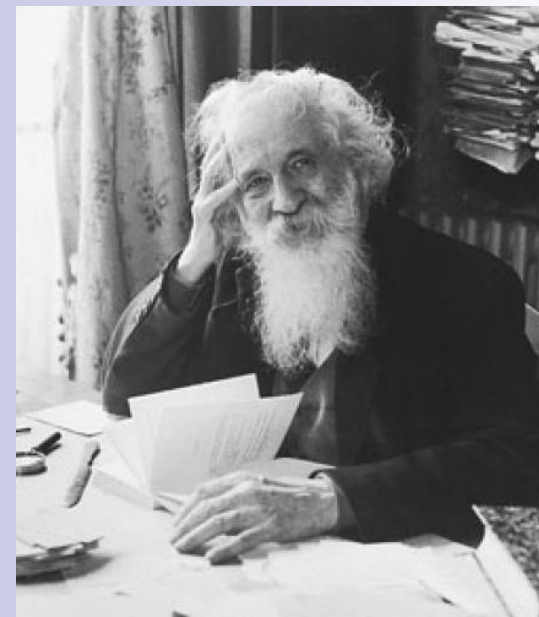


História e Filosofia da Ciência

A Epistemologia de Gaston Bachelard

Prof. Nelson Luiz Reyes Marques

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.
- Conceitos-chave: espírito científico, espectro epistemológico, perfil epistemológico, obstáculo epistemológico, noções-obstáculo, filosofia do não e obstáculo pedagógico.

GASTON BACHELARD

- Seu primeiro livro foi Ensaio Sobre o Conhecimento Aproximado (1928) e seu livro mais famoso foi O Novo Espírito Científico (1934). Outros livros importantes em sua carreira foram: A Psicanálise do Fogo (1938); A Formação do Espírito Científico (1938); A Filosofia do Não (1940); A Água e os Sonhos (1942); A Terra e os Devaneios da Vontade (1948); Atividade Racionalista da Física Contemporânea (1951); A Poética do Espaço (1957); A Poética do Devaneio (1960) e A Chama de um a Vela (1961).
- Em 1961 foi laureado com o Grande Prêmio Nacional de Letras.

GASTON BACHELARD

- "Para um espírito científico, **todo conhecimento é resposta a uma questão.**"
- "Na educação, **a noção de obstáculo epistemológico é ... desprezada.** Muitas vezes me tenho impressionado com o fato de professores de ciências ... não compreenderem que não se compreenda. Muito poucos são aqueles que investigaram a psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão."

ETAPAS HISTÓRICAS DO PENSAMENTO CIENTÍFICO

➤ Primeiro período: **estado pré-científico**

- compreende tanto a Antiguidade clássica quanto os séculos de Renascimento (XVI até XVIII).
- buscava-se a superação dos modelos construídos sob o pensamento mítico e teológico.

Ex: Systema Naturae de Lineu (1735) - o autor faz a delineação das suas ideias para uma classificação hierárquica das espécies. Lineu concebeu o seu "Systema" dividindo a Natureza em três reinos: Animalia, Vegetalia e Mineralia.

ETAPAS HISTÓRICAS DO PENSAMENTO CIENTÍFICO

➤ Segundo período: **estado científico**

- compreende do final sec. XVIII até início do sec. XX. Neste, buscou-se a universalidade do método científico como estratégia de investigação valendo-se de procedimentos experimentais e levantamento de hipóteses.

Ex: Origem das Espécies (Charles Darwin 1859) - mostra que a diversidade biológica é o resultado de um processo de descendência com modificação, onde os organismos vivos se adaptam gradualmente através da selecção natural e as espécies se ramificam sucessivamente a partir de formas ancestrais, como os galhos de uma grande árvore: a árvore da vida.

ETAPAS HISTÓRICAS DO PENSAMENTO CIENTÍFICO

➤ Terceiro período: **novo espírito científico**

- De 1905, a partir do desenvolvimento da Mecânica Quântica Teoria da Relatividade de Einstein: “deforma” conceitos primordiais que eram tidos como fixados para sempre. Período em que a tecnologia influenciou e sofreu influências dos avanços científicos.

Ex: inovações técnicas após a Segunda Guerra Mundial.

ESPECTRO EPISTEMOLÓGICO (BACHELARD), 1971



ESPECTRO EPISTEMOLÓGICO

- **Idealismo:** as ideias, não a matéria ou as sensações, constituem a realidade; primazia do espírito; a existência está principalmente no domínio das ideias.
- **Convencionalismo:** filosofia que debilita a experimentação e vê na ciência teórica um conjunto de convenções, uma série de pensamentos organizados na linguagem clara das matemáticas.

ESPECTRO EPISTEMOLÓGICO

- **Formalismo:** filosofia que interpreta o conhecimento racional como uma simples montagem de fórmulas dispostas a informar qualquer experiência.
- **Racionalismo Aplicado:** a ação científica é guiada pelo racionalismo matemático, por um programa racional de experimentação; o fenômeno ordenado é mais rico do que o fenômeno natural; a ciência física é uma construção racional.

ESPECTRO EPISTEMOLÓGICO

- **Materialismo Técnico:** corresponde a uma realidade transformada, uma realidade que recebeu a marca humana por excelência, a marca do racionalismo; uma realidade mediada pela técnica.
- **Positivismo:** doutrina filosófica que encarna a concepção empirista e naturalista da racionalidade; os dados que se obtém por meio dos sentidos são a fonte fundamental do conhecimento; exclui especulações apriorísticas.

ESPECTRO EPISTEMOLÓGICO

- **Empirismo:** todos os conceitos são derivados de experiência; o conhecimento sobre o mundo só pode ser justificado pela experiência; todo o conhecimento factual deriva da experiência.
- **Realismo:** há uma realidade objetiva independente da mente humana; um enunciado é verdadeiro se corresponde ou se refere a um estado de coisas independente da mente.

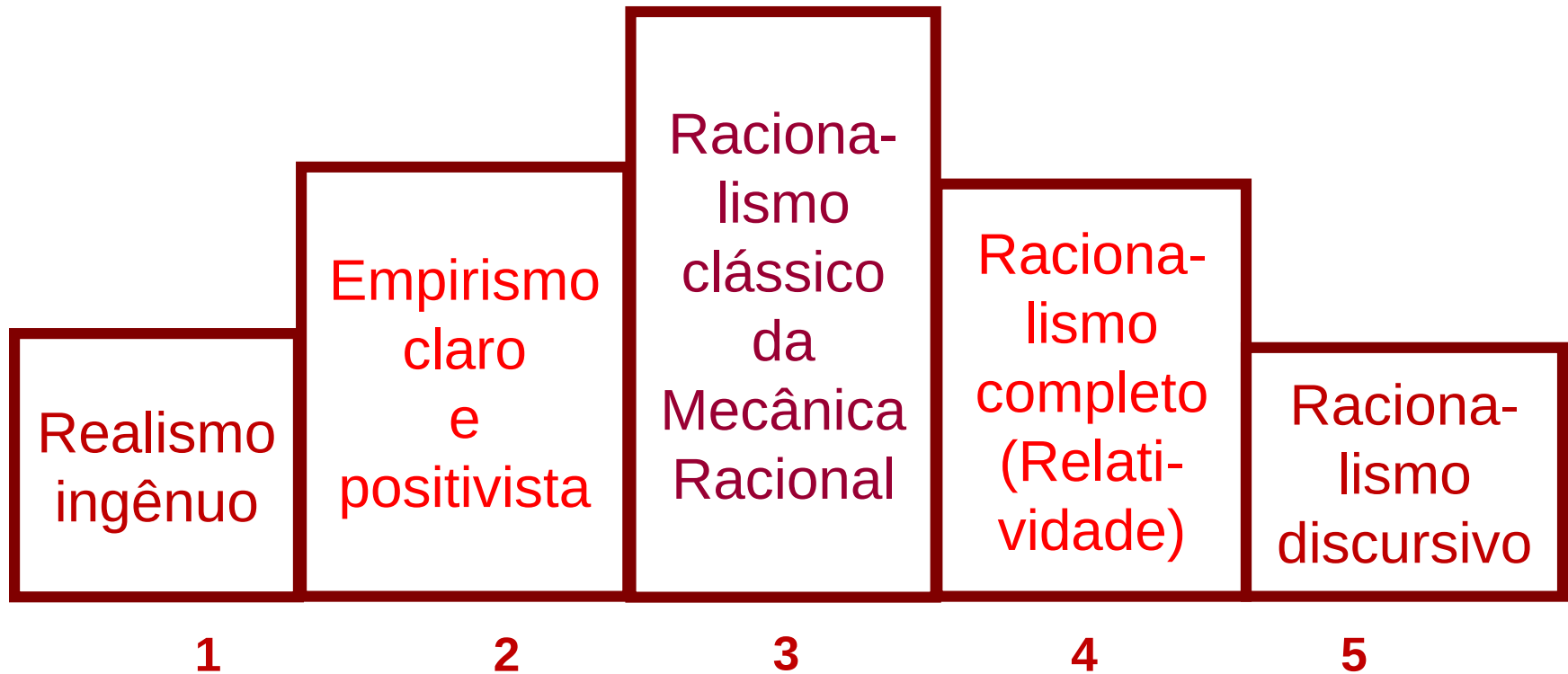
PLURALISMO FILOSÓFICO

- O espectro epistemológico destaca o pluralismo da filosofia da ciência; não é uma tipologia de enfoques filosóficos, uma taxonomia.
- Para Bachelard, a filosofia da ciência é aberta, pois seus princípios não são intocáveis e suas verdades não são totais e acabadas.
- Pensar cientificamente é colocar-se no campo intermediário entre teoria e prática, entre matemática e experiência, entre razão e realidade física.

PERFIL EPISTEMOLÓGICO

- A noção de **perfil epistemológico** é uma ferramenta para marcar as **rupturas históricas na elaboração dos conceitos científicos** e vislumbrar os obstáculos que teve que superar o conhecimento científico até constituir as teorias atuais.
- O perfil epistemológico sempre se refere a um determinado conceito, para um espírito particular que se examina em um estágio particular de sua cultura.

PERFIL EPISTEMOLÓGICO DA NOÇÃO DE MASSA



Perfil epistemológico da noção pessoal de massa de Bachelard (1971).

PERFIL EPISTEMOLÓGICO DA NOÇÃO DE MASSA

- Em sua primeira forma (**realismo ingênuo**) a noção de massa corresponde a uma apreciação quantitativa grosseira e ávida da realidade.
- No segundo nível (**empirismo claro e positivista**), a noção de massa corresponde a um emprego cautelosamente empírico, a uma determinação objetiva, precisa, através de um instrumento.

PERFIL EPISTEMOLÓGICO DA NOÇÃO DE MASSA

- Em um terceiro aspecto (**racionalismo clássico da Mecânica**), a noção de massa define-se em um corpo de significados e não mais como um elemento primitivo de uma experiência imediata e direta. Com Newton, massa é definida como o quociente da força

PERFIL EPISTEMOLÓGICO DA NOÇÃO DE MASSA

- Com a Relatividade (**racionalismo completo**), a massa antes definida como absoluta no tempo e no espaço, passa a ser função da velocidade, passa a ser equivalente a energia.
- No quinto nível (**racionalismo discursivo**), chega-se à noção de massa negativa, de antimassa.

PERFIL EPISTEMOLÓGICO DA NOÇÃO DE ENERGIA



Perfil epistemológico da noção pessoal de energia de Bachelard (1971).

COMPARANDO OS DOIS PERFIS

- Na parte dialetizada dos perfis de massa e energia somos mais capazes de “realizar”, “concretizar”, a energia (quantizada) do que a massa (negativa).
- Não obstante, na parte empírica desses perfis somos mais capazes de significar massa como uma quantidade de matéria que podemos experimentar imediata e diretamente, enquanto que energia subsiste em nós como um conhecimento confuso, misturado com sentimentos como abstração, raiva, coragem, tenacidade.

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

"Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção **de que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado**. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: **é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos**. **É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos. (...)**" – Bachelard – A Formação do Espírito Científico (1938).

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- Para Bachelard, “aquilo que **cremos saber ofusca** o que **deveríamos saber**”.
- Os **obstáculos** podem ser compreendidos como **resíduos de conceitos anteriores**, que impedem mudanças de antigos conceitos importantes em um passado para novos conhecimentos. Assim, “acender à ciência, é rejuvenescer espiritualmente, é aceitar uma brusca mutação que contradiz o passado” (BACHELARD, 1996, p. 18).

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- O processo de negação de um conhecimento não implica na destruição total dos conhecimentos anteriormente estabelecidos, mas ir além desses conhecimentos, reordená-los e introduzi-los em uma nova ordem de racionalidade.
- Exemplifica-se aqui que a Teoria Newtoniana em momento algum foi negada pela Teoria Einsteiniana, mas limitada em um conceito de espaço e tempo muito inferior ao limite englobado pela nova Teoria da Relatividade.

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- Vários são os obstáculos que impedem as rupturas e evoluções na ciência. Para Bachelard (1996, p.18), a **opinião (experiência primeira)** é o primeiro obstáculo a ser superado.
- A ciência é contra a opinião, pois “**a opinião pensa mal; não pensa: traduz necessidades em conhecimento**”. Não podemos opinar sobre aquilo que não sabemos.

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- Devemos sim, buscar conhecimentos para superar essa deficiência. Desta forma, **o verdadeiro espírito científico é aquele que se opõe, questiona e pergunta.**
- **Todo novo conhecimento é uma resposta para uma pergunta.**

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- Dessa forma, para um epistemólogo, o grande objetivo é “colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir”. (BACHELARD, 1996, p.24)
- A evolução da ciência ocorre através de rupturas entre um conhecimento já estabelecido e um novo conhecimento que surge para retificar erros, simplificar teorias ou até mesmo substituí-las.

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- Compreendido isso, é possível entender como opera a ciência e como evolui.
- Agora nos questionamos: quais seriam os principais obstáculos epistemológicos realçados por Bachelard e que impedem acender ao novo conhecimento científico?

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- Assim como a atividade científica, a atividade educativa é cheia de obstáculos.
- Na visão de Bachelard (1996, p. 23), os professores não se submetem a psicologia do erro, não admitem que seus alunos não aprendam dentro do método didático que cada um aplica.
- O primeiro grande ato falho destes professores é pensar que o aluno entra vazio de conhecimentos em sala de aula.

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- Os alunos carregam consigo uma carga de conhecimentos que acumularam durante sua vida extraclasse, “não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana” (BACHELARD, 1996, p. 23).
- Assim, o principal trabalho dos professores que visam formar um novo espírito científico em seus alunos, é o de substituir esse conteúdo acumulado na vida cotidiana extraclasse, conteúdo este que está enraizado no seu espírito de maneira estática, por um conhecimento científico dinâmico.

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- Substituir o conhecimento proveniente do senso comum pelo conhecimento científico.
- É preciso aceitar uma ruptura entre o conhecimento comum e o conhecimento científico. Nas palavras de Bachelard (1996, p. 294): “O objeto não pode ser designado como ‘objetivo’ imediato; em outros termos, a marcha para o objeto não é inicialmente objetiva. É preciso, pois, aceitar uma verdadeira ruptura entre o conhecimento sensível e o conhecimento científico”.

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- Cabe ao professor estimular seus alunos a romperem com o conhecimento comum e mergulhar no conhecimento científico.
- A chave para isso: a problematização. Isto é, a busca de uma boa pergunta sobre aquilo que já está estabelecido.
- Um novo conhecimento sempre se dá contra um conhecimento já estabelecido.

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- Se o conhecimento já estabelecido se mostrar verdadeiro respondendo as perguntas, estará se fortalecendo, caso contrário, abrirá as portas para o desenvolvimento de um novo conceito.
- Não basta ter razão, é necessário ter razão contra alguém. Esta é a matriz do espírito científico em Bachelard. Assim, a pedagogia bachelardiana constitui-se, portanto, em um processo de retificação discursiva.

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- O problema do conhecimento deve ser colocado em termos de obstáculos.
- 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.**”
Bachelard – A Formação do Espírito Científico (1938).

OBSTÁCULO EPISTEMOLÓGICO

- O espírito científico deve formar-se contra a Natureza, contra o que é, em nós e fora de nós, o impulso e o ensino da Natureza, contra o entusiasmo natural, contra o fato vistoso e diverso. O espírito científico deve formar-se reformando-se.
- A Epistemologia bachelardiana recusa a ideia de coincidência entre pensamento e realidade (chamado por ele de “monstro epistemológico”).
- “A ciência não é o pleonismo da experiência” (Bachelard).

OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- **Substancialismo:** A ideia de substância, tão simples, tão clara, funciona como obstáculo epistemológico na construção de conhecimentos não substancialistas.
- “Um dos sintomas mais claros da sedução substancialista é o acúmulo de adjetivos para um mesmo substantivo: as qualidades estão ligadas à substância por um vínculo tão direto que podem ser justapostas sem grande preocupação com suas relações mútuas. (...) quanto menos precisa for uma ideia, mais palavras existem para expressá-la. No fundo, o progresso do pensamento científico consiste em diminuir o número de adjetivos que convém a um substantivo, e não em aumentar esse número. Na ciência, os atributos são pensados de forma hierárquica e não de forma justaposta. ” **Bachelard – A Formação do Espírito Científico (1938).**

OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- O obstáculo substancialista e impede o desenvolvimento do espírito científico, uma vez que satisfaz uma mente preguiçosa.
- O exemplo do ouro como cor ou das qualidades de viscoso, untuoso, tenaz aplicados por Boyle a eletricidade representa a adjetivação de fenômenos.

OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- **Qual a cor do ouro?**

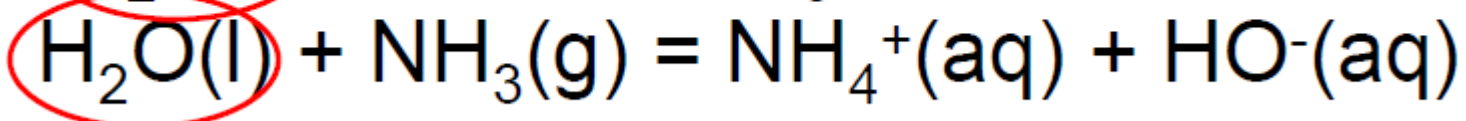
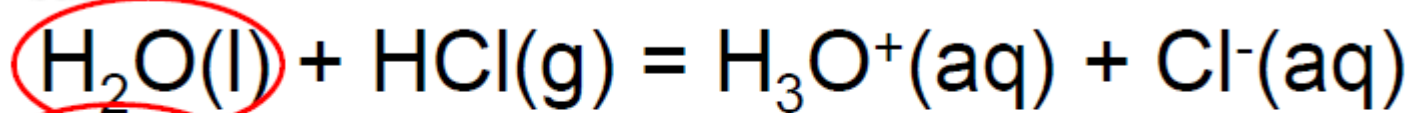
A cor de qualquer substância é resultado da interação da radiação eletromagnética na região do visível com a substância. Logo não é uma propriedade intrínseca do ouro ser dourado. E além disso...



OUTROS 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.

OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

a “importância” do DNA...



OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- O **obstáculo realista** tende a supor metáforas para descrever os objetos.
- Buscam uma investigação científica dentro do concreto, sem partir para o abstrato. Trata-se de uma descrição do real.
- Esse obstáculo impede que o dado seja ultrapassado, trata apenas do concreto. Apresenta, na maioria das vezes, imagens e analogias para descrever o real, sem ao menos se preocupar com a abstração.

OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- **Animismo:** Há também o obstáculo animista, vital. 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.

“Trata-se da introdução do conceito de vida em um domínio alheio às ciências biológicas. Segundo Bachelard, a intuição da vida impede um estudo objetivo dos fenômenos físicos, havendo uma inversão dos meios de explicação na era pré-científica, pois em lugar de explicar os fenômenos biológicos por princípios físicos, o universo era estudado a partir de atribuições de características biológicas do homem.”

OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- O **obstáculo animista** caracteriza-se por um fetichismo da vida, onde se busca relacionar questões vitais em questões inanimadas. É comum o uso de recursos animistas para trazer do microscópio uma visualização dos fenômenos, mesmo que de forma grosseira e com graves equívocos conceituais. Além de não permitirem uma abstração do conhecimento científico, acabam impregnando, em nossos alunos, uma crença que os mesmos compreendem como verdadeiro.

OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- “Durante os séculos XVII e XVIII, a vida e os fenômenos relacionados com ela exerciam uma enorme sedução, interferindo a todo momento no estudo das ciências da matéria.”
- “Em suma, aos entraves quase normais que a objetividade encontra nas ciências puramente materiais, vem juntar-se uma intuição ofuscante que considera a vida como um dado claro e geral.”

OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- “os corrosivos ordinários tratam de devorar os metais; para aplacar sua fome os atacam com fúria.”
- “O mercúrio é estéril. Os antigos o acusaram de esterilidade devido a sua frieza e umidade; mas quando purgado e preparado como deve, e aquecido pelo enxofre, perde sua esterilidade.”

OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- 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-François Persoz em 1833, e a pepsina encontrada no suco gástrico por Schwann em 1836.

OUTROS 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.
- No ensino das ciências naturais, muitas vezes os professores se prendem de maneira excessiva a imagens que possam representar ao aluno o fenômeno em estudo. O ensino com o uso de imagens é um ensino que se faz vítima de metáforas, ou seja, substitui o sentido abstrato por analogias que tentam demonstrar praticamente aquilo que deveria ser apresentado teoricamente.

OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- O ensino de ciências carregado de imagens apresenta-se cheio de falsas ideias e interpretações por parte de alunos e professores. Para Bachelard (1996, p. 50), **“é indispensável que o professor passe continuamente da mesa de experiências para a lousa, a fim de extrair o mais depressa possível o abstrato do concreto”**.
- O problema principal de se prender a experiência, as imagens, é que estas estarão cheias de impressões pessoais, de percepções que cada um extrai através de sua observação.

OUTROS OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

Segundo **Moreira** (2007):

- 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-OBSTÁCULO

A ideia de obstáculo epistemológico, quando particularizada, leva ao conceito de **noção-obstáculo**.

Exemplos:

o conceito de **CORPÚSCULO**

o conceito de **COISA** (coisismo)

o conceito de **CHOQUE** (choquismo)

OBSTÁCULO PEDAGÓGICO

- Na educação se desconhece a noção de **obstáculo pedagógico**.
- Os professores frequentemente não compreendem que não se compreenda alguma coisa... imaginam que tudo se pode resolver com uma boa aula, explicando passo-a-passo.

OBSTÁCULO PEDAGÓGICO

- Não refletem sobre o fato de que o adolescente chega à aula de Física, por exemplo, com conhecimentos empíricos já construídos: se trata não tanto de adquirir uma cultura científica, mas antes de mudar uma cultura experiencial, de superar os obstáculos já acumulados pela vida cotidiana.
- Na educação científica, os obstáculos epistemológicos e as noções-obstáculo se constituem em **obstáculos pedagógicos**.

A FILOSOFIA DO NÃO

- A experiência nova diz **não** à experiência antiga; se isso não acontecer, não se trata, evidentemente, de uma experiência nova.
- Mas este **não** nunca é definitivo para um espírito que sabe dialetizar seus princípios.
- A filosofia do não, surge **não** como uma atitude de recusa, mas como de reconciliação.
- Não é um negativismo; ao contrário é um **construtivismo**.

A FILOSOFIA DA DESILUSÃO

- O conhecimento científico é sempre a reforma de uma desilusão.
- O que sabemos é fruto da desilusão com aquilo que julgávamos saber.
- A epistemologia bachelardiana é descontinuista, de ruptura com o conhecimento anterior, sobretudo o conhecimento comum, mas, ao mesmo tempo, de reconciliação.

ESPÍRITO CIENTÍFICO

- **O espírito científico só pode constituir-se destruindo o espírito não científico.**
- **A objetividade científica só é possível quando se rompe com o objeto imediato, quando se rechaça a sedução da primeira escolha, quando se contradiz os pensamentos que nascem da primeira observação.**

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- A função do livro didático é contribuir para o processo de ensino-aprendizagem como um suporte que visa a facilitar a transmissão de conhecimentos e auxiliar a apropriação destes pelos alunos.
- É um dos mecanismos de ensino mais adotados no país, sendo a principal ferramenta de trabalho em sala de aula. Trata-se da fonte principal de conhecimento em sala de aula.

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- De acordo com o MEC:

“No mundo atual, caracterizado pela diversidade de recursos direcionados ao aperfeiçoamento da prática pedagógica, o livro didático ainda se apresenta como eficaz instrumento de trabalho para a atividade docente e para a aprendizagem dos alunos. O acesso a esse instrumento contribui para a qualidade da educação básica, além de promover a inclusão social (BRASIL, 2008, p.5).”

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- Bachelard faz uma análise comparativa entre os livros do período pré-científico, até o final do século XVIII, com os livros de ensino que mobilizam o novo espírito científico, principalmente pós-revoluções do início do século XX.
- Vejamos, a partir de agora, o que o autor expressa sobre essas obras.

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- Sobre o **livro didático pré-científico**, não controlado pelo ensino oficial, Bachelard afirma que o mesmo apresentava como ponto de partida a natureza e objetivava apenas descrever fatos da vida cotidiana. Nessas obras, o autor dialoga com o leitor como se fosse uma conferência.
- Como exemplo, apresenta a obra de Poncelet em que este autor descreve a angústia e sofrimento causado por um trovão. O medo e o pavor.
- Nestes livros, existem espaços para subjetividade, linguagens coloquiais, sentimentos e valores.

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- Bachelard evidencia que o espírito científico moderno **rompe** com as questões citadas, que oferecem “satisfação imediata à curiosidade, de multiplicar as ocasiões de curiosidade”.
- O autor destaca que tal postura, “em vez de benefício, pode ser um obstáculo para a cultura científica. Substitui-se o conhecimento pela admiração, as ideias pelas imagens”.
- Neste caso, os **livros não são didáticos**, pois eles impõem obstáculos à formação de um espírito verdadeiramente científico.

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- Um ensino que busque o desenvolvimento do pensamento científico em seus alunos requer que o professor desloque o pensamento do real “dado” e extraia o máximo possível de abstração no processo de formulação de um problema científico.
- É necessário reaver a crítica, realizar um exame psicanalítico da razão, encontrar no pensamento as razões que o impedem de abstrair, portanto que obstaculizam a racionalização da experiência. Pois, em ciência todo o “dado” é já produto de uma construção racional.

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- Enquanto o **espírito pré-científico** se baseia na convicção advinda das **percepções sensoriais**, a **ciência moderna é essencialmente inacabada**.
- O sentido da ciência moderna encontra-se na problematização.
- É o problema quem conduz.
- Logo, é na formulação do problema que se encontra a especificidade do método.
- É o problema que define a coerência do pensamento científico moderno.

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- Para Bachelard: “A ciência moderna, em seu ensino regular, afasta-se de toda referência a erudição. E dá pouco espaço à história das ideias científicas”.
- O livro pré-científico não é didático, uma vez que baseia seus conhecimentos em sensações, curiosidades, linguagens coloquiais, sentimentos e valores. Portanto, o livro didático científico moderno tem como foco a apresentação de uma ciência ligada a uma teoria geral.

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- O professor e o aluno, no livro de ciência moderna, podem discutir os temas a partir do livro didático porque ele não está mais impregnado de experiências sensoriais.
- Nessas obras, os fenômenos naturais estão desarmados e, por isso, os acontecimentos naturais passam a ser crescentemente racionalizados.
- A redução das erudições pode servir como um meio de reconhecer um livro didático moderno.

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- Com essa visão, se faz uma crítica aos autores de livros didáticos, que ao buscarem facilitar o processo de ensino, acabam exagerando no uso de metáforas e analogias em detrimento dos conceitos científicos.
- Produzem, assim, distanciando do aluno do conhecimento científico ao instrumentalizar o assunto e apresentá-lo de forma pronta.
- Trata-se de um conhecimento adquirido em uma experiência primeira, sem aprofundamento e que não permite a problematização, gerando conhecimentos gerais, característicos do senso comum.

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- Ao observar os livros didáticos atuais, percebe-se que as imagens estão cada vez mais presentes e correspondem a uma exigência sociocultural de valorização dos aspectos de natureza visual.
- Os recursos visuais ajudam a motivar os alunos e podem ser utilizados como incentivadores de outras leituras.
- As imagens contribuem no processo de ensino-aprendizagem, desde que não substituam ou obstaculizem o pensamento abstrato.

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- O uso inadequado de imagens e figuras gera “distorções conceituais que acompanham o aprendiz ao longo de sua formação, o que gera concepções errôneas acerca de teorias e conceitos científicos”.
- As comparações, charges, analogias e metáforas completam o quadro de ferramentas utilizadas pelos autores como recurso didático e acabam, muitas vezes, obstruindo a passagem do aluno de um conhecimento geral para um conhecimento científico. Trata-se de obstáculos animistas, realistas ou até mesmo substancialistas.

Espírito Científico: Reflexões sobre o Livro Didático

- O uso inadequado de imagens e figuras gera “distorções conceituais que acompanham o aprendiz ao longo de sua formação, o que gera concepções errôneas acerca de teorias e conceitos científicos”.
- As comparações, charges, analogias e metáforas completam o quadro de ferramentas utilizadas pelos autores como recurso didático e acabam, muitas vezes, obstruindo a passagem do aluno de um conhecimento geral para um conhecimento científico. Trata-se de obstáculos animistas, realistas ou até mesmo substancialistas.

OBSTÁCULOS

EPISTEMOLÓGICOS

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- **A experiência primeira:** consiste em informações que são vistos nos primeiros anos de vida, de estar livre de qualquer crítica, vai se tornar verdades primárias contra a qual é impossível criar novos conhecimentos.
- **O conhecimento geral:** é o obstáculo que engessa o progresso do conhecimento científico – ao embargar a experiência, a ciência do geral propõe grandes verdades primeiras, que pretendem esclarecer completamente uma doutrina. Não se verifica uma dinâmica dos conceitos, mas uma aceitação passiva de conceitos esclerosados.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- A 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.
- Este obstáculo é a generalização e o empobrecimento do conhecimento, isto é, vários fenômenos de diversas origens são explicados sem prova por meio de observações gerais e imprecisas e por um mesmo viés, pois o espírito pré-científico parte do geral para explicar os fenômenos mais diversos.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- **O obstáculo verbal:** Gaston Bachelard mostra que um espírito pré-científico consegue associar uma teoria abstrata a uma palavra concreta, bastando apenas esta para explicar a teoria, pois, ao longo dos tempos, teorias foram sendo construídas e vinculadas a palavras que se tornaram auto-explicativas e passaram a ser suficientes para explicar as teorias.
- Neste obstáculo epistemológico, uma única imagem ou uma única palavra é capaz de explicar uma série de fatos, entretanto ao internalizar o conhecimento seja por meio de uma palavra ou imagem pode-se gerar uma análise distorcida de uma teoria científica

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- O obstáculo verbal merece uma atenção maior por parte do espírito científico de um educador que se utiliza de metáforas com o intuito de facilitar a compreensão de uma estrutura, mecanismo ou determinado fenômeno natural por parte de seus alunos, pois no intuito de facilitar a compreensão dos alunos pode levá-los a formação de ideias errôneas ou confusas acerca de um conhecimento.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- **O conhecimento unitário e pragmático:** onde o espírito pré-científico vê na unidade um princípio alcançado sem maiores esforços. A natureza é tida como única, isto é, tudo o que explicar o grande deve explicar o pequeno e vice-versa, em outras palavras, o que é verdadeiro para o grande deve ser igualmente verdadeiro para o pequeno e vice-versa.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- **O obstáculo substancialista:** o espírito pré-científico atribui à substância qualidades diversas: superficial, profunda, manifesta ou oculta, aproximando etimologias de origem diferentes e dando a impressão de que se adquire um conhecimento.
- O obstáculo substancialista é constituído por intuições muito dispersas e até opostas.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- A substancialização permite uma explicação breve e definitiva, ou seja, a convicção substancialista é tão forte que se satisfaz com pouco (a imagem primeira) que chega a cegar o espírito pré-científico, inviabiliza a variação da experiência e impede o desenvolvimento do espírito científico, uma vez que satisfaz uma mente preguiçosa.
- O espírito científico não pode satisfazer-se apenas com ligar os elementos descritivos de um fenômeno à respectiva substância, sem uma compreensão, determinação precisa e detalhada das relações com outros objetos.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- **O realismo:** um realista ingênuo satisfaz um prazer avaro ao tomar um objeto como um bem pessoal. O desejo de possuir pedras preciosas conduz a domínios diversos a sua valorização inicial, em especial na farmácia, ao atribuir as mais excelsas virtudes às matérias preciosas: a esmeralda detém a hemorragia, as disenterias e o fluxo hemorroidal; o ouro fortifica o coração e alegra a alma ao se misturar com o sangue, reanimando assim a natureza humana.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- Na tentativa de facilitar a compreensão dos fenômenos o espírito pré-científico busca concretizar o abstrato fazendo uso de analogias que esvaziam todo o conteúdo científico, isto é, são geradas imagens concretas de fenômenos abstratos pelo indivíduo que bloqueiam a ruptura epistemológica do senso comum para a compreensão dos aspectos abstratos e matemáticos dos fenômenos.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- O obstáculo trata-se de uma descrição do real que tende a supor metáforas para descrever os objetos que buscam uma investigação científica dentro do concreto, ignorando o abstrato. Esse obstáculo trata apenas do concreto e impede que o conceito seja ultrapassado, não se preocupa com a abstração, apenas apresenta imagens e analogias para descrever o real.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- **O animismo:** o obstáculo animista caracteriza-se por um fetichismo da vida, onde se busca relacionar questões vitais em questões inanimadas.
- Leva a uma visualização grosseira e equivocada dos fenômenos por parte do pré-cientista e, conseqüentemente, acaba impregnando neste uma crença que o mesmo compreenda como verdadeira.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- A fim de que as ciências físicas conseguissem se desembaraçar do animismo (capacidade do espírito pré-científico animar, atribuir vida e características humanas às substâncias para explicar fenômenos), houve a necessidade por parte de o espírito científico superar este fetichismo da vida, que era tão arraigado ao espírito pré-científico.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- O que levou Bachelard a se preocupar com o obstáculo animista, foi as relações analógicas feitas entre os fenômenos biológicos e os fenômenos físicos, acabavam por ofuscar a compreensão destes ao supervalorizar a vida na medida em que outorgam um valor superior aos fenômenos vitais em detrimento dos outros.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- **O mito da digestão:** Bachelard analisa de forma interessante a questão do mito da digestão, a qual é uma função privilegiada para o inconsciente de um espírito pré-científico, cuja valorização é imediata e sólida; destaca que este é a origem da mais abrupta avareza, do mais forte realismo, pois se enfatiza neste obstáculo a função de posse como objeto de todo um sistema de valorização.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- O alimento sólido e consistente é mais valorado do que o líquido, isto é, o comer é mais importante do que o beber, enquanto que a fome é a necessidade natural de possuir o alimento sólido, durável, integrável, assimilável por ser este uma verdadeira reserva de força e de poder que será alcançado durante a digestão (lento e suave cozimento), logo a alimentação tem uma grande importância para os burgueses, é ela que vai nutrir o digestor e, conseqüentemente, gerar a força e o poder.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- Na educação, esses obstáculos podem apresentar-se de forma estruturada nos livros didáticos, um elemento de importante relevância no contexto educacional. Passamos, portanto, a refletir como este elemento da dinâmica pedagógica pode vir a mobilizar um ou mais desses obstáculos

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- **Libido:** o pensamento de um espírito pré-científico se desenvolve mais pelo eixo do eu-você do que pelo do eu-isso. A pessoa é buscada em detrimento da objetividade.
- Para Bachelard não passa de uma resposta sintomática o tratamento sexualizado de uma reação química na qual dois corpos são diferenciados pelo fato de um ser descrito como ativo e outro, como passivo. Para esse caso, só uma psicanálise completa do inconsciente científico poderia examinar a vontade de poder que a libido exerce sobre o espírito.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- Bachelard fornece exemplos de operações alquímicas que foram descritas como cópulas, em que a influência da libido no conhecimento objetivo pode ser observada nos pormenores da pesquisa objetiva disfarçada sob modalidades metafóricas.
- Mesmo que as imagens nem sempre são tão explícitas, o espírito pré-científico contenta-se em tratar todo interior como ventre. Isso basta para mostrar que o objeto é uma ilusão.

OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS

- Para Bachelard, o tratamento sexualizado de uma reação química variações antitéticas do tipo o bom e o mau, o puro e o impuro, o suave e o podre, também são tomados como sintomáticas.

FRASES

- "Um homem é um homem, na medida em que ele é um super-homem. Um homem é definido pela soma dessas tendências que o leva a superar a condição humana".
- "Se me pedissem para nomear o benefício principal da casa, eu devo dizer: a casa tem um dia de sonho, a casa protege o sonhador, a casa permite sonhar em paz."

FRASES

- "Eu sou um sonhador de palavras, de palavras escritas."
- "Quando se trata de cultura científica, o espírito nunca é jovem. É mesmo muito antigo, como é a idade de seus preconceitos."
- "Colocar a cultura científica em estado de mobilização permanente, substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, dar ... à razão razões para evoluir."

FRASES

- “A riqueza de um conceito científico se mede por seu poder de transformação”.
- “Conhecimento científico é essencialmente aproximado”