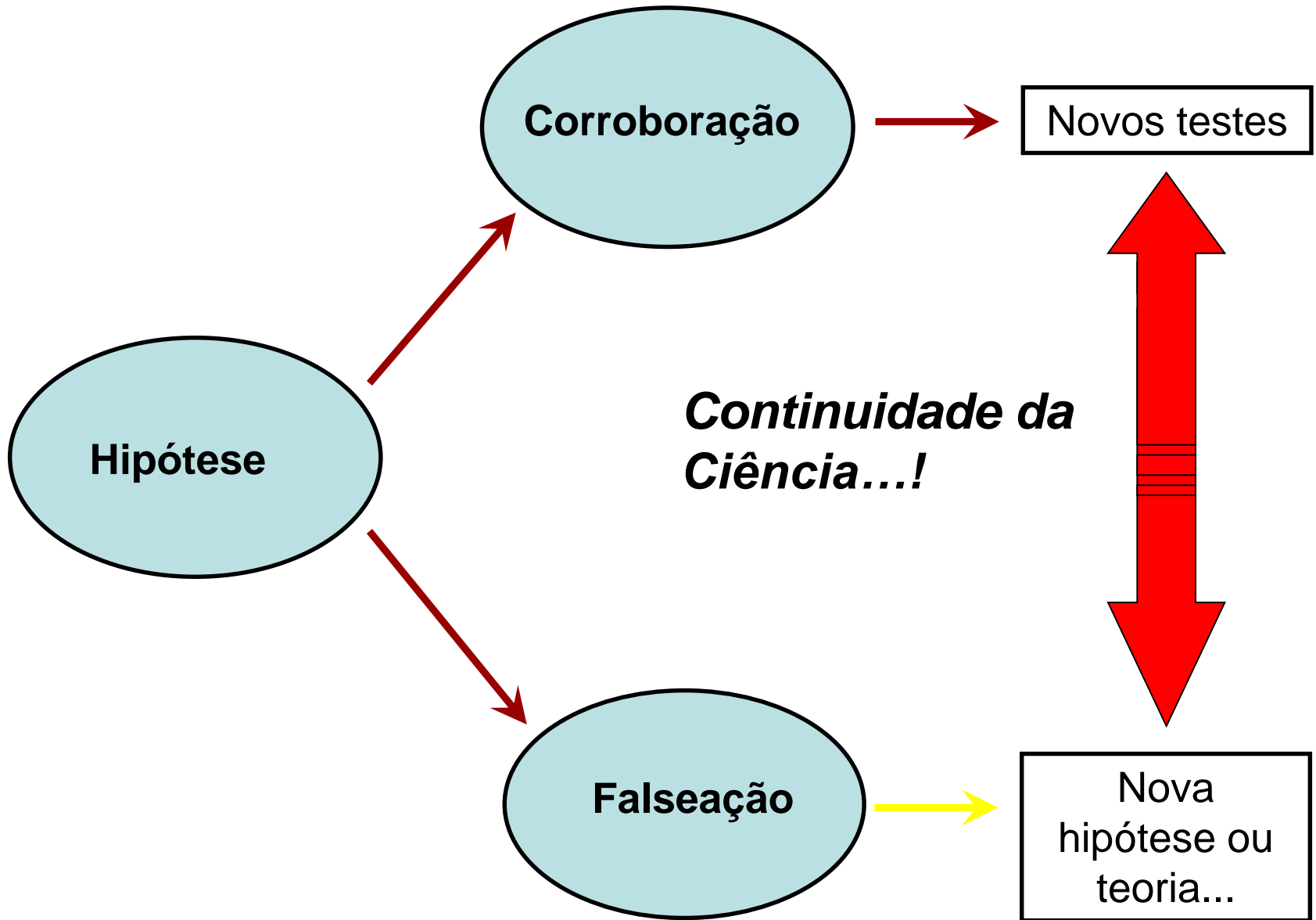
➤ A questão do **FALSEACIONISMO**

- 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**.

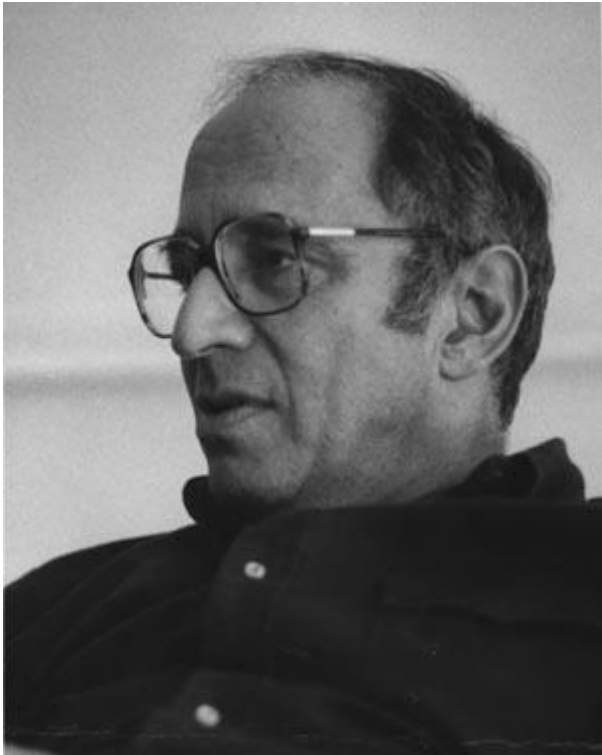
Noções Epistemológicas da Ciência: Karl Popper



Noções Epistemológicas da Ciência: Karl Popper



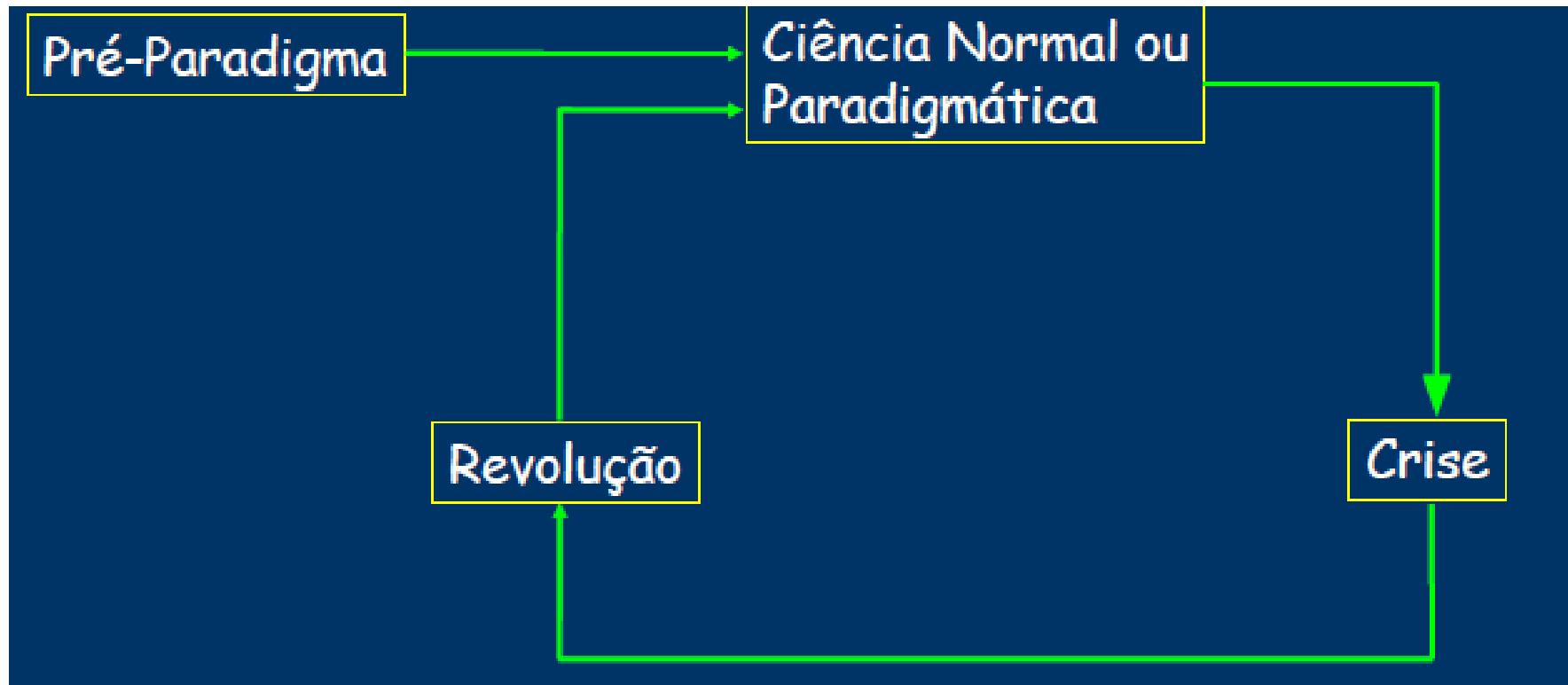
Noções Epistemológicas da Ciência: Thomas Kuhn



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.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **PROGRAMA DE PESQUISA LAKATOSIANO**

- Lakatos desenvolveu sua descrição da ciência como uma tentativa de melhorar o falsificacionismo popperiano e superar as objeções a ele.
- Lakatos considera ingênuo o falsificacionismo de Popper, alegando que este não está de acordo com o comportamento dos cientistas..

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **PROGRAMA DE PESQUISA LAKATOSIANO**

- Como alternativa ao falsificacionismo, Lakatos sugere que para resolver o problema da demarcação é melhor pensar não em teorias ou conjecturas isoladas, mas em unidades mais abrangentes, pois a ciência não é simplesmente ensaio e erro, conjecturas e refutações.
- Lakatos chama essas unidades de **Programas de pesquisa**.
- É preciso oferecer chances ao programa de pesquisa quando este não está funcionando, e não abandoná-lo, conforme propusera Popper em relação às teorias.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **CRITÉRIO DE CIENTIFICIDADE**

- O critério funda-se em duas exigências principais: uma teoria deve, para ser científica, estar imersa num programa de pesquisa e este programa deve ser progressivo.
- Para Lakatos deve sempre ser avaliada uma série de teorias, pertencentes a um determinado programa de pesquisa, e não uma teoria isoladamente.
- É no programa de pesquisa que as teorias sobrevivem e continuamente evoluem.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **CRITÉRIO DE CIENTIFICIDADE**

- Propõem que um programa de pesquisa deve ser abandonado se não se constitui numa “transferência de problemas teoricamente progressiva”.
- O progresso científico é medido pelo nível dessa transferência progressiva (continuidade) de problemas, visto que uma série de teorias encontram-se interligadas nos programas de pesquisa.

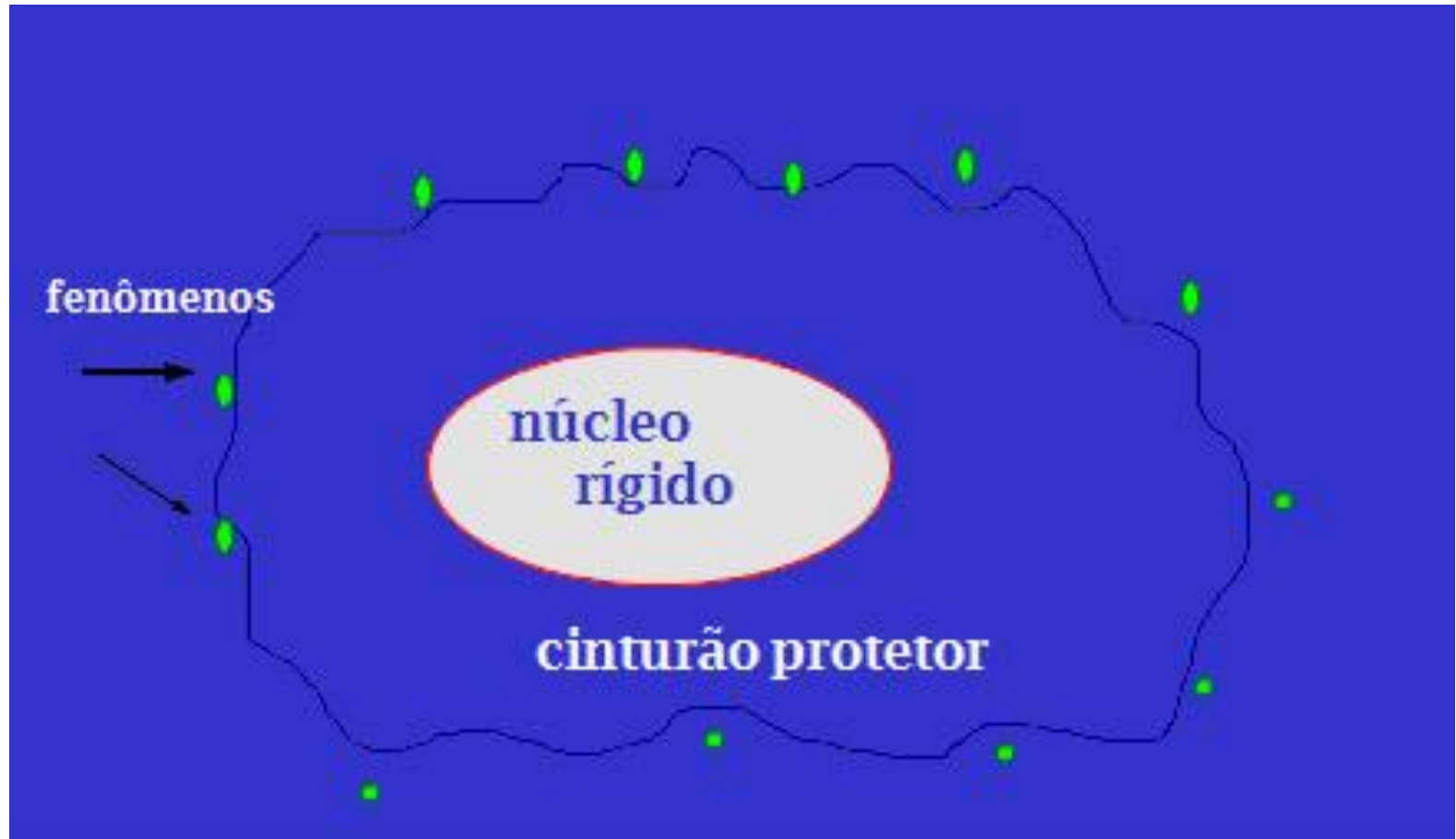
Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **IDEIAS CENTRAIS DE LAKATOS**

- Um programa de pesquisa lakatosiano é uma estrutura que fornece um guia responsável pela decisão acerca da construção e modificação das teorias, tanto de maneira positiva como negativa.
- **heurística negativa** - “núcleo firme” (hard core): De acordo com a heurística negativa, não se pode modificar os pressupostos teóricos.
- **heurística positiva** - cinturão de proteção: De acordo com a heurística positiva, haverá sempre um cinturão protetor: conhecimento prévio e intencionalidade.

Epistemologia Contemporânea



A **heurística positiva** mostra também o que conservar, a **negativa** mostra também o que não contestar.

Epistemologia Contemporânea

➤ Imre Lakatos

➤ **heurística negativa:** “núcleo firme” (hard core)

- Indica quais caminhos devem ser evitados, hipóteses que não devem ser testadas.
- O que Lakatos afirma é que a "**heurística negativa**" do programa proíbe que, frente a qualquer caso problemático, "refutação" ou anomalia, seja declarado falso o "núcleo firme"; a falsidade incidirá sobre alguma(s) hipótese (s) auxiliar(es) do "cinturão protetor".

Epistemologia Contemporânea

➤ Imre Lakatos

➤ **heurística positiva:** cinturão de proteção

- Quando os cientistas se deparam com algum fato incompatível com as previsões teóricas – uma "refutação" ou anomalia - a "**heurística positiva**" orienta, parcialmente, as modificações que devem ser feitas no "cinturão protetor" para as superar.
- Ensina como aperfeiçoar as teorias, como construir hipóteses auxiliares de modo a evitar o falseamento, salvando o programa de pesquisa. Indica como o núcleo deve ser suplementado para explicar e prever fenômenos.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **heurística positiva:** cinturão de proteção

- "A **heurística positiva** consiste num conjunto parcialmente articulado de sugestões ou palpites sobre como mudar e desenvolver as 'variantes refutáveis' do programa de pesquisa, e sobre como modificar e sofisticar o cinto de proteção 'refutável'".
- Criticou Popper – sempre possível evitar que uma teoria seja refutada fazendo modificações em suas hipóteses auxiliares.
- Podemos sempre formular uma hipótese adicional, evitando assim a refutação da teoria.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **EXEMPLOS - HEURÍSTICA NEGATIVA**

1- No programa ptolomaico o núcleo firme estabelecia como sistema de referência a Terra para os movimentos celestes.

2- No programa copernicano o núcleo firme estabelecia a esfera das estrelas como sistema de referência para os movimentos celestes (estrelas fixas)

3- No programa cartesiano o núcleo firme era constituído pela Lei da Persistência do Movimento, pela Lei da Interação por Contato, pelo plenismo (inexistência de espaço livre de matéria), pela Lei das Colisões.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **EXEMPLOS - HEURÍSTICA NEGATIVA**

4- No programa newtoniano o núcleo firme era constituído pelas 3 leis de Newton e pela Lei da Gravitação Universal.

5- O núcleo rígido da cosmologia aristotélica inclui entre outras, as hipóteses da finitude e esfericidade do Universo, a impossibilidade do vazio, os movimentos naturais.

6- O núcleo rígido da teoria especial da relatividade, pelo princípio da relatividade e pela constância da velocidade da luz.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **EXEMPLOS - HEURÍSTICA POSITIVA**

1 - No programa ptolomaico a heurística positiva, inspirada na meta-física platônica-pitagórica da curva perfeita e na metafísica aristotélica da perfeição dos céus, determinava que os corpos celestes tinham movimentos obtidos da composição de movimentos circunferenciais. Qualquer anomalia nesses movimentos podia ser resolvida pela modificação dos parâmetros dos movimentos circunferenciais componentes ou até pela introdução de uma nova componente.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **EXEMPLOS - HEURÍSTICA POSITIVA**

2- No programa newtoniano o cinturão protetor continha os modelos sobre o sistema solar, hipóteses sobre a forma e distribuição de massa dos planetas e satélites, teorias sobre os métodos de observação astronômica.

3- No caso da astronomia copernicana a heurística positiva indicava claramente a necessidade de um desenvolvimento de uma mecânica adequada à hipótese da Terra móvel, bem como de novos instrumentos de observação astronômica, capazes de detectar as previstas variações no tamanho aparente dos planetas e as fases de

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **FORMAS DE SALVAR UMA TEORIA DA REFUTAÇÃO**

- Os programas de pesquisa criam, ajudados pelo artifício da heurística positiva, um mutável cinturão protetor de hipóteses auxiliares, que procura deixar o núcleo do programa inviolável, frente as refutações.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **A teoria pode ser salva da refutação se:**

1- Transmitir a falsidade às condições específicas. Exemplo: a existência de um planeta transurânico para explicar uma discrepância entre a órbita prevista e observada de Urano.

2- Transmitir a falsidade às teorias auxiliares que estão envolvidas nos métodos observacionais. Exemplo: modificação na correção para a refração da luz na atmosfera.

3- Considerar o fato refutador como uma anomalia que futuramente será resolvida. Exemplo: A precessão observada no periélio Mercúrio não correspondia à precessão prevista (meados do século XIX).

Epistemologia Contemporânea

➤ **Imre Lakatos**

➤ **LAKATOS AFIRMA QUE**

“Se observarmos a história da ciência, se tentarmos ver como alguns dos falseamentos mais célebres aconteceram, teremos que chegar à conclusão de que algumas delas ou são claramente irracionais ou se apoiam em princípios de racionalidade radicalmente diferentes”

Epistemologia Contemporânea

➤ Imre Lakatos

- Um **programa** é teoricamente **progressivo** quando as modificações do cinturão protetor levam a novas e inesperadas previsões.
- Ele é empiricamente progressivo quando alguma(s) das novas previsões é(são) corroboradas.

Epistemologia Contemporânea

➤ Imre Lakatos

- O **programa copernicano** era um programa progressivo pois permitia explicar de maneira não ad-hoc (não construído para fazer isto):
 - que os planetas possuíam movimentos retrógrados;
 - o fato de não serem constantes os períodos dos planetas superiores quando observados da Terra;
 - que se um astrônomo adota a Terra como sistema de referência, deve atribuir a cada planeta um movimento complexo, onde uma das componentes é o movimento do Sol.

Epistemologia Contemporânea

➤ Imre Lakatos

- Um **programa é regressivo** ou está **degenerando** quando os ajustes no cinturão protetor são ad-hoc, isto é, não prevêm fatos novos, ou prevendo, estes não são corroborados.
- O **programa de Ptolomeu** era um programa em degeneração. Por exemplo, de maneira ad-hoc:
 - haviam sido introduzidos os excêntricos e equantes.
 - dois movimentos distintos à esfera celeste para explicar a diferença entre o ano solar e o sideral
 - as estrelas por serem corpos mais perfeitos deveriam ter um único movimento circular.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Stephen Toulmin**

- Para Toulmin, a chave para o entendimento humano está nos **conceitos**.
- “o homem conhece e também é consciente de que **conhece**” em consequência disso a compreensão humana tem sido dual com o passar do tempo: tem se tornado mais vasta, tem crescido e tem se tornado mais reflexiva, mais profunda.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Stephen Toulmin**

- Toulmin entende que a compreensão humana é interdisciplinar.
- Deve-se levar em conta os processos sócio-históricos em que se desenvolveram nossos conceitos e a mudança conceitual (mas sem relativismo exacerbado)
- A ciência é parte da cultura humana e como tal está em permanente transformação: perguntas e problemas são formulados, explicações são produzidas, ferramentas conceituais são elaboradas, etc.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Stephen Toulmin**

- Para Toulmin, a chave da compreensão humana está nos conceitos.
- É preciso compreender que os conceitos são compartilhados coletivamente enquanto os pensamentos e crenças são individuais (há componentes idiossincráticas)
- Os conceitos exercem autoridade intelectual sobre os pensadores individuais.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Stephen Toulmin**

- Os conceitos compartilhados são os instrumentos do nosso pensamento;
- o indivíduo herda os conceitos no contexto social e ao mesmo tempo se torna individualmente seu usuário.
- Uma teoria epistemológica deve trazer relativamente aos conceitos duas dimensões: a individual e a coletiva.
- Em ciências existem certos conceitos fundamentais que são, por assim dizer, constitutivos das ciências dentro das quais se usa. Sem os conceitos de "feixe" e "inércia", óptica geométrica e dinâmica desapareceriam .

Epistemologia Contemporânea

➤ **Stephen Toulmin**

- O desenvolvimento dos conceitos coletivos é caracterizado sob dois aspectos:
 1. **inovação**: fatores que levam a tradição intelectual a avançar;
 2. **seleção**: fatores que levam a tradição intelectual coletiva a aceitar algumas inovações.
- Podemos compreender o desenvolvimento dos nossos conceitos se levarmos em conta o papel que desempenham os processos racionais.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Stephen Toulmin**

- As atividades científicas dividem-se em disciplinas que reúnem em torno de si; cientistas unidos por um mesmo objeto de estudo.
- Ex.: Física Atômica – “O que mantém esses homens unidos em sua profissão comum é seu interesse compartilhado por preocupações próprias da física atômica, mediante alguma outra prova.”.
- As disciplinas passam por um processo de transformação permanente pelos quais seus conceitos vão evoluindo.

Epistemologia Contemporânea

➤ **Stephen Toulmin**

- Os conceitos têm em si 3 aspectos: a linguagem, as técnicas de representação (aspectos simbólicos) e os procedimentos de aplicação da ciência (reconhecimento de situações).
- Aquisição de conceitos como uma variedade de enculturação (ensino de ciências).
- A aparição de novos conceitos está vinculada a novos problemas e a introdução de novos procedimentos.

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

- As contribuições feitas por Ernst Mayr à biologia evolucionária o colocariam certamente em qualquer lista dos maiores biólogos evolucionários do século XX. Edward Wilson e Stephen Jay Gould, colegas de Mayr em Harvard, chegam a colocá-lo como o maior biólogo de todos os tempos.
- Mas as realizações de Mayr se estenderam para além da biologia. Além de seus trabalhos de divulgação da história natural e da evolução, ele também escreveu sobre a história e a filosofia da ciência, especialmente da biologia.

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

- Oposição ao “fysicalismo”
 - valorização excessiva da Física.
- Filosofia da ciência tradicional adota a Física como paradigma
 - e uma assertiva arrogante de que a Biologia é uma ciência inferior.
- A Física não é “o paradigma” da Ciência.

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

- Postura que tenta espremer todas as outras ciências para dentro do quadro conceitual da Física.
- Alguns princípios e conceitos das ciências físicas (superados na própria Física):
 - **Essencialismo** (variedade de fenômenos consistem num pequeno n° de essências ou tipos – classes x raças);

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

- Postura que tenta espremer todas as outras ciências para dentro do quadro conceitual da Física.
- Alguns princípios e conceitos das ciências físicas (superados na própria Física):
 - **Essencialismo** (variedade de fenômenos consistem num pequeno nº de essências ou tipos – classes x raças);
 - **Determinismo** (predição do futuro com base no conhecimento do presente - mecânica newtoniana);
 - **Reduccionismo** (explicação do todo pelas partes);
 - **Busca de leis universais** (Biologia trata de fenômenos únicos).

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

- Cada ciência requer seu próprio método.
- Ciência não é uma definição estática.
- Não há verdade absoluta.
- A Biologia é uma ponte importante entre as ciências fisicalistas e as humanidades.
- Biologia emergiu com novos padrões igualmente legítimos de fazer ciência.

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

- Através de uma análise das teorias, fundamentos e evolução das ideias hoje dominantes na moderna Biologia:
 - A Biologia (ideias sobre o mundo vivo) tornou-se uma ciência autônoma ao rejeitar o fisicalismo.
 - Os seres vivos têm limites no espaço e no tempo.
 - Os organismos vivos são sistemas complexos.
 - Importa para a Biologia a observação das experiências naturais.

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

- Os organismos possuem o que os biólogos chamam de “propriedades emergentes”.
 - a estrutura químico-física do DNA ou o arranjo das sequências no genoma não bastam para explicar o fenótipo – conjunto de características externas – de um indivíduo.
- Sobre os organismos vivos atua a seleção natural.
- Indeterminismo e aleatoriedade desempenham papel fundamental nos sistemas vivos.

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

- Alguns pressupostos da Biologia (superados) tiveram que ser abandonados:
 - **Vitalismo**: manifestações da vida controladas por uma força oculta ("vis vitalis");
 - **Teleologia**: ideia segundo a qual o Universo tem um propósito definido.

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

➤ A Biologia pode ser dividida em:

▪ **Biologia Funcional – mecanicista**

- Lida com a fisiologia e todas as atividades dos organismos vivos.

▪ **Biologia Evolucionista – histórica**

- Lida com fenômenos únicos:
 - desaparecimento dos dinossauros;
 - aparecimento do ser humano;
 - origem das novidades evolutivas.

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

- Darwin em *A Origem das Espécies*, em 1859, foi um marco importante para a descoberta de vários conceitos ou princípios específicos da Biologia:
 - **Complexidade dos sistemas vivos** (reprodução, metabolismo, replicação, adaptação ...);
 - **Evolução** (Biologia evolucionista);
 - **Biopopulação** (cada indivíduo é único);
 - **Seleção natural** (eliminação e adaptação).

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

- Darwin em *A Origem das Espécies*, em 1859, foi um marco importante para a descoberta de vários conceitos ou princípios específicos da Biologia:
 - **Complexidade dos sistemas vivos** (reprodução, metabolismo, replicação, adaptação ...);
 - **Evolução** (Biologia evolucionista);
 - **Biopopulação** (cada indivíduo é único);
 - **Seleção natural** (eliminação e adaptação).

Epistemologia Contemporânea

➤ Ernst Mayr

➤ Narrativas Históricas

- Explicação da extinção dos dinossauros (epidemia, catástrofe climática, colisão asteróide).

➤ Comparação de Evidências Variadas

- Anatomia comparada;

O conhecimento exaustivo de prótons, elétrons, neutrinos, quarks e quaisquer outras partículas elementares não ajudaria a explicar a origem da vida (Mayr).

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>)