

Pedagogia

EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS FÍSICAS E BIOLÓGICAS



MARCO ANTÔNIO SIMAS ALVETTI
REGINA MARIA RABELLO BORGES



Estado do Acre

Governador

Jorge Viana

Vice-Governador

Arnóbio Marques

Secretaria de Estado de Educação do Acre

Maria Corrêa da Silva

Coordenadora de Ensino Superior da SEEA

Maria José Francisco Parreira

Fundação Universidade de Brasília — FUB/UnB

Reitor

Timothy Martin Mulholland

Vice-Reitor

Edgar Nobuo Mamiya

Decano de Ensino e Graduação

Murilo Silva de Camargo

Decano de Pesquisa e Pós-graduação

Márcio Martins Pimentel

Faculdade de Educação — FE/UnB

Diretora

Inês Maria M. Zanforlin Pires de Almeida

Vice-Diretora

Laura Maria Coutinho

Coordenadora Pedagógica

Sílvia Lúcia Soares

Coordenador de Informática

Lúcio França Teles

Centro de Educação a Distância — CEAD/UnB

Diretor

Sylvio Quezado de Magalhaes

Coordenador Executivo

Ricardo de Sagebin

Coordenadora Pedagógica

Ana Luisa Nepomuceno

Gestão de Produção

Rossana Mary Fajarra Beraldo

Design Gráfico

Enéas Figueredo Júnior

Ezequiel Neves

Equipe de Revisão

Daniele Santos

Fabiano Vale

Marcela Passos

Designer Educacional

Stefano Aires

Mo692 Módulo III : Educação e ciências físicas e biológicas : a ciência e a construção do conhecimento científico como elemento formador da cultura. / Marco Antônio Simas Alvetti, Regina Maria Rabello Borges. – Brasília : Universidade de Brasília, 2007.
90 p.

1. Educação a distância. 2. Ensino de ciência no Brasil. I. Alvetti, Marco Antônio Simas. II. Borges Regina Maria Rabello. III. Universidade de Brasília. Centro de Educação a Distância.

CDD 574

ISBN: 978-85-230-0880-2

Sumário

Conhecendo os autores: _____ 6

Apresentação _____ 10

Seção 1

1.1 Um pouco de História: _____ 15

1.2 A natureza do conhecimento científico _____ 18

1.2.1 Empirismo indutivista / positivismo lógico _____ 19

1.2.2 Popper – racionalismo crítico _____ 20

1.2.3 Bachelard – racionalismo dialético _____ 22

1.2.4 Hanson – observação e interpretação _____ 23

1.2.5 Kuhn – ciência como consenso entre cientistas _____ 25

1.2.6 Feyerabend – anarquismo epistemológico _____ 26

1.2.7 Debate entre Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend __ 27

1.2.8 Externalismo – paradigma social _____ 29

1.3 Buscando Integração _____ 31

Seção 2

2.1 A formação da nossa cultura científica: um pouco mais de... história!!! _____ 36

2.2 Alguns fatos importantes da produção científica nacional _____ 39

Seção 3

3.1 Primeiro momento: problematização inicial __ 45

3.2 Segundo momento: organização do conhecimento _____ 45

3.3 Terceiro momento: aplicação do conhecimento 46

3.4 Considerações finais _____ 47

Referências _____ 48



Conhecendo os autores:

Marco Antônio Simas Alvetti

Primeiro dia de aula! Que emoção! Finalmente havia conseguido um contrato temporário na rede pública da cidade do Recife. Nome da escola: Arthur da Costa e Silva!!! Isso era lá pelo final da década de 1970, quando o país começava a sair da opressão de anos de ditadura (e começava a aprender a conviver com a nova ditadura velada e sutil do poder econômico globalizado).

– Bom, onde é a sala? Perguntei, ansiosamente, para o coordenador.

– Não tem sala, amigo. Respondeu o atarefado senhor.

– Você terá que dar aula lá no espaço reservado para as apresentações teatrais.

O lugar ficava simplesmente no meio da escola e não tinha paredes, era apenas um pequeno palco com um espaço onde colocaram as cadeiras escolares.

Foi assim que comecei!

Talvez, foi a influência dos professores da Faculdade de Educação e da escola de aplicação da Universidade Federal de Pernambuco, remanescentes da “limpa” que ocorrera nos últimos anos, que me influenciou a começar a minha trajetória como educador. O primeiro contato com uma dissertação que comparava o programa de alfabetização do governo, famigerado MOBREAL, com a pedagogia freireana, me bateu na alma!

O contato com os alunos da periferia da cidade do Recife foi o início de uma longa estória que não vai dar pra contar toda aqui.

Depois disso, uma outra experiência muito importante na minha trajetória de educador foi ter trabalhado, já em Brasília (1983), (recém-chegado e formado no Pernambuco), no hospital Sarah Kubitschek.

Hospital??? Pois é, naquela época, iniciava-se o programa (que hoje já está bem crescido) de interação entre professores e pacientes hospitalares. Circulei entre o setor de paralisia cerebral, o projeto piloto de construção de uma pré-escola para crianças que não podiam ser atendidas pelas escolas especiais (crianças sem possibilidade de locomoção, mas com a parte cognitiva preservada) e atendimento a alunos hospitalizados na enfermaria.

Quando “voltei” para a sala de aula comum, depois de adquirir conhecimentos novos e distantes do hermético curso no qual havia me formado, descobri o quanto somos deficientes e não sabemos, ou melhor, o quanto disfarçamos melhor.

A partir daí, continuei a trabalhar com Física, Química, Matemática, Ciências, Teatro (?), etc. Foi nesse clima de “pau-para-toda-obra”, que saí de Taguatinga Norte (1987) e fui para uma escola pública que me deu outra lição de vida: a escola pública bem administrada dá certo! Foi no Centro Educacional Setor Oeste que convivi com um grupo de resistentes colegas que acreditaram no ensino público de qualidade.

Aprendida mais essa lição, fui a busca de mais conhecimentos, dessa vez, no programa de pós-graduação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Santa Catarina (1995). Nessa insti-

tuição, tive a sorte de conviver com outros resistentes educadores que também acreditavam na escola pública. E, durante três anos, participei do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências, que naquele momento estava empenhado em discutir, com os professores do ensino fundamental, alternativas aos problemáticos livros didáticos de ciências. Nessa nova lição, descobri o universo que está fora da nossa escola e que precisa “pedir passagem” para entrar: o universo das informações científicas, produzidas pelas revistas, jornais, vídeos, museus, etc.

Foi no ano de 1999, trazido para trabalhar com as turmas de Pedagogia do antigo Projeto Progresso, que iniciei meu trabalho na Faculdade de Educação da Universidade de Brasília. Atualmente, trabalho com ciências para o início de escolarização, em particular, tentando criar espaço para a utilização da popularização da ciência e tecnologia no âmbito escolar.

Engraçado, hoje me lembro daquela velha frase: “hei de vencer, mesmo sendo professor”, que muito me incomodava, e rebato: “sempre vencendo, sendo professor”.

Qualquer semelhança com as suas estórias é pura realidade!!!

Prazer em conhecê-los!!!

Regina Maria Rabello Borges

Sou professora! Desde criança desejei ser. Sou também uma apaixonada pela natureza e por isto fiz a licenciatura em História Natural (hoje Biologia, sem as Geociências), tornando-me professora de Ciências e optando por trabalhar no Ensino Fundamental, evitando especializações. Nesse nível de escolaridade, a abordagem das ciências é mais ampla. Mas minha gratificação maior é o trabalho com pessoas em desenvolvimento, é a interação que se estabelece em sala de aula. E também com outros educadores...

Acredito que as trocas estabelecidas entre professores sejam essenciais para renovar o ensino. Por isto freqüentei muitos cursos de atualização e aceitei o envolvimento em projetos relacionados ao ensino de Ciências (o que faço até hoje), trabalhei numa Delegacia de Educação e depois no Centro de Ciências do Rio Grande do Sul (CECIRS). Então, o trabalho conjunto com outros professores mostrou-me a necessidade de aprofundar os estudos. Fiz mestrado em Educação (UFSC, 1991, linha de investigação: Educação e Ciências) e depois doutorado em Educação (PUCRS, 1997, linha de investigação: Ensino e Educação de Professores), integrando sempre os estudos à minha prática profissional.

Após aposentar-me no Magistério Público Estadual do Rio Grande do Sul, como assessora técnica do CECIRS, comecei a trabalhar na Faculdade de Educação da PUCRS, na qual permaneço. Sinto-me feliz por contribuir na formação inicial de professores de diversos cursos, através do Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, ao mesmo tempo em que continuo envolvida em cursos de Educação Continuada, especialmente aqueles direcionados às professoras e aos professores das séries iniciais do Ensino Fun-



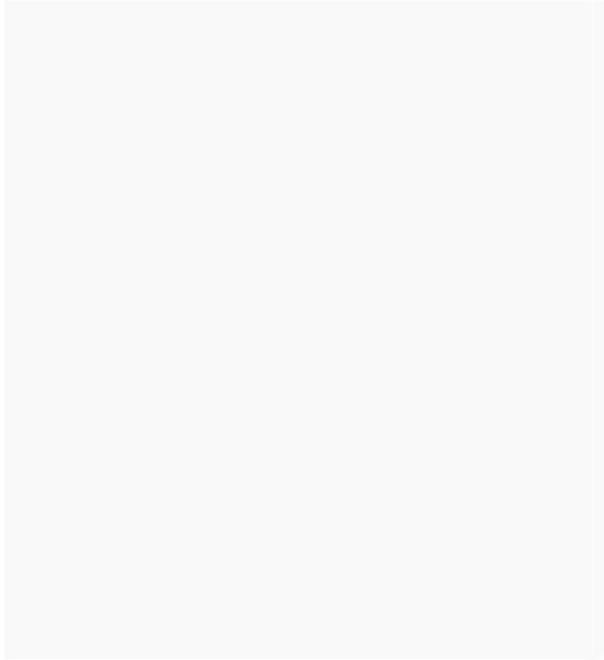


damental. Quanto mais estudo, mais me convenço de que a maior responsabilidade cabe aos que lecionam crianças, pois deixam uma marca que permanece ao longo da vida, podendo intensificar-se... Quem não lembra seus primeiros professores, sua primeira escola? As boas e más impressões? As decepções e os sucessos? Que bom quando predominam as lembranças positivas!

Hoje, é uma grande satisfação a oportunidade de entrar em contato com vocês, trabalhando em conjunto com o Marco, assim, a distância, de modo virtual. Espero um dia conhecê-los pessoalmente. Mas sei que a interatividade pode quebrar as barreiras do espaço e do tempo, tornando-nos presentes através da palavra.

Desejo-lhes muito sucesso nesta caminhada, consciente de que a nossa educação como professores prossegue a vida inteira. Parabênzo o grupo da Secretaria da Educação que está coordenando o trabalho, pela amplitude do que se propôs, em parceria com uma Universidade. Que as suas expectativas sejam concretizadas, pela valorização do magistério. O centro deste processo é o professor que está na escola, num trabalho quase anônimo, e que precisa de espaço para crescer e se projetar.

Agradeço a oportunidade de estar com vocês, em pensamento e emoção.



Apresentação

Estamos iniciando neste módulo o estudo de alguns elementos importantes para abordar o ensino de ciências, com suas diversas relações com o mundo moderno em permanente mudança, sem, contudo, esquecer dos conhecimentos adquiridos ao longo da história da humanidade.

Primeiramente vamos discutir como a ciência (ou as ciências, considerando-se a existência de diversas ciências, como a Biologia, a Física, a Química e outras) faz a sua leitura da natureza, desde as sociedades mais antigas até os dias de hoje. Vamos conversar e exercitar sobre o que significa a expressão “método científico” e aprender um pouco sobre a história da formação da cultura científica do nosso país.

Esta conversa será auxiliada por uma forma interessante de se ensinar ciências, procurando integrar seus assuntos com aqueles que serão vistos nas outras áreas, procurando praticar a transversalidade no ensino das séries de início de escolarização.

Este módulo que agora se inicia, juntamente com os próximos três que serão trabalhados em educação e ciências físicas e biológicas, também tem como objetivo auxiliar a construção de um projeto de ensino ao final desta nossa jornada.

Esse projeto será composto das seguintes partes :

- 1 Introdução
- 2 Definição do tema/conceito e clientela
- 3 Justificativa
- 4 Estudo do tema/conceito
 - 4.1 Aspectos históricos
 - 4.2 Bases Psicopedagógicas
 - 4.3 Análise do livro didático
 - 4.4 Levantamento das representações dos alunos
 - 4.5 Mapa conceitual
- 5 Atividades práticas
- 6 Conclusão
- 7 Referências

Este projeto de ensino poderá ser feito em grupo de, no máximo, quatro professores.

Cada módulo será direcionado para a montagem das diversas partes do projeto, de forma a facilitar essa tarefa, organizando o seu cronograma de trabalho.

O JOÃOZINHO DE RIO BRANCO

Joãozinho era um menino como muitos que vivem com suas famílias nas proximidades de Rio Branco. Devido ao nosso clima tão ensolarado durante a época da seca, Joãozinho, garoto esperto, sempre ficava observando os acontecimentos a sua volta, principalmente aqueles que eram produzidos pelo Sol.

Na escola era daqueles meninos que não gostavam de ficar sentados apenas ouvindo, gostava de participar.

A sua professora já o conhecia por suas constantes interven-





1

Ciência, ciências e o(s) método(s) científico(s)

Objetivos: discutir alguns elementos históricos da formação da cultura científica e do ensino de ciências no Brasil..

Vamos problematizar essas questões por meio de algumas atividades iniciais:

Caro colega,

Esta primeira atividade (de três itens) deve ser entregue, impreterivelmente, no seu primeiro encontro presencial com a equipe do curso. Não se preocupe em acertar, apenas relate as suas opiniões.

Obrigado!



O que é ciência?
Dar resposta a essa pergunta não é uma tarefa muito fácil. Existem dúvidas mesmo quanto à possibilidade de respondê-la. Entretanto, ela nos apresenta outros questionamentos mais localizados, como:

- 1: Existe um método científico?
- 2: Do que trata a ciência?
- 3: Qual a diferença entre a ciência e o ensino de ciências?



l) Utilize o seguinte código para analisar os textos abaixo:

- 0 – não concordo
- 1 – concordo parcialmente
- 2 – concordo plenamente

Texto 1

O método que a ciência utiliza para estudar os fenômenos naturais (i.e, adquirir conhecimento científico) consiste basicamente, em a) observação dos fenômenos; b) medida das observações; c) relacionamento das medidas das observações para descobrir alguma lei ou leis que regem o fenômeno que está sendo pesquisado. (___)

Texto 2

A característica do conhecimento científico é que não se pode provar que ele é verdadeiro, mas às vezes se pode provar que ele não é verdadeiro. (Por exemplo: teorias científicas aceitas como verdadeiras durante séculos foram, mais tarde, substituídas por outras teorias). Imagine que uma lei científica afirma que a luz é formada por minúsculos corpos sólidos. É impossível ver microscopicamente se isso é verdade. Mas, ao vermos a luz passar por uma janela de vidro, podemos constatar que essa lei não é verdadeira.

Assim, a ciência evolui através de refutações, ou seja, à medida que se vai provando que algumas idéias são falsas, obtém-se uma nova teoria, ou a antiga é aperfeiçoada. (___)

Texto 3

Normalmente, os cientistas não estão muito preocupados em negar uma idéia científica, mas sim em comprovar as idéias já existentes. A comunidade científica é conservadora. Somente em casos muito especiais uma idéia científica aceita por longo tempo é abandonada e substituída por outra. Em geral, as novas idéias que não se enquadram nas idéias científicas vigentes tendem a ser rejeitadas pelos cientistas. (___)

Texto 4

Em princípio, o cientista não precisa seguir qualquer norma rígida quanto à metodologia de pesquisa. Não existe regra de pesquisa que não tenha sido violada alguma vez. Portanto, não se pode insistir para que, numa dada situação, o cientista adote, obrigatoriamente, um certo procedimento de pesquisa. Não existe nenhuma regra, por mais rígida que seja, que não tenha sido violada em uma ocasião ou outra. Tais violações são necessárias ao progresso. (___)

Texto 5

A observação não é o passo inicial para se estabelecer uma idéia científica. As idéias anteriores determinam o próximo passo a seguir. A elaboração de uma experiência científica depende de uma elaboração teórica anterior. O cientista deve desconfiar das primeiras evidências de um experimento científico e ter cuidado para não deixar o seu senso comum enganá-lo.

O cientista deve “romper” com os conhecimentos anteriores e reestruturá-los, para que as ciências progridam. (___)

Texto 6

É evidente que os motivos que levam a se realizar certas pesquisas são influenciados por fatores econômicos, técnicos, sociais ou políticos de cada época. Antes da revolução industrial, a ciência não podia ultrapassar os limites impostos pela Igreja. Depois, submeteu-se aos interesses da burguesia, cujas necessidades técnicas e econômicas determinaram o desenvolvimento posterior das idéias científicas.

Atualmente, o papel dessas influências externas sobre o desenvolvimento das ciências pode ser facilmente constatado, verificando-se em quais pesquisas se emprega mais dinheiro. (___)

Texto 7

As idéias científicas procuram representar a natureza. (___)

Texto 8

As idéias científicas são apenas modelos da natureza. (___)

II) Faça um resgate histórico de como você aprendeu ciências nas séries iniciais (Relate sobre uma vivência positiva e uma negativa.).

III) Como você acredita que deve ser o ensino de ciências nas séries iniciais?

Para tentarmos dar respostas às questões Q.1, Q.2 e Q.3, levantadas no início dessa seção, vamos ler um pouco sobre a natureza do conhecimento científico.

1.1 Um pouco de História:

Para compreendermos o que é ciência e suas relações com o ensino de ciências, é importante fazermos uma análise da evolução do pensamento científico no decorrer da história da humanidade. Isso não é uma tarefa muito fácil. Assim, vamos levantar alguns pontos desse tema sem a pretensão de pôr fim à discussão.



Pitágoras (do grego Πυθαγόρας) foi um filósofo e matemático grego e nasceu em Samos pelos anos de 571 a.C. e 570 a.C. Segundo o pitagorismo, a essência, o princípio essencial de que são compostas todas as coisas, é o número, ou seja, as relações matemáticas. Os pitagóricos, não distinguindo ainda bem forma, lei e matéria, substância das coisas, consideraram o número como sendo a união de um e outro elemento. Da concepção de que tudo é regulado segundo relações numéricas, passa-se à visão fantástica de que o número seja a essência das coisas.

Primeiramente é importante ressaltar que iremos apresentar alguns elementos da natureza do conhecimento científico, focalizando mais particularmente o século XX e não nos aprofundando na oposição entre o pensamento científico e o conhecimento desenvolvido pelas civilizações primitivas, como por exemplo, a alquimia. Caso seja do seu interesse, leia a obra *Da alquimia à química* da autora Ana Maria Alfonso Goldfarb, cuja referência poderá ser encontrada no final deste módulo.

Portanto, por uma questão de simplificação, o conhecimento científico que aqui estaremos discutindo refere-se à ciência desenvolvida pelo mundo ocidental, sem com isso descartar a importância dos conhecimentos dos povos primitivos (inclusive os orientais) na formação cultural da humanidade.

Começaremos nossa conversa passeando um pouco pela História. Por volta do ano 600 a.C., surgem na cidade de Mileto, na Grécia, as idéias dos filósofos Tales (625-548 a.C. aproximadamente), Anaximandro (610-547 a.C. aproximadamente) e Anaxímenes (585-528 a.C. aproximadamente), que marcaram a história da filosofia grega com suas explicações sobre a origem e composição do universo. Mas cada um buscou essa origem em elementos diferentes. Para Tales, o primeiro elemento foi a água. Para Anaximandro, a origem encontrava-se em elemento indeterminado, do qual se formariam todos os demais elementos e ao qual voltariam. Anaxímenes propunha como origem de todas as coisas do qual se originavam todos os outros fenômenos naturais.

Esses pensadores iniciaram uma nova forma de observar o mundo. Suas explicações se constituíram numa ruptura com o mito, pois mesmo mantendo elementos de estrutura mítica (por exemplo, a busca da origem do universo em uma unidade), introduziram aspectos que permitiram a elaboração do pensamento racional. Os fenômenos foram reconhecidos como tais, e a natureza foi assumida como o tema central das investigações.

Na busca da compreensão dos fenômenos do mundo, também por volta do século IV a.C., **Pitágoras** também procurou compreender os fenômenos naturais. Para ele e os seus seguidores (os pitagóricos), o universo e todos os seus fenômenos eram formados por números. Assim, a elaboração do pensamento racional alcançou maior poder de abstração. A noção de número permitia ir além dos elementos sensíveis, através de abstrações capazes de levar à compreensão de aspectos fundamentais da natureza.

Parmênides, discípulo de Pitágoras, desenvolveu outra concepção, questionando a contradição unidade-multiplicidade na concepção do Ser e suas conseqüências. Isso teve grande influência sobre os pensadores que o sucederam.

Demócrito deu continuidade à teoria dos átomos proposta por seu mestre Leucipo de Mileto. Considerava que o universo era composto por um número infinito de partículas finitas, reconhecendo a natureza como a única fonte de problemas e de respostas.

Com Demócrito, iniciou-se a noção de lei natural: toda e qualquer determinação devia ser compreendida no âmbito da natureza, ligando-se à **causalidade**: deveria existir uma força exterior ao ser para explicar o movimento, ou seja, uma determinação mecânica (determinismo).

Posteriormente, Sócrates, Platão e Aristóteles, três pensadores de Atenas, marcaram não apenas sua época (séculos V e IV a.C.), mas todo o desenvolvimento da filosofia e da ciência ocidental. Traziam para o centro de suas preocupações o homem, não mais a natureza, como outros pensadores gregos. Viam o ser humano como capaz de produzir conhecimento, por possuir uma alma diferenciada do corpo. Todos eles propuseram formas de ação e métodos que levariam o homem a produzir conhecimento.

Sócrates influenciou fortemente os pensadores que o sucederam, foi Sócrates que introduziu a questão dos conceitos universais e da indução (você verá a explicação mais adiante). Além de preocupar-se com o conhecimento do homem e da sociedade, Sócrates focalizou aspectos éticos e políticos, desenvolvendo um conhecimento rigoroso.

Platão, ao contrário de Sócrates, seu mestre na juventude, deixou vasta obra escrita, ainda hoje conservada. Elaborou um sistema filosófico e um método de investigação que buscava o verdadeiro saber, um saber que permitiria construir uma cidade mais perfeita e justa. Por isso, considerava essencial descobrir as verdades sobre as coisas, ensinar pessoas a descobri-las e aplicá-las à constituição e ao governo da cidade.

Aristóteles influenciou por séculos o modelo de ciência da sociedade ocidental. Para ele, havia duas vias de raciocínio indispensáveis para a aquisição do conhecimento científico: a indução e a dedução.

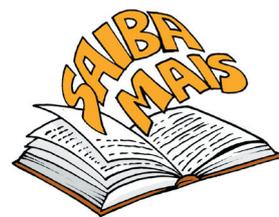
Aristóteles utilizou essas duas formas de raciocínio para analisar os fenômenos, estabelecendo que o conhecimento científico e cada ciência particular assumiriam o caráter de um conhecimento de verdades demonstradas. Construiu idéias marcadas por uma concepção de conhecimento contemplativo (que não possui uma preocupação em intervir no fenômeno observado), referindo-se a verdades que não mudam sobre um mundo fechado e finito. Apresentou uma das formas mais acabadas de pensamento racional na Grécia antiga.

Vamos agora dar um salto para o século XV, onde o sistema feudal já estava em decadência, e o crescimento das cidades e comércio entre as elas marcavam as mudanças na história da civilização ocidental. Nesse contexto, surgiu, no século XVII, a chamada "ciência moderna", com Galileu Galilei (1564-1642).

O Universo visto por Aristóteles era estático, com seres caminhando para um fim determinado e dispostos de acordo com uma organização bem definida. A nova visão de mundo, instaurada neste período de transição entre velhos pensamentos medievais, alavancados pelo poder da Igreja Católica, com novos pensamentos formulam uma nova imagem do Universo.

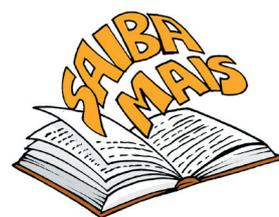
Pensadores como: Galileu, Newton, Descartes, Bacon, Hobbes e Locke estabeleciam os novos caminhos do conhecimento científico.

Galileu desenvolveu a concepção heliocêntrica de Copérnico, desestabilizando a idéia, então vigente, de que a Terra era o centro do universo. Supondo também a existência de uma ordem matemática no mundo, testou-a de diversos modos, inclusive com experiências apenas do pensamento. Com isso, reuniu a observação, a



Mito – nesse caso, refere-se a elementos de significação simbólica, tais como os deuses encarnadores das forças da natureza.

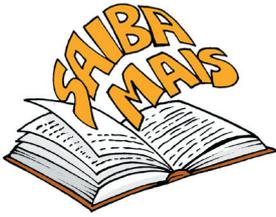
Mítica – relacionado com o mito.



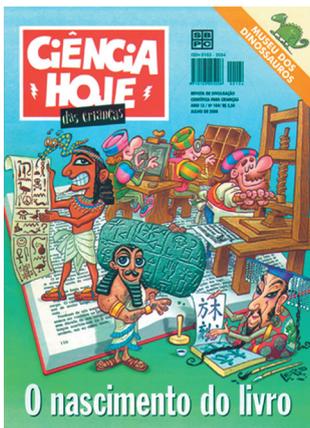
Causalidade quer dizer que todo fenômeno (efeito) tem uma causa. Por exemplo: se eu tenho dor de cabeça (efeito) é porque estou com algum problema de saúde (causa).



Para saber um pouco mais sobre Aristóteles e alguns outros filósofos gregos acesse o sítio: <<http://www.karl.benz.nom.br/hce/person/gregos.asp>>



Nicolau Copérnico (1473-1543) é natural de Torun, na Polônia. Apesar de ser formado também em medicina e leis, além de astronomia, notabilizou-se nessa última área ao propor um sistema astronômico que descrevia a rotação da Terra em torno de seu eixo e o movimento de translação dessa em volta do Sol fixo, denominada heliocêntrica.



Para aprender um pouco mais, ler: "A dúvida de Descartes", Revista Ciência Hoje das Crianças, 9(61):2-5, SBPC, ago/1996.

A Revista Ciência Hoje das Crianças é publicada desde 1987 pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), voltada para o público infantil, contém muitos artigos científicos de boa qualidade, com uma linguagem acessível às séries iniciais.

Descartes, 400 anos – Qual é o seu lugar na história da ciência? Revista Ciência Hoje, 20 (119): 46-49 SBPC, abr/1996.

razão e a experiência para interpretar os fenômenos físicos.

Descartes (1596-1650) também se preocupou com as leis do movimento e tratou toda a natureza, inclusive o corpo humano, seguindo o modelo mecanicista. Hobbes (1588-1679) foi além, no que se refere à ampliação do campo de abrangência do modelo mecanicista: estendeu-o para o próprio conhecimento.

Aliada ao rompimento das idéias do mundo medieval, rompeu-se também a confiança nos velhos caminhos para a produção do conhecimento: a fé e a contemplação não eram mais consideradas vias satisfatórias para se chegar à verdade. Um novo caminho, um novo método que permitisse superar as incertezas, precisava ser encontrado. Surgem, então, duas propostas metodológicas diferentes: o empirismo, de Francis Bacon, e o racionalismo, de Descartes.

Francis Bacon, defendendo a idéia de que os fenômenos físicos precisam ser estudados sem a interferência do observador, propôs um método empirista-indutivista, considerando a experimentação como o único caminho válido para estudar a natureza. Esse método teve grande influência e ainda permanece, principalmente, na educação científica escolar, sendo, muitas vezes, considerado como "o método científico".

Descartes propôs, para a busca do conhecimento, um método que considerava infalível. Esse método baseava-se num modelo matemático, desconsiderando a utilização dos sentidos, à qual ele atribuía a ocorrência de erros. Tratava-se apenas de uma investigação do pensamento, separando mente e matéria e, acreditando na possibilidade de descrição objetiva do mundo material, sem referência ao observador humano.

Essa pequena introdução histórica serviu para entendermos um pouco sobre as influências nos modelos de ciência do nosso século.

1.2 A natureza do conhecimento científico

Nosso século presenciou profundas mudanças nas ciências. O rompimento com as concepções anteriores quanto à natureza da matéria levou a repensar também a natureza do pensamento científico. Mesmo assim, o pensamento científico atual tem raízes no século XVII, apoiando-se nas concepções de René Descartes, Galileu Galilei e Francis Bacon.

Hoje em dia, muitas idéias sobre a natureza do conhecimento científico continuam em discussão. Acreditando que o debate entre essas idéias pode contribuir para a conscientização e a crítica das nossas próprias concepções, elas serão aqui desenvolvidas, na seguinte ordem:

- Empirismo indutivista / positivismo lógico
- Popper – racionalismo crítico
- Bachelard – racionalismo dialético
- Hanson – observação e interpretação
- Kuhn – ciência como consenso entre cientistas
- Feyerabend – anarquismo epistemológico

1.2.1 Empirismo indutivista / positivismo lógico

A concepção mais tradicional sobre a natureza do conhecimento científico é a de Francis Bacon, caracterizada pelo empirismo e pela indução. Francis Bacon afirmava que o conhecimento origina-se de duas formas: na observação (empirismo), que o conhecimento dirige-se dos fatos às teorias, do particular ao geral (indução). Criticava a prática das pessoas argumentarem sobre a indução como entendida por Aristóteles, sem observar a natureza, e recomendava limpar a mente, viciada de preconceitos individuais e coletivos, e realizar investigações cooperativas na comunidade científica.

Agora, discuta com seu tutor as diferenças entre as interpretações da indução de Aristóteles e Francis Bacon.

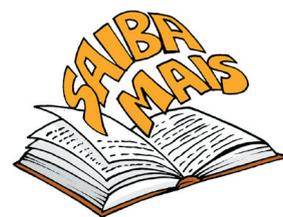
Bacon enfatizava a verdade como descoberta. Recomendava coletar e registrar o maior número de dados sobre o fenômeno investigado, organizá-los em tabelas e buscar as regularidades, partindo das observações (em grande número, repetíveis, não conflitantes entre si) para as teorias e leis.

A tradição iniciada por Bacon está sintetizada nos passos do método científico tradicional, predominando desde o século XVII até o século XX. Segundo Zanetic (1989), a maioria dos livros didáticos e muitos trabalhos científicos e artigos publicados seguem a mesma descrição metodológica, com regras rígidas de procedimento.

Existiam, desde o século XVII, contestações a esse modo de entender o desenvolvimento das ciências, como a argumentação do filósofo escocês David Hume contra a indução. A crítica de Hume partia do ponto de vista lógico (mesmo admitindo seu valor psicológico), pois a repetição regular de um fenômeno não implica sua ocorrência no futuro. Desde então, o problema quanto à (im)possibilidade lógica da indução é conhecido como “problema de Hume”. Mas o próprio Hume reforçou o pensamento empirista, admitindo que só a experiência permite estabelecer as leis naturais e as causas que produzem determinado efeito. O empirismo e a indução prevaleceram e, no início deste século, serviram de base para o positivismo (LOSEE, 1979).

O positivismo, escola de grande influência no pensamento científico moderno, considera impossível conhecer as causas ou razões dos fenômenos (inclusive os naturais), cabendo às ciências apenas estabelecer as leis às quais estão sujeitos. Constatado o fenômeno, a lei é estabelecida quantitativamente, sem especulações sobre suas causas. As leis e a ordem natural simplesmente existem. São imutáveis e independentes da interferência humana: o homem não pode modificá-las. Caracterizado nas ciências sociais por Augusto Comte, no século XIX, o positivismo revelou-se em idéias que consideram as ciências sociais semelhantes às ciências naturais, todas elas neutras e livres de juízos de valor.

Na década de 1920, formou-se um grupo de estudiosos que



O método ou modelo empirista, também chamado de mecanicista, consiste em considerar que o conhecimento está no objeto (ou fenômeno) que se está estudando, sendo o observador neutro e passivo, cabendo-lhe apenas a função de abstrair o conhecimento desse objeto. Por exemplo: por esse modelo, ao observar um cachorro abanando o rabo, só poderia dizer que ele está abanando o rabo, e não poderia concluir que ele está feliz ou querendo brincar.

Cuidado!!! Empirismo é diferente de dados empíricos!

Não confundir dados empíricos, que consiste em qualquer observação (medida, relato, etc.) feita de um fenômeno, com o empirismo – teoria sobre como se processa o conhecimento dos fenômenos.



Para ler um pouco mais a respeito do positivismo acesse <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Positivismo>>.

discutia informalmente a ciência do século XX: Otto Neurath, Rudolf Carnap, Kurt Godel, Reichenbach, Philip Frank, Herbert Feigl, Victor Kraft, Friedrich Waissmann, Schlik e outros. Desde então, esse grupo ficou conhecido como “o Círculo de Viena”. Eles desenvolveram uma doutrina, e as suas idéias se espalharam. Essa doutrina é o positivismo lógico, que representa uma forma extremada de empirismo, com a preocupação de dar base lógica ao conhecimento científico. Na análise lógica das teorias, os membros do Círculo de Viena não se importaram com a maneira como a ciência se desenvolve. Entre o contexto da descoberta e o contexto da justificação, consideraram que a Filosofia deve ocupar-se com a verificação (análise lógica) e não com o processo. Para isso, assumiram como tarefa desenvolver uma linguagem, precisa e consistente, capaz de superar os problemas da linguagem cotidiana.

Bertrand Russel havia criado uma linguagem nova para a Matemática, baseada na Lógica. Rudolf Carnap tentou construir uma linguagem empiricista, para a qual poderiam ser traduzidas as teorias e as leis científicas, mas não os enunciados metafísicos. Para esse grupo, todos os conhecimentos possíveis encontravam-se nas Ciências Naturais, na Lógica e na Matemática. A Filosofia teria o papel de fazer a análise lógica das ciências. Seria, portanto, a análise do conhecimento, pois a linguagem do dia-a-dia é cheia de imprecisões.

Para os positivistas, os problemas filosóficos são pseudoproblemas: só é problema o que pode ser verificado pelos sentidos ou relacionado a algo que o possa. Contudo, essa concepção entra em choque com a ciência contemporânea, que apresenta termos novos, sem vínculos mais diretos com os sentidos.

Segundo Cupani (1987), ainda hoje, para o positivismo, a ciência é um tipo de conhecimento considerado como:

- objetivo (intersubjetivamente controlável);
- válido (isto é, confiável, porque submetido a controle);
- metódico (com procedimentos definidos);
- preciso (com formulação clara da linguagem);
- perfectível, progressivo e cumulativo;
- desinteressado e impessoal;
- útil e necessário (pela aplicação dos seus resultados);
- capaz de combinar raciocínio e experiência;
- hipotético (em busca de leis e teorias);
- explicativo e prospectivo (pois sua capacidade de explicar os fatos permite, também, sua antecipação ou predição).

Na filosofia positivista, a observação é importante, mas é preciso abstrair e racionalizar a fim de poder prever. Há, então, uma elaboração do senso comum, através dos conhecidos passos do método experimental: observação dos fatos, formulação de hipóteses, experimentação e estabelecimento de leis. Entretanto, essa concepção tem sido muito criticada por apresentar uma visão idealizada e a-histórica do conhecimento científico.

1.2.2 Popper – racionalismo crítico

Karl Popper foi um dos primeiros críticos do positivismo. Por isso, em sua Autobiografia Intelectual (1986, p. 95), pergunta-se:

“Quem matou o positivismo lógico?” E assume essa responsabilidade, ligando-a, sobretudo, aos argumentos antipositivistas contidos no seu livro *Logik der Forchung* (POPPER, 1975), publicado pela primeira vez em 1934.

Para Popper, não há indução, porque teorias universais não podem ser deduzidas de enunciados singulares. Mas ele contribuiu com o positivismo por oferecer uma alternativa ao “problema de Hume”, preservando a imagem racional do procedimento científico, por meio de um critério que consiste em admitir que as generalizações empíricas, embora não verificáveis, são falseáveis (falsificabilidade). Popper propõe que as teorias sejam formuladas de modo preciso, para permitir previsões e exposição a testes que visem à sua refutação. Esse critério possibilita o aperfeiçoamento das teorias e o avanço do conhecimento. Pois, embora não seja possível demonstrar que algo é verdadeiro, podemos demonstrar, às vezes, sua falsidade. Uma teoria sempre pode ser substituída por outra melhor.

Sua crítica ao positivismo considera ainda que uma teoria metafísica pode ser importante, embora não possa ser proclamada como científica, por não ter evidência empírica. Por outro lado, ele utiliza uma “estratégia positivista” (CHALMERS, 1994) ao propor o mesmo método para as ciências naturais e as ciências sociais. Essa possibilidade é negada por muitos críticos. Alguns destacam que as afirmações de Popper não se aplicam nem às ciências naturais, pois mesmo que os dados refutem uma teoria, os cientistas com ela comprometidos não a abandonam. E isso é válido, porque as teorias nascem com falhas que podem ser corrigidas, aperfeiçoando-se os equipamentos e as condições de controle.

Popper não é determinista, mas considera, como os positivistas, um desenvolvimento científico progressivo e cumulativo. E, embora contestando o empirismo indutivista próprio do positivismo e da ciência tradicional, o critério da falsificabilidade, que ele propõe para a demarcação entre ciência e não ciência, preserva o caráter racional de uma pesquisa. Pelo mesmo critério, teorias que procuram explicar tudo, como a psicanálise de Freud e o marxismo, não são consideradas como científicas.

Entretanto, Popper explica a realidade criativamente, pela teoria dos mundos 1, 2 e 3: o mundo 1 é constituído por coisas materiais; o mundo 2 é o mundo subjetivo da nossa mente; o mundo 3 é o mundo da cultura humana, produto objetivo da nossa consciência, embora contenha uma parte imaterial de que os problemas são um exemplo. Nele está incluído o conhecimento científico. Segundo Popper (1989, p. 37), construímos a realidade pela interação entre esses três mundos:

Nós somos o autor da obra, o produto, e simultaneamente somos moldados por ela [...] A formação da realidade é assim uma realização nossa; um processo que não pode ser entendido se não tentarmos compreender [...] esses três mundos e o modo como eles se interpenetram.

Nós criamos, então, a realidade. E, enquanto a criamos, cria-



Para saber mais a respeito de Popper e suas teorias leia o artigo “A filosofia da ciência de Karl Popper: o racionalismo crítico”, disponível no endereço:
<<http://www.if.ufrgs.br/~lang/POPPER.pdf>>



Popper substitui o método científico tradicional pelo método hipotético-dedutivo, que parte de um problema e da elaboração de hipóteses, envolvendo criatividade e imaginação. Mas as hipóteses são submetidas a critérios lógicos e empíricos, deduzindo-se delas consequências e procurando-se refutá-las. Segue-se a escolha entre teorias rivais e a elaboração de nova teoria. Há, então, um processo de mudança contínua, com o predomínio da lógica na investigação em ciências, inclusive nas ciências sociais (POPPER, 1978).



Epistemologia é o estudo das fontes do conhecimento científico, ou segundo uma definição mais ampla do dicionário Houaiss:

é o estudo dos postulados, conclusões e métodos dos diferentes ramos do saber científico, ou das teorias e práticas em geral, avaliadas em sua validade cognitiva, ou descritas em suas trajetórias evolutivas, seus paradigmas estruturais ou suas relações com a sociedade e a história; teoria da ciência.

mos também a nós próprios.

1.2.3 Bachelard – racionalismo dialético

Gaston Bachelard tem sido pouco mencionado entre os filósofos das ciências anglo-saxões. Suas idéias, porém, permanecem atuais, numa produção literária que abrange mais de 25 obras, publicadas entre 1928 e 1972. *Le Nouvel Esprit Scientifique* (BACHELARD, 1986), com publicação original em 1934, foi a de maior repercussão.

Já em 1928, em *Étude sur l'Évolution d'un Problème de Physique, la Propagation Thermique dans les Solides*, Bachelard afirmou que o imediato deve ceder lugar ao construído, em qualquer circunstância (atividade construtiva) e, só assim, poderemos precisar os fenômenos. Na mesma tese, defendeu a filosofia do inexato, contestando a idéia de que só se conhece aquilo que se mede. Afirmou ainda que não se fragmenta a realidade, nem se isola uma qualidade como a condução do calor, pois é preciso buscar a correlação com a estrutura.

Segundo Bachelard, a evolução das ciências é dificultada por alguns obstáculos epistemológicos, entre os quais o senso comum, os dados perceptíveis, os resultados experimentais e a própria metodologia aceita como válida, assim como todos os conhecimentos acumulados. Para conseguir superá-los, são necessários atos de ruptura com os conhecimentos anteriores, seguida por sua reestruturação (atos epistemológicos).

Sua tese principal é a descontinuidade evidenciada na História das Ciências. A ciência não acumula inovações. Ela as sistematiza e coordena. E o cientista não descobre nada, apenas sistematiza melhor. O essencial não é acumular fatos e documentos, mas reconstruir o saber, através de atos epistemológicos que reorganizam e transformam a evolução de uma determinada área das ciências. Por isso, o maior obstáculo à formação do espírito científico é colocar a experiência antes e acima da crítica.

Cientista e poeta, Bachelard critica a filosofia por suas reflexões e pensamentos desligados da matéria, pois a Química surpreende mais do que a poesia, quando se pensa nos progressos científicos e na mecânica quântica. O conhecimento do todo é essencial. Mas não é imutável: as retificações e as extensões nos impulsionam a buscar continuamente. E "é no momento que um conceito muda de sentido que ele tem mais sentido [...] Com a relatividade, o espírito científico constitui-se juiz do seu passado espiritual" (BACHELARD, 1986, p. 42). A retificação dos conceitos, realizada pela teoria da relatividade, ilumina as noções anteriores e mostra a evolução do pensamento. Tudo isso tem valor pedagógico: a epistemologia de Bachelard é, também, uma pedagogia.

A epistemologia de Bachelard enfatiza a necessidade de conhecer o presente para, a partir dele, compreender o passado (história recorrente). Mas isso não deve ser confundido com uma reconstrução racional da História, que seleciona e organiza acontecimentos para reforçar uma determinada interpretação. Para Bachelard (1977), recorrência histórica significa rever o passado com os conhecimentos atuais, respeitando as respectivas visões de mun-

do. Como a continuidade da História das Ciências é intercalada por cortes epistemológicos, precisamos compreendê-la à luz do saber contemporâneo.

Procurando esclarecer convicções e cosmologias pré-científicas, Bachelard é impregnado por elas (DAGOGNET, 1965). Considera que as valorizações primitivas são básicas no processo do conhecimento, constituindo-se em nossas motivações, porque os verdadeiros interesses são os interesses sonhados. Na sua obra, o trabalho é também um valor fundamental, por levar à remodelação dos conhecimentos e à reestruturação do ser humano. Mas o sonho não é menos importante que o trabalho.

1.2.4 Hanson – observação e interpretação

Podemos dizer ou pensar que todas as pessoas observam as mesmas coisas, embora as interpretem de modos diferentes. Mas, nos anos 1950, Norwood Russel Hanson afirmava que não podemos separar a observação da interpretação sem descaracterizá-la. É como separar a pintura de uma tela: “separar a pintura da tela destrói o quadro” (HANSON, 1975, p. 128).

O que é a observação antes da interpretação? É inconcebível separá-las, segundo Hanson, nosso modo de ver o mundo faz com que, ao observar, já estejamos interpretando.

Hanson sustenta, literalmente, que dois observadores, diante do mesmo fenômeno, podem fazer observações diferentes. Exemplificando sua afirmação de que no ver existe algo mais que aquilo que nos chega aos olhos, cita as diversas maneiras como pode ser visto um cubo de Necker.

Podemos observar o mesmo fenômeno num desenho como o da figura 2. Ao vê-lo como um cubo ora visto de baixo, ora de cima, a diferença perceptiva não corresponde à formação de um modelo visual anterior à interpretação.

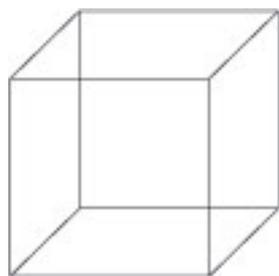


Figura 2: Cubo de Necker

Hanson cita muitos outros exemplos. Todas as figuras de perspectiva mutável utilizadas na Psicologia da Gestalt, como a bandeja, a escada e o túnel, bem como figuras reversíveis pela inversão figura-fundo, podem ser vistas de diferentes modos, no próprio ato de observar.

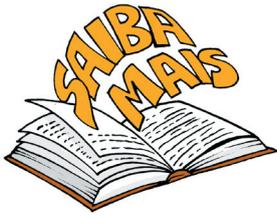
Hanson também considerou as diferenças essenciais da percepção de uma criança em relação à de um adulto, bem como da percepção de um cientista em comparação à de um leigo. Sua análise é corroborada pela de Piaget. As pesquisas de Piaget indicam também que o pensamento e a visão sincrética (que foca a totalidade, o conjunto; global, indiferenciado), que as crianças dominam



A interpretação acontece no próprio ato de observar. Uma observação científica não é análoga a uma fotografia da realidade. A base empírica das observações apresenta uma intrincada mistura com componentes teóricos, dos quais é indissociável. Toda a observação está impregnada de teoria (HANSON, 1975, 1985).



Necker, observando cristais cúbicos ao microscópio, tinha a impressão de vê-los mudar de posição e isso o deixou muito intrigado. Por que isso acontece?



A Psicologia da Gestalt é uma das linhas da Psicologia que utiliza a percepção visual como elemento importante na sua atividade terapêutica (Gestalt-terapia).



Incomensurabilidade é a característica do que não pode ser medido. Teorias incomensuráveis são as que não podem ser comparadas por critérios lógicos.

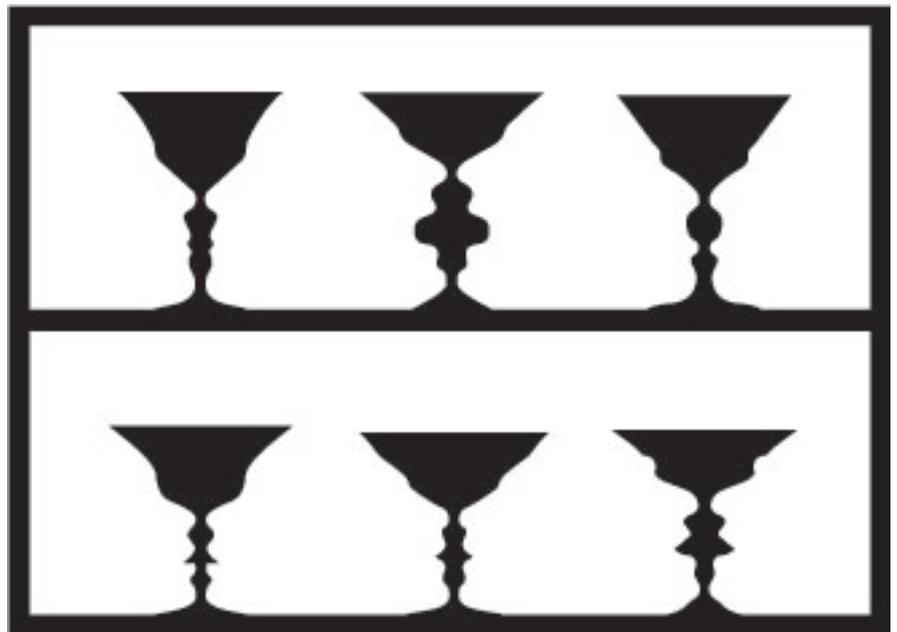
aos quatro anos, não desaparecem no adulto e interferem em todas as nossas atividades (LEITE, 1987). Construimos, no espaço, modelos visuais. O espaço é, ao mesmo tempo, intuído e pensado.

Tudo isso coincide com a tese de Hanson. A capacidade de observação é inseparável da interpretação e pressupõe aprendizagem. Um leigo não pode ter a mesma visão de um biólogo, ao entrar num laboratório. Visões diferentes correspondem a conhecimentos diferentes.

Hanson nos reporta, assim, aos “paradigmas” de Kuhn e à incomensurabilidade de teorias conflitantes, que serão comentados mais adiante, neste texto.

Outro argumento quanto à impossibilidade de serem feitas observações objetivas, ou intersubjetivamente controláveis, é dado pelas ilusões de ótica a que todos nós estamos sujeitos.

Veja a figura abaixo. Quantas imagens você vê?



O estudo da capacidade de percepção através dos sentidos não é novidade para os biólogos, que reconhecem o papel do cérebro na tradução de nossas sensações (visão, olfato, tato, etc.). A visão, por exemplo, é muito complexa. Ilusões de ótica, figuras de perspectivas mutáveis, figuras reversíveis, diferenças na percepção de crianças e adultos, ou entre adultos com conhecimentos diversificados, são também estudados pela Psicologia (sobretudo a de Gestalt).

A originalidade de Hanson, ao tratar esse tema, consiste em associá-lo à Filosofia das Ciências, para contestar a crença na objetividade e na neutralidade científica. Assim como leigos e cientistas percebem de modo diverso um mesmo fato, cientistas com formação diferente também o fazem, sem que haja uma interpretação posterior à observação. A tese de Hanson é justamente esta: a observação é inseparável da interpretação, inclusive tratando-se da observação de fatos nas ciências naturais. Por trás das observações e das conclusões, existem teorias que nos influenciam.

1.2.5 Kuhn – ciência como consenso entre cientistas

Thomas S. Kuhn destacou-se a partir dos anos 1960, com a publicação da sua obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* (KUHN, 1978). Nela, faz uma análise histórica das ciências onde o dogma tem um papel de destaque, porque os cientistas compartilham uma visão de mundo, desde o processo pelo qual foram treinados para o seu trabalho. Têm, então, por consenso, o mesmo paradigma.

A adesão a um paradigma caracteriza períodos de ciência normal, intercalados por períodos de crise ou revoluções científicas. Uma crise ocorre quando as investigações sobre um determinado aspecto da teoria aceita falham repetidamente, concentrando-se as investigações nesse campo. Assim surgem as novas teorias, a partir de anomalias amplamente conhecidas. O conhecimento dessas anomalias só pode surgir num grupo que sabe muito bem o que teria acontecido, de acordo com a teoria vigente.

Kuhn destaca a importância da ciência normal baseada em realizações científicas passadas. Compara essa atividade à solução de quebra-cabeças: a solução é previsível de acordo com regras sobre o que pode ou não ser feito. Para Kuhn, essa é uma atividade importante, séria, que exige criatividade e é essencial para o desenvolvimento das teorias. Ao concentrar as atenções em determinados problemas, o paradigma força a investigação de uma parcela da natureza com tal profundidade e precisão que de outro modo seria inimaginável. É preciso considerar também que assim os cientistas preservam a base da sua vida profissional, por saberem o quê e onde procurar, “pois a natureza é demasiado complexa para ser explorada por acaso, mesmo de maneira aproximada.” (KUHN, 1974, p. 72).

O objetivo de Kuhn é desmistificar visões clássicas sobre as ciências. Assim como Alexandre Koyré e outros autores, critica a análise de conhecimentos históricos a partir do presente. É preciso julgar a ciência de uma época de acordo com o contexto da época, e não a partir dos conhecimentos atuais (como propõe Bachelard). O conhecimento científico, assim como a linguagem, é compartilhado por um grupo ou então não é nada. Só pode ser entendido a partir dos grupos que o criam e utilizam.

Para Kuhn, as antigas concepções sobre a natureza não são menos científicas do que as atuais, e a ciência não se desenvolve por acumulação. “Teorias obsoletas não são acientíficas em princípio, simplesmente porque foram descartadas.” (KUHN, 1978, p. 21) E, entre teorias em conflito, é difícil estabelecer raciocínios que possibilitem a opção por uma delas, porque as teorias podem ser incomensuráveis. Essa incomensurabilidade deve-se à diferença dos paradigmas em que se apoiam, pois cada uma delas está ligada a uma determinada concepção de mundo.

Segundo Zylbersztajn (1991), incomensurabilidade, para Kuhn, significa que os paradigmas rivais mostram o mundo através de diversas concepções, fazendo com que os defensores dessas teorias se expressem com linguagens diferentes, numa comunicação incompleta e parcial. Mas, apesar de não haver predomínio de critérios lógicos padronizados durante as revoluções científicas, nas fases de ciência normal, prevalece o consenso entre cientistas que



Dogma é uma verdade que não pode ser questionada.

Paradigma: esta palavra, que significa modelo ou padrão, foi utilizada por Kuhn, e significa um conjunto de teorias e métodos aceitos, problemas considerados como relevantes e soluções previsíveis numa comunidade científica. Considera-se paradigma como um modelo que soluciona um certo problema ou questão. Por exemplo: o modelo de sistema solar que coloca o Sol no seu centro é um paradigma que explica o comportamento dos planetas.



Para ler mais a respeito de Kuhn acesse:

< http://pt.wikipedia.org/wiki/Thomas_Kuhn>.

compartilham um paradigma. E, mesmo nos períodos revolucionários, há um conjunto de valores em comum que os cientistas utilizam nos debates, prevalecendo, então, a racionalidade.

O consenso entre cientistas com paradigmas compartilhados caracteriza a ciência madura. Exemplos históricos mostram a transição do período pré-paradigmático (com teorias em conflito) para o pós-paradigmático (com predominância de um paradigma), quando “alguma realização científica notável” reduz para uma única as escolas que competiam num determinado campo de estudos (KUHNN, 1978, p. 223). Nesse momento, inicia-se a pesquisa dentro de um período de ciência normal.

Kuhn enfatiza os compromissos com o grupo, na estrutura de uma comunidade científica. E acrescenta que, na escolha de uma teoria, quem decide “é antes a comunidade dos especialistas que seus membros individuais” (KUHNN, 1978, p. 246). Além disso, considera que as visões sobre ciências transmitidas por manuais e livros-textos – leis, indução, neutralidade, objetividade, etc.: visão clássica – são tão inadequadas à compreensão do conhecimento científico quanto os guias turísticos o são para o conhecimento de um país.

Em síntese, Kuhn analisa não as teorias, mas o processo do desenvolvimento científico, valorizando o contexto da descoberta. Chama atenção para certos aspectos que envolvem o trabalho dos cientistas e observa que os dados empíricos estão ligados à visão de mundo, ao paradigma adotado: “Os defensores de teorias diferentes são como membros de comunidades de cultura e linguagem diferentes.” (KUHNN, 1978, p. 251). Mas a ciência caracteriza-se, sobretudo, pelos períodos em que há consenso quanto a um paradigma, nos quais a comunidade científica apresenta forte resistência a mudanças.

1.2.6 Feyerabend – anarquismo epistemológico

No livro *Contra o Método*, editado pela primeira vez em 1974, Paul Feyerabend defende o denominado “anarquismo epistemológico”, cujo princípio é de que não existe um único método para se pesquisar. Para ele, a investigação científica não inicia com um problema, pois não é assim que se desenvolvem as crianças: é a partir de uma atividade lúdica que apreendem “um significado que se havia mantido além do seu alcance”, chegando à compreensão. “Não há razão para supor que esse mecanismo deixe de agir na pessoa adulta.” (FEYERABEND, 1985, p. 32).

Feyerabend afirma que um anarquista epistemológico dá grande importância a maneiras divergentes de perceber e interpretar a realidade. O primeiro passo na crítica aos fatos, aos conceitos e processos comuns é a tentativa de romper o círculo vicioso da percepção, pois “necessitamos de um mundo imaginário para descobrir os traços do mundo real que supomos habitar” (FEYERABEND, 1985, p. 43). Então, pela “contra-indução”, podemos introduzir percepções incomuns sobre a realidade.

Lembrando que, segundo Hume, as teorias não se originam dos fatos. Feyerabend diz ainda que a exigência de só admitir teorias apoiadas em fatos deixa-nos sem teoria alguma. Por isso recomenda alterarmos a metodologia, admitindo a contra-indução,

rejeitando o falseamento e escolhendo teorias falseadas. Por exemplo, cita a revolução copernicana e a resistência das pessoas para mudarem a concepção de movimento. E descreve como Galileu identificou e substituiu interpretações naturais que se opunham à doutrina de Copérnico, afastando o realismo ingênuo, comum na linguagem observacional.

As novas teorias se mantêm, por algum tempo, apoiadas em hipóteses temporárias até que se desenvolvam e adquiram consistência. Galileu valeu-se desse recurso. Alterou interpretações naturais e sensações que contradiziam Copérnico, levando a razão a sobrepor-se aos sentidos. É assim que muitas idéias sobrevivem, graças à teimosia, aos erros e às paixões. “O caminho da ciência é traçado antes de tudo pela imaginação criadora e não pelo universo de fatos, que nos cerca.” (FEYERABEND, 1985, p. 296)

Feyerabend (1985) defende a irracionalidade das ciências. Analisa, como Hanson, numerosos casos que vinculam a observação à interpretação, utilizando figuras de Gestalt. Refere-se, também, ao desenvolvimento da percepção humana, estudado por Piaget e sua Escola de Genebra. Reafirma de forma mais radical a incomensurabilidade das teorias (defendida por Kuhn, anteriormente) e a aproximação entre a ciência e o mito. Afirmando que, de acordo com os lingüistas, nunca é possível uma tradução perfeita, recomenda um procedimento análogo diante de novas teorias: “precisamos aprendê-las junto com os experimentadores e teóricos que construíram novas concepções de mundo”.

1.2.7 Debate entre Popper, Kuhn, Lakatos e Feyerabend

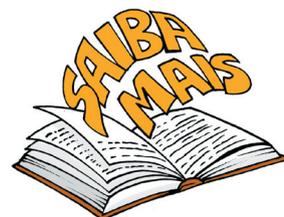
Em Londres, no ano de 1965, Popper, Feyerabend, Lakatos e outros discutiram com Kuhn suas idéias sobre paradigmas, ciência normal e revoluções científicas. Ao fazê-lo, expressando as próprias convicções, despertaram a atenção de muitas pessoas para questões relativas ao conhecimento científico: sua natureza, desenvolvimento histórico, metodologias... O debate foi registrado em livro organizado por Lakatos e Musgrave (1979), cuja leitura torna a discussão presente e viva.

Para Kuhn (1979), a origem da sua diferença em relação a Popper e seus seguidores é a seguinte: eles supõem, como os positivistas, que seja possível resolver o problema da escolha de teorias por técnicas semanticamente neutras. Por essa suposição, alguma medida comparativa de sua verdade/falsidade daria a base para a escolha racional. Realmente, Popper estabelece, também, como diferença fundamental entre ambos: a lógica. Acredita ser possível o confronto de teorias concorrentes, pois “a meta é descobrir teorias que, a luz da discussão crítica, cheguem mais perto da verdade” (POPPER, 1979, p. 71).

Popper contesta a “ciência normal” de Kuhn e vê a ciência como um permanente processo revolucionário, buscando sempre, pelo falseamento, a troca de teorias por outras melhores. Para Kuhn, isso só ocorre excepcionalmente nas ciências maduras, embora seja a regra nas protociências (por exemplo, a química e a eletricidade do século XVIII e as ciências sociais hoje). E o que caracteriza a ciên-



Para saber mais a respeito sobre a vida e a obra de Feyerabend acesse: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Paul_Feyerabend>.



O livro em questão é a obra *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento* e foi publicado no Brasil pela editora Cultrix em 1979.

cia é, precisamente, o que ele chama de ciência normal.

Kuhn, tal como Feyerabend, cita o trabalho de N. R. Hanson, quanto a alterações de percepção e suas conseqüências na objetividade científica. Então pergunta: como influirá no comportamento de grupos de cientistas determinado conjunto de crenças e valores? Pois o paradigma adotado “é um pré-requisito para a própria percepção. O que um homem vê depende tanto daquilo que ele olha como daquilo que sua experiência visual-conceitual prévia o ensinou a ver” (KUHN, 1978, p. 148). Enfatiza também a incomensurabilidade entre paradigmas diferentes.

Nesse último aspecto, Kuhn é criticado por Popper e Lakatos, que defendem a lógica dos programas de pesquisa científica. Popper (1979, p. 71) afirma: “A meta (dos cientistas)... é o aumento do conteúdo de verdade das nossas teorias.”

Feyerabend (1979, p. 270) concorda com Kuhn, pois “o modelo popperiano de um enfoque de verdade ruirá até nos limitarmos exclusivamente a idéias. Ruirá porque existem teorias incomensuráveis.”

Ambos (Kuhn e Feyerabend) estão igualmente convictos sobre a importância da filosofia da linguagem e da metáfora. Mas a incomensurabilidade entre diferentes paradigmas não é, para Kuhn, incompatível com a racionalidade, presente na argumentação dos cientistas, embora seja impossível estabelecer padrões lógicos para nortear os debates nos períodos de crise.

Feyerabend reforça a idéia de incomensurabilidade citando trabalhos de Piaget quanto ao desenvolvimento da percepção em crianças, questiona a validade da crença de que o adulto esteja preso em um mundo conceitual permanente. Não serão ainda possíveis mudanças fundamentais que acarretem a incomensurabilidade? Ignorá-las ou negá-las não pode ter, como resultado, “ficarmos excluídos para sempre do que pode ser um estágio superior de conhecimento e consciência?” (FEYERABEND, 1979, p. 277).

Por outro lado, Feyerabend (1979, p. 71) posiciona-se ao lado de Popper e Lakatos ao rejeitar “os traços dogmáticos, autoritários e tacanhos da ciência normal, o fato de que ela condena ao temporário fechamento da mente, quando o cientista deixa de ser um explorador do desconhecido”. E duvida que a ciência normal ou madura descrita por Kuhn seja um fato histórico. Em crítica semelhante à de Popper e Lakatos, considera a existência de “uma relação de simultaneidade e interação entre períodos normais e revolucionários”. Refere-se também ao que considera como ambigüidade de Kuhn quanto à ciência normal: trata-se de uma descrição ou é uma prescrição? Ele relata algo que constatou, ou aconselha tal procedimento? Segundo Feyerabend, tal modelo é incompatível com uma visão humanitária.

O argumento de Kuhn é claro: os cientistas comportam-se de determinado modo e esse comportamento tem funções essenciais para o êxito das investigações. E, na ausência de alternativas, os cientistas devem proceder essencialmente como procedem quando se preocupam em aprofundar o conhecimento científico. Por isso, considera irrelevante a crítica de Feyerabend. Insiste em períodos de pesquisa normal, reservando a importância da proliferação de teorias alternativas a períodos de crise, após esclarecer que ciên-

cia normal é a pesquisa dentro de um referencial (reverso de uma moeda na qual estão também as revoluções).

Kuhn analisa aspectos históricos e sociológicos das ciências, desconsiderados pelos positivistas. Popper (1979) também considera surpreendente e decepcionante recorrer à Psicologia, à Sociologia ou à História das Ciências, como Kuhn o faz.

Kuhn foi criticado quanto aos diversos significados que atribui ao termo paradigma. Em resposta, publicou uma segunda edição da obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* com um posfácio, no qual aperfeiçoa sua teoria dos paradigmas. Nesse posfácio, propõe o conceito de matriz disciplinar: elementos ordenados de várias espécies (matriz), que são posse comum aos praticantes de uma disciplina particular. Entre os elementos que compõem uma matriz disciplinar, cita “generalizações simbólicas, compromissos coletivos com crenças e valores, soluções previsíveis de problemas, exemplos compartilhados e compromissos com o grupo”. Para esses três últimos – solução de problemas, exemplos compartilhados e compromissos com o grupo – “o termo paradigma seria totalmente apropriado” (KUHN, 1978, p. 231).

Comentando, mais recentemente, o “debate anglo-saxônico – Popper, Kuhn, Feyerabend, Lakatos e outros”, Morin (s/d, p. 13) identifica nele uma falta de atenção para o problema da complexidade do conhecimento, destacando Bachelard por tê-lo abordado profundamente na obra *O Novo Espírito Científico*. Edgar Morin aprofunda essa abordagem e critica a compartimentação do saber e sua excessiva especialização, recomendando aos cientistas um esforço para pensar de modo complexo.

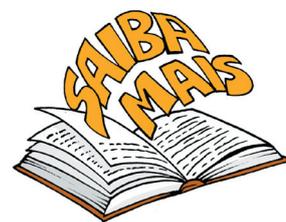
Relacionando, continuamente, subjetividade e objetividade, por ser a objetividade intersubjetivamente construída, Morin considera tanto a contribuição pessoal do pesquisador como seu ambiente cultural, que é uma construção histórica. Entretanto, é possível enfatizar, até em excesso, os processos sócio-históricos de produção das teorias científicas. Isso é feito na abordagem externalista do desenvolvimento das ciências.

1.2.8 Externalismo – paradigma social

As influências socioeconômicas e culturais são inerentes aos paradigmas. Por isto, além da análise epistemológica (internalista), precisamos considerar outra abordagem do desenvolvimento científico, chamada de externalismo. O externalismo corresponde ao que Piaget e Garcia (1987) chamam de paradigma social, ou seja, os determinantes de uma cultura.

Ninguém é imune ao contexto onde se desenvolve. Por isto, a análise externalista prioriza questões externas à comunidade científica, tais como: fatores sociais, políticos, econômicos e religiosos, para questionar os rumos das ciências. Zanetic (1989) explicita essa tendência, destacando os trabalhos de Robert Merton, Boris Hessen e John Desmond Bernal.

Merton, sociólogo americano, pesquisou o desenvolvimento científico do século XVII, na Inglaterra, relacionando o empirismo e o racionalismo ao ideal protestante da época e reconhecendo a ciência como um fator cultural (LIMA, 1994). Merton ligou também



As idéias discutidas no Simpósio em questão foram aprofundadas também por Feyerabend, que em 1974 expôs seu anarquismo epistemológico no livro *Contra o Método*. Lakatos ampliou sua teoria dos programas de pesquisa científica em *History of Science and Its Rational Reconstruction* (*História da Ciência e sua Reconstrução Racional*), além de publicar diversas outras obras.



Leis de Mendel – Estas leis foram “construídas” por Gregor J. Mendel (1822-1884), através de experiências com ervilhas-de-cheiro, e estabeleceram conhecimentos que impulsionaram o desenvolvimento da genética moderna.

Detalhe, somente no início do século XX é que essas leis foram realmente aceitas pela comunidade científica.

ciência e economia, na definição dos problemas científicos e técnicos abordados. Esse último aspecto assemelha-se aos estudos do físico Boris Hessen, que pertencia à extinta União Soviética (URSS).

Hessen analisou os determinantes sociais e econômicos da Física. Ele apresentou em Londres, em 1931, no II Congresso Internacional de Filosofia da Ciência, a comunicação intitulada “As Raízes Sociais e Econômicas dos ‘Principia’ de Newton” (HESSEN, 1984), que exerceu influência marcante sobre jovens cientistas ingleses presentes ao Congresso (J. D. Bernal, H. Levy, J. B. S. Haldane, L. Hogben e J. Needham). Esse grupo voltou-se à publicação de livros sobre a dependência entre desenvolvimento científico e necessidades sociais.

Manifestaram-se reações contrárias à tese de Hessen. Muitos historiadores criticaram sua ênfase ao efeito de fatores socioeconômicos no desenvolvimento científico. Na Inglaterra, a partir dos anos 1950, destacou-se a vertente internalista da Filosofia das Ciências. Bernal e os demais componentes do grupo autodenominado “humanistas científicos” deixaram poucos seguidores. Nos Estados Unidos também predominou o internalismo. Mesmo os soviéticos escreveram pouco na direção externalista, numa análise histórica de cunho científico.

O próprio Hessen, no fim dos anos 1920, precisou lutar contra oposições à teoria da relatividade, na antiga União Soviética, pois interpretações marxistas ortodoxas, mecanicistas, incompatibilizavam a relatividade e o materialismo histórico. Hessen levou uma vantagem inicial durante o período de Lenin, assumindo-se publicamente como divulgador da física moderna na extinta URSS. Mas, quando Stalin chegou ao poder, Hessen foi perseguido e, após 1934, desapareceu, provavelmente executado. Mais tarde, ainda na URSS, o avanço de pesquisas genéticas foi bloqueado durante anos, por contestações ideológicas às leis de Mendel.

Na análise de Hessen, só fatores externos determinam o desenvolvimento das ciências. Por outro lado, filósofos das ciências, seus contemporâneos, como Popper, subestimam influências externas. Mas hoje diminuiu o conflito entre as duas posições. Ambas estão sendo consideradas como complementares. A visão internalista, essencialmente epistemológica, é enriquecida pelo externalismo, presente em diversas fontes que exploram os condicionantes sociais, econômicos, religiosos e culturais do desenvolvimento científico.

Certamente exigências externas, impostas pela sociedade, podem direcionar as investigações. Mas não há contradição entre internalismo e externalismo. Ambos são válidos, porém limitados quando considerados isoladamente, excluindo-se um do outro. A aceitação ou rejeição de certos temas depende de se ter ou não apoio e financiamento, mas depende, igualmente, de seus esquemas conceituais serem considerados como “científicos”, num determinado momento histórico.

1.3 Buscando Integração

Finalmente voltamos à pergunta inicial: em que consiste o conhecimento científico, ou seja, o que é ciência?

Essa pergunta pode ser respondida de diversos modos, mas certamente não comportará uma única explicação, uma resposta universal.

A complexidade do conhecimento disponível hoje não comporta idéias reducionistas. Não admite um mundo fechado. Entretanto, não é fácil compreender a estruturação de pensamentos diferentes do nosso. Isso nos desafia a buscar o conhecimento dos próprios sistemas de idéias, concebidos na sua organização e no seu modo de ser específico, como resultado de uma construção social que se desenvolve e se transforma ao longo do tempo.

Vamos exercitar um pouco as idéias desse texto e assim poderemos construir nossas próprias respostas. Mas cuidado!!!! Nossas respostas precisam estar respaldadas nas idéias desenvolvidas no texto.



O artigo da Revista Ciência Hoje: 1940/1950: A Oficialização da Big Science (Vieira, SBPC, vol. 24, n. 140, 1998) pode exemplificar as influências "externas" sofridas pela produção científica.

Identifique, nas afirmações abaixo, a palavra ou expressão que falta, usando as idéias contidas no texto anterior. Utilize o seguinte código:

- A – Aristóteles
- D – Descartes
- G – Galileu
- EI – Empirismo indutivista
- PO – Positivismo
- P – Popper
- B – Bachelard
- H – Hanson
- K – Kuhn
- F – Feyrabend
- E – Externalismo

Afirmativas:

Nem sempre se pode provar que uma teoria científica é verdadeira, mas, às vezes, pode-se provar que ela não é verdadeira. (___)

O desenvolvimento da pesquisa científica é influenciado por fatores econômicos, técnicos, sociais ou políticos de cada época. (___)

Existem duas vias de raciocínio indispensáveis para adquirir o conhecimento científico: a indução e a dedução. (___)

Os motivos que levam a se realizar certas pesquisas são influenciados por fatores econômicos, técnicos, sociais ou políticos de cada época. (___) As leis do movimento e toda a natureza, inclusive o corpo humano do próprio homem, podem ser explicados





pelo modelo mecanicista. (___)

A comunidade científica é conservadora. Somente em casos muito especiais uma idéia científica aceita por longo tempo é abandonada e substituída por outra. (___)

Defendeu a concepção heliocêntrica de Copérnico, desestabilizando a idéia então vigente de que a Terra era o centro do universo. (___)

Em princípio, o cientista não precisa seguir qualquer norma rígida quanto à metodologia da pesquisa. (___)

A ciência se desenvolve através do método experimental: observação dos fatos, formulação de hipóteses, experimentação e estabelecimento de leis. (___)

O cientista deve “romper” com os conhecimentos anteriores e reestruturá-los, para que as ciências progridam. (___)

Não se pode separar a interpretação da observação. (___)

A experimentação é o único caminho válido para estudar a natureza. (___)

Discuta essa atividade com seu tutor, comparando-a com as suas concepções descritas na primeira atividade deste módulo.

Coloque em cada nome abaixo o século (ano a.C. e d.C.) correspondente e defina se esse corresponde à primeira metade ou à segunda metade do século, por exemplo:

O ano de 1956 corresponde à segunda metade do século XX e o ano de 1946, à primeira.

Anaximandro –

Anaxímenes –

Pitágoras –

Sócrates –

Platão –

Aristóteles –

Galileu –

Descartes –

Francis Bacon –

Augusto Comte –

Karl Popper –

Gaston Bachelard –

Thomas S. Kuhn –

Feyerabend –

Desenhe barras que representem o tempo (utilize um padrão do tipo: cada 5cm equivalendo a cem anos) e coloque ao lado de cada nome, tendo, assim, uma visão gráfica da evolução das idéias sobre o conhecimento científico.

Para finalizar, faltou falar sobre a diferença entre ciência e ensino de ciências. Como você viu, as discussões sobre o conhecimento científico não são tão simples e, portanto, são difíceis de serem abordadas em sala de aula, pelo menos da forma como foi discutido aqui. Daí vem a questão: é possível abordar em sala de aula o

conhecimento produzido pelo(s) cientista(s), tal qual ele formulou? Certamente que não! Só poderemos ensinar para as crianças aque

les conhecimentos científicos “traduzidos” para uma linguagem coerente com o processo pedagógico e condizentes com a programação escolar que pretendemos desenvolver. É o que podemos denominar ensino de ciências. Como fazê-lo? É, estamos começando a responder essa pergunta, ou melhor, começando a incentivá-lo a criar mais perguntas e suas próprias respostas.



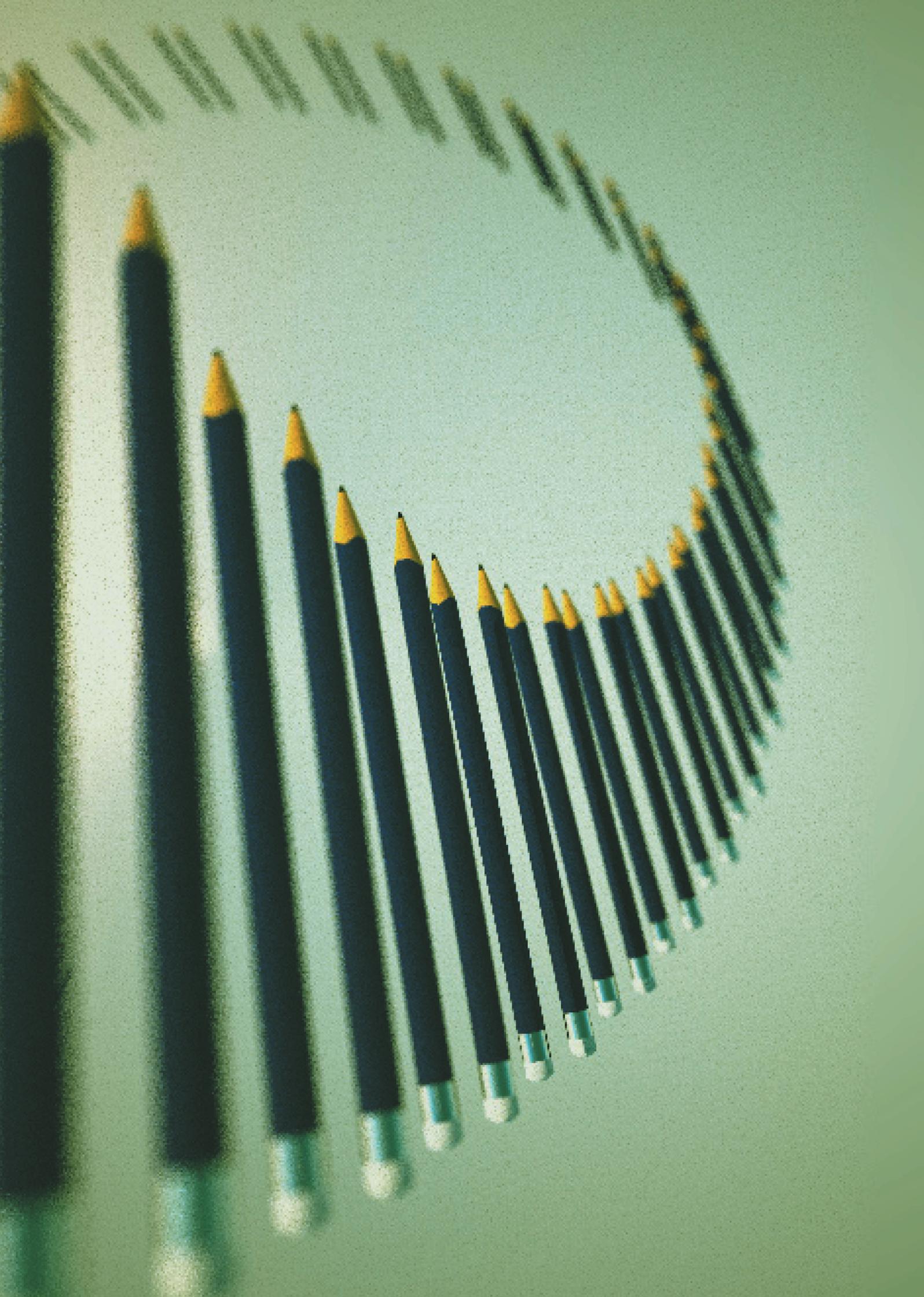
Faça uma lista de crendices populares, consultando pessoas da sua comunidade e, caso leccione distante da sua casa, não se esqueça de pesquisar na(s) sua(s) escola(s).

Depois tente verificar se essas crendices têm fundamento.

Faça uma relação entre o senso comum e o conhecimento científico.



Anote seus comentários sobre o texto abaixo e debata com seus colegas, tutores e monitores, utilizando as leituras deste módulo.



2 A formação da nossa cultura científica

Objetivos: discutir alguns elementos históricos da formação da cultura científica e do ensino de ciências no Brasil.

2.1 A formação da nossa cultura científica: um pouco mais de... história!!!

Se fosse feita uma comparação entre a produção da literatura nacional, considerada por alguns como um dos produtos mais caracteristicamente brasileiros, e a produção científica, poderíamos observar uma grande desproporção. Na verdade, o desenvolvimento científico no Brasil iniciou-se a partir do século XIX, com grande lentidão e restrito às ciências naturais.

Essa predominância do espírito literário sobre o científico até fez surgir algumas concepções superficiais, ligadas a fatores étnicos e biológicos, como se tratasse de uma falta de aptidão natural para estudos e pesquisas científicas. Como é fácil verificar, as verdadeiras razões para o atraso do nosso desenvolvimento científico devem-se muito mais a fatores políticos, econômicos e culturais que criaram um ambiente desfavorável à formação de nossa cultura científica.

Em todo período colonial, desde o descobrimento até a vinda de D. João VI ao Brasil, houve poucas e isoladas incursões científicas de estrangeiros que, aproveitando a sua oportunidade de visitar a colônia, apenas utilizavam os habitantes e as riquezas naturais do país para seus estudos. Por outro lado, houve algumas iniciativas de brasileiros excepcionais que viveram fora do país e se dedicaram, na metrópole e, posteriormente, na colônia, a atividades científicas. Nossos métodos científicos foram pouco influenciados por esses trabalhos. No período holandês, no governo de Maurício de Nassau (1637-1644), estabeleceu-se no Brasil colonial uma breve época de atividades científicas, realizadas pelo grupo de homens de ciência que o conde de Nassau mandou vir a Pernambuco. Chegou a Recife, em 1637, um século depois do começo de nosso povoamento, pelos portugueses.

A obra *História Naturalis Brasiliae* (1. ed., 1648; 2. ed., 1658), de grande importância pela riqueza de dados e observações, é a mais notável publicada pela medicina, a flora e a fauna do país, nos tempos coloniais. Essa obra, assim como outros empreendimentos, fez daquela região, como observado por Gilberto Freyre,

o maior centro de diferenciação intelectual na colônia que o esforço católico no sentido da integração procurava conservar estranho às novas ciências e às novas línguas. Com o conde de Nassau levantou-se do meio dos cajueiros o primeiro observatório astronômico da América; um jardim botânico e outro zoológico surgiram dentre as jiteranas e os mangues, onde outrora só havia buraco de guaiamu; apareceram Piso e Marcgrave, os primeiros olhos de cientistas a estudarem os indígenas, as árvores, os bichos do Brasil; pastores da religião de Calvino pregando novas formas de cristianismo; Frans Post pintando casas de engenho, palhoças de índios, mocambos de pretos, cajueiros à beira dos rios, negros com roupa suja à cabeça; Pier Post, traçando os planos de uma cidade

de sobrados altos e de canais profundos por onde se pudesse passear de canoa como na Holanda .

Mas essas iniciativas isoladas não tardaram a ser extintas, seja pelo curto tempo da dominação judaico-holandesa, encerrada com as duas batalhas dos Guararapes e a capitulação, em 1654, seja pela crescente resistência contra os “invasores”, em quem os colonos encarnavam “os inimigos da pátria e da religião”.

Até o século XIX, não houve outras missões de sábios estrangeiros que mudassem a visão pitoresca e deslumbrada de furtivos viajantes que por aqui passavam. A colônia continuava estranha à revolução científica que acontecia no velho mundo.

É, porém, com a instalação da corte portuguesa no Brasil que se inicia, na verdade, a história de nossa cultura. A primeira medida que surtiu efeito não comercial e político, mas também cultural, foi a abertura dos portos da Colônia às nações estrangeiras, em 1808. Esse fato fez com que as relações intelectuais da colônia, até então restritas, se ampliassem, facilitando o contato com novas idéias, vindas dos países europeus.

Foi durante este período (1808-1821) que apareceram as primeiras instituições culturais, tais como: a Imprensa Régia, a Biblioteca Pública, o Real Horto, mais tarde, em 1819, denominado Real Jardim Botânico, e o Museu Real, além das primeiras escolas superiores encarregadas de formar cirurgiões e engenheiros militares.

Não se pode afirmar que D. João VI, com todas essas iniciativas, estava preocupado com o desenvolvimento cultural, mas por outro lado, visava, criando escolas e instituições, a aparelhar a Colônia, no momento sede da monarquia, de um contingente de profissionais que garantissem a defesa sanitária e militar e transformar a grande aldeia do Rio de Janeiro na nova capital do império português.

Mesmo que todas essas reformas não tenham sido suficientes para transformar a mentalidade colonial do país, impulsionaram a nossa formação cultural e científica.

A partir do século XIX, naturalistas estrangeiros, sobretudo alemães, ingleses e franceses, isoladamente ou em expedições científicas, trouxeram contribuições valiosas aos trabalhos de cientistas residentes no Brasil. Como menciona Azevedo (1996, p. 373) “substituíram o missionário e o bandeirante no desvendar a terra e as nossas riquezas naturais”.

Entre esses, destacou-se Martius (1794-1868). Ele viajou acompanhado de Spix, na comitiva nupcial da princesa Leopoldina, que, em 1817, chegava à cidade do Rio de Janeiro. Esses dois jovens cientistas haviam sido indicados pelo rei da Baviera, para comporem a expedição científica, que se juntou em Viena, Áustria à comitiva real da Arquiduquesa que futuramente casaria com D. Pedro, príncipe herdeiro de Portugal, mais tarde o primeiro Imperador do Brasil.

Em três anos, os dois cientistas percorreram mais de 6.000 quilômetros do nosso território, realizando trabalhos de estudos e pesquisas que constam na história das expedições científicas.

O imperador D. Pedro II, com seus esforços infrutíferos para desenvolver as ciências durante o seu governo (segunda metade do século XIX), merece um capítulo a parte nessa história, devido à resistência passiva e hostilidades declaradas do meio intelectual e político da época, dominado pelo espírito retórico e de educa-



Volte ao texto da seção 1 e procure situar historicamente o que acontecia na Europa, com as idéias científicas dos séculos XV, XVI e XVII.

Compare com a história da formação do nosso espírito científico nesse mesmo período.



No filme Carlota Joaquina, existe uma cena em que a princesa, ainda jovem, chega à corte portuguesa, vinda da Espanha. A diretora faz uma mudança proposital na luz e ambiente da corte portuguesa. O que ela, a diretora, quis representar com isso? Faça uma comparação com os relatos do texto acima sobre o atraso da nossa formação científica.

ção abstrata, onde a literatura, as questões jurídicas e os debates políticos tinham prioridade nas preocupações do pensamento da época.

Pois não foi D. Pedro II, em 1882, combatido e chasqueado em plena Câmara por homens inteligentes e cultos como Ferreira Viana, que crivou de sarcasmos o Imperador, por ter este solicitado um modesto crédito de 60 contos para facilitar as observações científicas da passagem do planeta Vênus sobre o disco do sol? (AZEVEDO, 1996, p. 383)

A esse contexto podemos adicionar a figura de José Bonifácio: mineralogista competente, que estudara durante dez anos nos maiores centros de cultura na Europa, importante personagem do início da construção da nossa pátria, mas que devido a sua formação, sintonizado com o pensamento retrógrado da época, contribuiu para manter o Brasil distante dos progressos científicos por mais algumas décadas.

Todas as iniciativas que se sucederam, principalmente graças ao empenho de algumas figuras eminentes e, às vezes, de um pequeno grupo de resistentes trabalhadores, não evitaram que nossa formação cultural ficasse marcada pela tendência à retórica, à sofística e ao puro verbalismo.

Esse ambiente intelectual ainda foi alimentado por um sistema de ensino e de cultura que privilegiava o desenvolvimento das qualidades literárias e a especialização profissional, em desacordo com os estudos das ciências experimentais.

Como podemos notar nesse rápido relato da história inicial da formação da nossa cultura, até o século XIX, tivemos alguns momentos de atividades científicas, caracterizando mais uma seqüência de saltos do que um desenvolvimento científico propriamente dito.

A partir daqui veremos alguns fatos que determinaram uma mudança radical da nossa produção científica deste século, pois surgem atividades de pesquisadores de forma mais organizada e vinculadas a instituições específicas.

Os verbetes que serão descritos abaixo fazem parte do cartaz "500 anos de ciência no Brasil" (MOREIRA; VIEIRA, 2000), integrante da Revista Ciência Hoje, publicação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, entidade da qual falaremos mais adiante.



Figura 3: reprodução do cartaz “500 anos de ciência no Brasil” (MOREIRA; VIEIRA, 2000), integrante da Revista Ciência Hoje, publicação da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

2.2 Alguns fatos importantes da produção científica nacional

1887-1899 – Inicia-se a fundação de instituições de pesquisa: em Campinas, a Imperial Estação Agronômica (1887); em São Paulo, o Instituto Bacteriológico (1892), mais tarde sob direção de Adolfo Lutz, e o Instituto Butantan (1899), por Vital Brazil.

1894 – Criado o Museu Paraense, atual Museu Emílio Goeldi. O padre Roberto Landell de Moura teria feito as primeiras transmissões telegráficas sem fio em São Paulo.

1898 – O físico Henrique Morize faz experiências com raios X e raios catódicos.

1900 – Criado no Rio de Janeiro o Instituto Soroterápico Federal de Manguinhos. Em 1908, se tornaria Instituto Oswaldo Cruz, em homenagem ao médico Oswaldo Cruz, coordenador do saneamento no Rio de Janeiro.

1906 – O aeronauta Santos Dumont realiza em Paris o vôo pioneiro do 14 bis. É fundado, no Rio de Janeiro, o laboratório de fisiologia dos irmãos Álvaro e Miguel Ozório de Almeida.

1909 – O médico Carlos Chagas descreve o ciclo da doença que levaria seu nome.

1919 – Expedição vai a Sobral (Ceará) estudar eclipse solar, comprovando as idéias do físico alemão Albert Einstein.

1934 – É fundada a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP, com a participação de cientistas e intelectuais estrangeiros. No Rio de Janeiro, o físico alemão Bernhard Gross inicia o estudo de raios cósmicos no Instituto Nacional de Tecnologia.

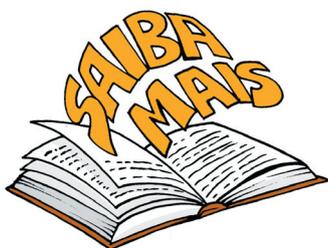
1935 – Segundo projeto de Anísio Teixeira, é criada a Universidade do Distrito Federal, extinta três anos depois por motivos políticos.

1941 – O físico Mário Schenberg e o russo George Gamow descrevem o chamado processo Urca, relativo à produção de neu-



Você conhece algum outro cientista brasileiro que não tenha sido mencionado nos textos acima?

Procure em livros, revistas, jornais e faça uma apresentação para os seus colegas.



Para saber mais um pouco sobre a produção científica brasileira, consulte a SBPC, e, para ver o quadro completo "500 anos de ciência no Brasil", consulte os seguintes números da Revista Ciência Hoje: Vol. 14, n. 82, 1992. Vol. 24, n. 140, 1998. Vol. 27, n. 159, 2000 (cartaz).

Para saber como o ensino de ciências se desenvolveu nessas últimas décadas, leia "Breve histórico do ensino de Ciências Naturais: fases e tendências dominantes", que faz parte dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais, edição de 1997, páginas 19 a 23.

trinos em estrelas.

1947 – Na Inglaterra, equipe de físicos, com participação de Cesar Lattes, detecta a partícula méson pi, responsável pela estabilidade do núcleo atômico.

1948 – É criada, em São Paulo, a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, que se destacaria na defesa da ciência no Brasil.

1951 – Surge o Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq).

1958 – A agrônoma Johanna Döbereiner propõe o uso de bactérias para fixar nitrogênio na cultura da cana, dispensando o emprego de adubos.

1961 – É criado o grupo de trabalho que daria origem ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

1964 – Após o golpe militar, centenas de professores são demitidos ou se demitem de universidades brasileiras.

Nos anos seguintes, muitos cientistas, estudantes e professores seriam levados a deixar o país.

1970-2000 – A pesquisa no Brasil cresce num ritmo acelerado, sendo quase toda ela feita em universidades e institutos públicos. Milhares de cientistas e técnicos se formam, são criados diversos grupos de pesquisa e pesquisadores se destacam no país e exterior. Embora os recursos para a ciência tenham crescido nesse período, eles continuam insuficientes e instáveis. Aliada à precária situação educacional, a ausência de políticas científica, tecnológica e industrial dificulta o desenvolvimento da pesquisa no Brasil.

**Por simplificação não foram mencionados muitos exemplos de cientistas de áreas como sociologia, literatura, economia, etc.*



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) surge num momento crítico da vida nacional. Adhemar de Barros, após ser eleito governador de São Paulo, em janeiro de 1947, retira preciosos recursos financeiros das universidades e instituições de pesquisa paulistas. Essa atitude provoca indignação de muitos cientistas que partem para a criação de uma sociedade nacional para "defesa da ciência no Brasil". Um grupo de cientistas, inclusive Maurício Rocha e Silva, que havia descoberto a bradicinina recentemente, reúne-se, no dia 8 de junho de 1948, no Instituto Biológico, para discutir o estatuto da sociedade e eleger os membros que cuidariam de sua elaboração. A SBPC, além de ter sido a incubadora de outras sociedades científicas nacionais, lutou pela criação do CNPq e do Ministério da Ciência e Tecnologia. Atualmente, suas reuniões contam com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas de diversas áreas.

A Universidade de Brasília sediou, entre os dias 9 e 14 de julho

de 2000, uma dessas reuniões. O texto de apresentação do caderno de programas do evento, assinado por Glaci Zancan (Presidente da SBPC) e Lauro Morhy (Reitor da UnB), apresentava trechos, tais como:

Quinhentos anos depois de a frota de Cabral ter aportado em terras do litoral baiano, o Brasil ainda não está inteiramente conhecido. Pelo menos 60 grupos indígenas se mantêm arredios ao contato com os “brancos”. O próprio Planalto Central, onde realizamos essa 52a Reunião Anual da SBPC, no passado só atravessado por garimpeiros, foi ocupado recentemente...

(...) O Brasil na Sociedade do Conhecimento – Desafio para o século XXI é o tema que esta semana nos reúne no Planalto Central. Nosso desafio aqui, neste findar de década, século e milênio, é antecipar um pouco a história do futuro. Não como exercício de futurologia, mas esforço científico de prospecção para melhor aproveitamento de nossas potencialidades.

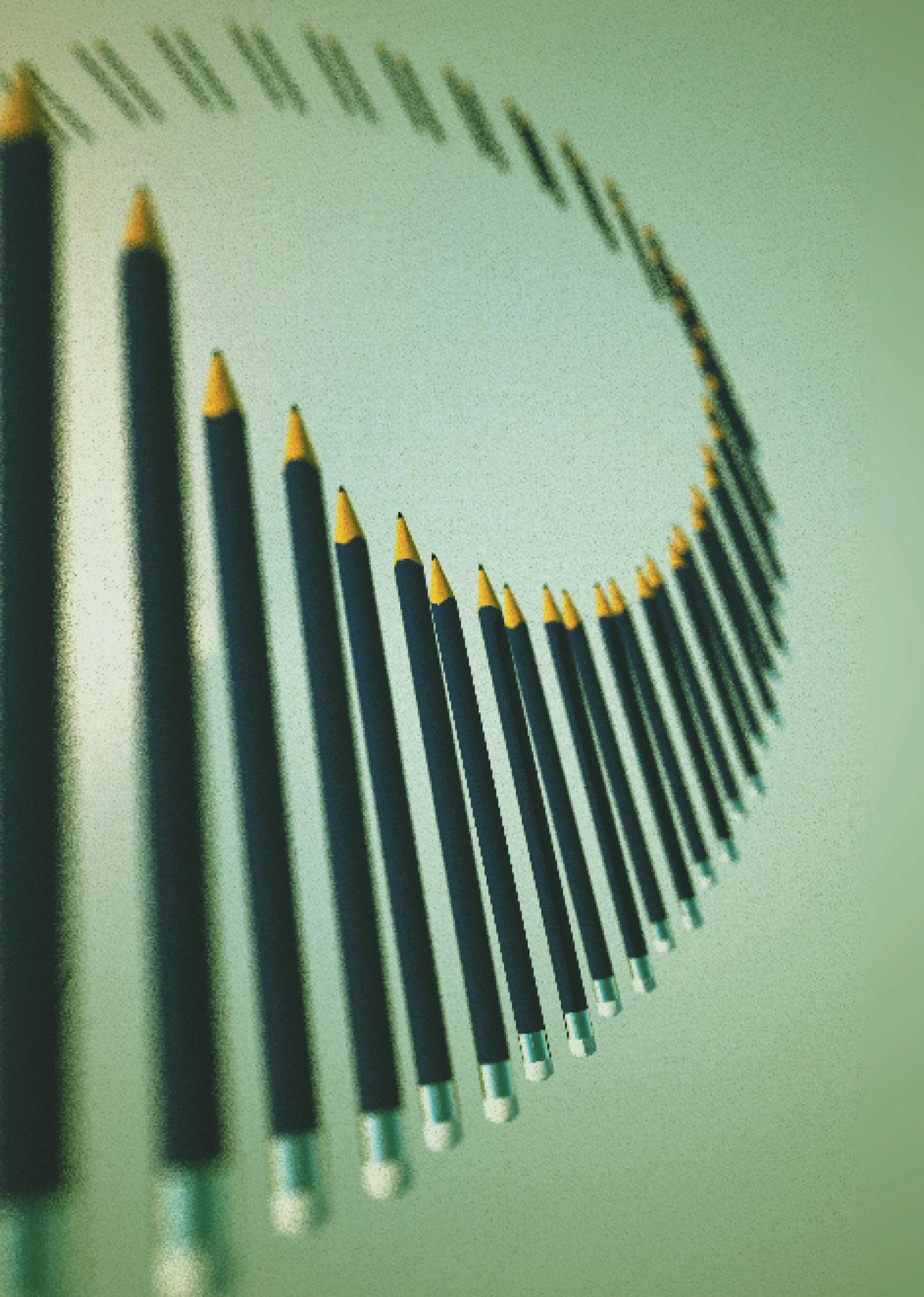
Conhecer as potencialidades de uma nação e debater a melhor maneira de aproveitá-lo em benefício de toda a sociedade é desafio de uma comunidade científica madura e responsável. Caso contrário, como já advertiu E. Rutherford, o futuro nos condena a “carregar água e lenha para os países ricos”.

O que significa, no contexto das leituras feitas e do próprio texto, a frase sublinhada?



Observando o histórico da nossa formação científica e das mudanças no ensino de ciências durante os últimos anos:

Como você explicaria que ainda hoje encontramos procedimentos de aulas de ciências que são mais parecidos com aqueles maus exemplos de décadas passadas (por exemplo: ensino de conceitos científicos como ensino de definições e cálculos matemáticos)?



3 Uma proposta de abordagem para o ensino de ciências

Objetivos: utilizar a abordagem temática e iniciar a “montagem” do projeto de ensino.



Vamos fazer o exercício de achar algo que possa ligar todas as leituras feitas nas seções anteriores:

Procure identificar nessas seções algumas idéias que estejam ligadas ao conceito: transformação.

Aí vão alguns exemplos:

1) A professora da estória “O Joãozinho de Rio Branco” “transformou-se” depois de conhecê-lo?

2) A educação da época da colônia “transformou-se” depois de algumas décadas?

Faça agora você. Encontre algumas idéias (pelo menos cinco) nas leituras feitas nas seções anteriores que se relacionem com **transformação** ou **transformações**.

O exercício feito acima procura apresentar uma maneira de trabalharmos com os conceitos ensinados na escola de forma mais relacionada: “transversalizada”.

Na verdade, estamos falando de uma idéia de trabalhar com os tais conteúdos de forma diferente: sem mantê-los isolados de todos os outros assuntos abordados nas séries iniciais.

Segundo o autor que idealizou essa proposta (ANGOTTI, 1993), trabalhar com conceitos ao invés de trabalhar com conteúdos pode mudar a abordagem do ensino de ciências, facilitando a “conversa” entre outros conceitos estudados não só em ciências, assim como em outras áreas que pareçam tão distantes. Veja só:

Em vez de estudarmos o corpo humano isoladamente, podemos perceber nos tais “conteúdos” alguns conceitos, como por exemplo: transformação. No corpo humano, temos transformações de alimentos, de ossos, de tamanho, etc.

Nesse caso, podemos associar as idéias de transformações que você levantou na atividade passada com as transformações do corpo humano.

Essa proposta de ensino de ciências privilegia o trabalho com temas em oposição à abordagem isolada dos “conteúdos”.



Qual foi o último “conteúdo” de ciências que você abordou com seus alunos? Faça o seguinte:

Identifique o conceito transformação nesse “conteúdo” e relacione com as idéias que você levantou anteriormente.

Relate uma forma de explicar as transformações, usando ambos exemplos (do “conteúdo” de ciências e das leituras feitas), para uma criança que está cursando as séries iniciais.

Relate suas dificuldades.

As atividades desenvolvidas nesta seção procuram mostrar uma forma de organizar a sua aula de ciências dentro da concepção de que os tais “conteúdos” de ciências que ensinamos não são apenas conteúdos escolares, mas devem fazer parte da nossa formação cultural, ou seja, conteúdos escolares devem ser entendidos como conteúdos culturais.

Quando estamos falando de corpo humano, devemos lembrar aos alunos que esse corpo é o mesmo deles e que, por sua vez, esse corpo recebe influências não só dos alimentos que ingerimos,

mas também das coisas que lemos, ouvimos, sentimos... E pensamos!!! E os nossos pensamentos e ações também interagem com o meio físico e social em que vivemos, também transformando-o. Olha aí a transformação outra vez!!

A organização da sua aula de ciências que vamos sugerir é baseada no modelo didático-pedagógico denominado “momentos pedagógicos” (DELIZOICOV, 1991) e se divide assim:

3.1 Primeiro momento: problematização inicial

São apresentadas atividades que envolvam questões problematizadoras relativas aos conceitos que serão abordados. A função deste momento é propiciar o reconhecimento mútuo, entre professor e aluno, das possibilidades de exploração dos assuntos relacionados com o tema que será estudado.

Este momento também pode servir para levantarmos as idéias próprias que as crianças têm sobre o tema. Estas “representações” nos poderão auxiliar a entendermos melhor o pensamento dos nossos alunos e a balizar os processos de ensino e aprendizagem. É importante que, neste primeiro momento, o professor mantenha uma postura de observador participativo, esquecendo um pouco de ensinar e apenas anotando todas as participações orais ou escritas (inclusive utilizando desenhos) dos seus alunos. Estas contribuições dos alunos também servirão para que o professor contextualize melhor os conceitos escolares a serem ensinados, com a realidade cultural do seu grupo.

Algumas sugestões: utilize histórias da literatura, músicas, dramatizações, vídeos, jornais, revistas, TV, etc. Dê preferência aos temas regionais e/ou comunitários.

Por exemplo:

Nesta seção, iniciamos com uma atividade que procura problematizar a utilização do conceito unificador: transformação, sem se preocupar em explicar o seu significado.

3.2 Segundo momento: organização do conhecimento

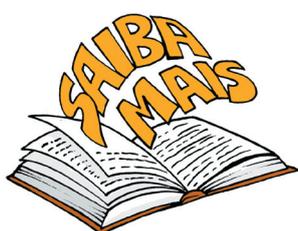
Neste momento, iremos realizar o estudo dos conceitos associados ao programa escolar que desejamos desenvolver, ou seja, estudar os conceitos, leis, teorias e modelos científicos envolvidos. As contribuições e representações dos alunos levantadas no primeiro momento serão agora sistematizadas e organizadas de acordo com o programa a ser desenvolvido.

Por exemplo:

Após a primeira atividade desta seção, partimos para explicar qual era o significado do conceito unificador transformação e sua relação com a abordagem de conteúdos culturais na escola. Note que a sistematização dos conceitos envolvidos utiliza a atividade anterior (problematização inicial), pois é dado um exemplo de “conteúdo” (corpo humano), anteriormente solicitado (Qual foi o último “conteúdo” de ciências que você abordou...).



Tente reelaborar uma aula de ciências que você tenha feito recentemente, utilizando os três momentos pedagógicos.



Existe um livro que aborda de forma bem didática a proposta desenvolvida nesta seção:

DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. Metodologia de ensino de ciências. São Paulo: Ed. Cortez, 1990.

3.3 Terceiro momento: aplicação do conhecimento

Agora é o momento de sistematizar os conhecimentos adquiridos desde a problematização inicial. Isso pode servir para que o aluno utilize os novos conhecimentos para solucionar novos problemas, percebendo o processo de construção que está associado aos processos de ensino e aprendizagem.

O professor também pode utilizar este momento como um “medidor” da reelaboração, por parte dos alunos, dos conceitos estudados anteriormente.

A avaliação castradora e coercitiva neste momento é totalmente contra-indicada, sob pena de perder todo o processo desenvolvido e afastar-se da concepção construtiva do mesmo.



A escolha do tema e clientela para o projeto ensino

Agora vamos iniciar a “construção” do seu projeto de ensino.

Lembre-se:

– Você pode agrupar-se com até 4 colegas.

– Não se preocupe agora com todas as partes do projeto.

Cada módulo propiciará a devida orientação para que você avance gradualmente.

Vamos agora escolher o tema do seu projeto. Faça individualmente e depois apresente aos seus colegas, para que possam chegar a um consenso sobre o tema coletivo (deve ser escolhido apenas um único tema e especificado o ciclo e período em que será desenvolvido).

Para realizar esta tarefa, utilize os Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais, Brasília, MEC/SEF, 1997. Em particular.

Para escolha do bloco temático, tema/“conteúdo”, ciclo e série, veja da página 65 à 76 e da página 126 à 128.

Sugestão:

Primeiro escolha o bloco temático, ciclo e período, e só depois escolha o tema/“conteúdo”.

Justificativa do tema

Agora você deve justificar a escolha do tema.

Para tanto:

Explique por que é importante ensinar o seu tema e contextualize com a clientela que você irá atingir.

Utilize as discussões feitas neste módulo (de todas as áreas).

Não é necessário especificar o “como” será feito o projeto, deixaremos isso para outro momento.

3.4 Considerações finais

Caro Professor(a),

Na verdade, todas as seções anteriores aplicaram os denominados momentos pedagógicos: começamos conversando e levantando suas concepções (problematização inicial), passamos depois a apresentação de aspectos históricos, epistemológicos e metodológicos do ensino de ciências (organização do conhecimento), fi-

nalmente solicitamos a sua aplicação do conhecimento (escolha e justificativa do tema).

A seguir faremos uma breve sinopse do nosso caminho.

Até breve e bom trabalho!!!

SINOPSE

- A estória do Joãozinho de Rio Branco.
- A estrutura do projeto de ensino.
- Levantamento das suas representações.
- A contribuição dos pensadores da antigüidade na construção do conhecimento científico.
- Conhecimento científico nos séculos XV, XVI e XVII.
- Nosso século: novas idéias sobre a atividade científica.
- A formação da nossa cultura científica: da colonização cultural ao estabelecimento da pesquisa científica em nosso país.
- A produção de alguns pesquisadores nacionais e a SBPC: ainda buscando uma política científica nacional.
- Abordagem temática e momentos pedagógicos: as transformações e a organização de uma aula de ciências.
- A escolha do tema/"conteúdo" e justificativa do projeto de ensino.

Referências

- ANDERY, M. A. et al. Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo; São Paulo: EDUC, 1996.
- ANGOTTI, A. P. Conceitos unificadores e ensino de física. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo, vol. 15, n. 1 a 4, 1993.
- AZEVEDO, F. A Cultura Brasileira. 6. ed. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ; Brasília: Ed. UNB, 1996.
- BACHELARD G. Epistemologia. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- BACHELARD, G. O Novo espírito Científico. Lisboa: Edições 70, 1986.
- BORGES, R. M. R. Em debate: cientificidade e educação em ciências. Porto Alegre: SE/CECECIRS, 1996.
- CANIATO, R. Com(ns) Ciência na Educação. Campinas, São Paulo: Papirus, 1987.
- CARNEIRO, M. H. da S. Projeto de ensino como trabalho final. In: Anais da IV Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Biologia, Física e Química, Uberlândia, UFU, 1998, pp. 233-236.
- CHALMERS, A. F. O que é ciência afinal? São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CUPANI, A. A crítica ao positivismo e o futuro da filosofia. Florianópolis: UFSC, 1985
- DAGOGNET, F. Bachelard. Lisboa: Edições 70, 1965.
- DELIZOICOV, D. Conhecimento, tensões e transições. Tese de Doutorado. São Paulo. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1991.
- FEYRABEND, P. Contra o Método. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.
- HANSON, N. R. Observação e interpretação. In: Morgenbesseer, S. (Org.). Filosofia da Ciência. São Paulo: Cultrix, 1975.
- HANSON, N. R. Patrones de Descobrimto. Observation e explanation. Madrid: Alianza, 1985.
- KUHN, T. S. Reflexões sobre meus críticos. In: Lakatos, I. (Org.). A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento. São Paulo: Cultrix, 1979.
- _____. A Estrutura das Revoluções Científicas. 2. ed, São Paulo: Perspectiva, 1978.
- _____. A função do dogma na investigação científica. In: Dedeus, J. D. (Org.). A Crítica da Ciência. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.
- Leite, L. B. (Org.) Piaget e a Escola de Genebra. São Paulo: Cortez, 1987.
- LOSEE, J. Introdução Histórica à Filosofia da Ciência. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979.
- POPPER, K. R. Em busca de um mundo melhor. Lisboa: Fragmentos, 1989.
- _____. Lógica das Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Universidade de Brasília, 1978.
- _____. A Ciência Normal e seus Perigos. In: LAKATOS, I. (Org.). A crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento. São Paulo: Cultrix, 1979.
- _____. A lógica da Pesquisa Científica. São Paulo: Cultrix/ EDUSP, 1975.
- _____. Autobiografia Intelectual. São Paulo: Cultrix, 1986.
- ZANETIC, J. Física também é cultura. São Paulo, Tese (Doutorado

em Educação). São Paulo: Universidade de São Paulo, 1989.
ZYLBERSZTAJN, A. Revoluções Científicas e Ciência Normal na sala de Aula. In: MOREIRA, M. A. e AXT, R. (Org.) Tópicos em Ensino de Ciências. Porto Alegre: SAGRA, 1991.

Bibliografia auxiliar

ALVES, R. Filosofia das Ciências. São Paulo: Cortez, 1991.
AZEVEDO, F. de. As ciências no Brasil. São Paulo: Melhoramentos, 1955.
BACHELARD, G. O novo espírito científico. Lisboa: Ed. 70, 1993.
_____. A filosofia do não. In: Os Pensadores. São Paulo: Abril Cultural, pp. 1-87, 1984.
_____. A formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto edições, 1996.
BERNAL, J. D. Ciência na História. Lisboa: Horizonte, 1978, 7 v.
CANIATO, R. Com(ns) Ciência na Educação. Campinas, São Paulo: Papirus, 1987.
_____. A Terra em que vivemos. Campinas, São Paulo: Papirus, 1984.
CARVALHO, A. M. P. de, GIL-PEREZ, D. Formação de professores de ciências. São Paulo: Ed. Cortez, 1993.
CHALMERS, A. F. O que é ciência afinal? São Paulo: Ed. Brasiliense, 1995.
DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Metodologia de ensino de ciências. São Paulo: Ed. Cortez, 1990.
FRACALANZA, H. O ensino de ciências no primeiro grau. São Paulo: Atual, 1986.
FRIZZO, M. N. O ensino de ciências nas séries iniciais. Ijuí: Ed. Ijuí, 1989.
FROTA-PESSOA, O. Como ensinar ciências. São Paulo: Ed. Nacional, 1995.
HENNIG, J. G. Metodologia do ensino de ciências. Porto Alegre: Ed. Mercado Aberto, 1986.
KNELLER, G. F. A ciência como atividade humana. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.
LÖWY, I. Ludwik Fleck e a presente História das Ciências. In: Manguinhos, I(1); pp.7-18, jul-out, 1994.
LOPES, A. R., MOREIRA, A. F. B., CHASSOT, A. (Org.). Ciência, Ética e cultura na educação, São Leopoldo, Rio Grande do Sul: Ed. Unisinos, 1998.
MEC. Diretoria de ensino industrial. 700 experiências; compiladas pela UNESCO. Brasília, MEC/DEI, 1965.
MORAES, R. Ciências para as séries iniciais. Porto Alegre: Sagra, 1995.
MORAES, R.; RAMOS, M. G. Construindo o conhecimento: uma abordagem para o ensino de ciências. Porto Alegre: Ed. Sagra, 1988.
MOREIRA, M. A.; AXT, R. Tópicos em ensino de ciências. Porto Alegre: Ed. Sagra, 1991.
MOREIRA, M. A.; LEVANDOWSKI, C. E. Diferentes abordagens ao ensino de laboratório. Porto Alegre: Ed. Universidade, 1983.
OLIVEIRA, D. L. (org.). Ciências na sala de aula. Porto Alegre: Ed. Mediação, 1997.
PIAGET, J.; GARCIA, R. Psicogênese e história das ciências. Lisboa:

Dom Quixote, 1987.

PIAGET, J.; INHELDER, B. O desenvolvimento das quantidades físicas na criança. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

PRETTO, N. de L. A ciência nos livros didáticos. Campinas, Bahia: Ed. Unicamp, 1985.

RONAN, C. História ilustrada da ciência. Rio de Janeiro: Zahar, 1987, 4 v.

SNYDERS, G. A Alegria na Escola. São Paulo: Manole, 1988.

WEISSMANN, H. (Org.). Didática das ciências naturais. Contribuições e reflexões. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

Periódicos:

Revista de Ensino de Ciências.

Enseñanza de las ciencias.

Presença pedagógica.

Caderno Catarinense de ensino de física.

Investigações em ensino de ciências. Disponível em: <www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>.

Revistas:

Ciência Hoje das Crianças. Disponível em: <www.ciencia.org.br>.

Internet:

<webofscience.fapesp.br/>

<www.bibvirt.futuro.usp.br/index.html>

<www.escolanet.com.br>

<sagres.mct.pucrs.br/>

<www.maloka.org>

<www.cciencia.ufrj.br>

<www.fiocruz.br>

<pub2.lncc.br:80/mast/>

<www.ct.ibict.br:82/ccn/owa/ccn_consulta>

<www.eciencia.usp.br>

<www.unesco.org.uy/red-pop>