

História e filosofia da ciência e implicações para o ensino

Mauro Alves da Costa

Florianópolis
2012

Mauro Alves da Costa

História e filosofia da ciência e implicações para o ensino

**Curso de
Especialização
em Ensino
de Ciências**



Florianópolis

2012

2ª edição

2010, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina / IF-SC.



Esta obra está licenciada nos termos da Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Compartilhalgal 4.0 Brasil, podendo a OBRA ser remixada, adaptada e servir para criação de obras derivadas, desde que com fins não comerciais, que seja atribuído crédito ao autor e que as obras derivadas sejam licenciadas sob a mesma licença.

C837h Costa, Mauro Alves da
História e filosofia da ciência e implicações para o ensino /
Mauro Alves da Costa. – Florianópolis : Publicações do IF-SC,
2010.

68 p. : il. ; 27,9 cm.

Inclui Bibliografia.

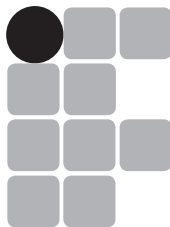
ISBN: 978-85-62798-31-3

1. Ciência – concepções. 2. Ensino de ciências – contribuições
das epistemologias. 3. Ciência – história e filosofia. I. Título.

CDD: 507

Sistema de Bibliotecas Integradas do IF-SC
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis
Catalogado por: Augiza Karla Boso CRB 14/1092
Rose Mari Lobo Goulart CRB 14/277

1ª reimpressão - 2011



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SANTA CATARINA**

Ficha técnica

Organização **Mauro Alves da Costa**

Comissão Editorial **Paulo Roberto Weigmann
Dalton Luiz Lemos II**

Coordenador do Curso de
Especialização em Ensino de Ciências **José Carlos Kahl**

Produção e Design Instrucional **Ana Paula Lückman**

Capa, Projeto Gráfico, Editoração Eletrônica **Lucio Santos Baggio
Beatriz Francalacci da Silva**

Revisão Gramatical **Maria Helena de Bem
Verônica Cúrcio**

Imagens **Stock.XCHNG e Wikimedia Commons**

Sumário

11 Apresentação

13 Ícones e legendas

15 **Unidade 1** Concepções de ciência

17 ■ 1.1 A concepção particular: a metáfora da maçã

18 ■ 1.2 A concepção de ciência na história

21 ■ 1.3 Ciência: a palavra

22 ■ 1.4 Ciência na sociedade

23 ■ 1.5 Ciência na escola

24 ■ 1.6 Ciência na comunidade científica

29 **Unidade 2** Contribuições das epistemologias ao Ensino de Ciências (I)

31 ■ 2.1 Karl Popper

38 ■ 2.2 Gaston Bachelard

43 ■ 2.3 Thomas Kuhn

49 **Unidade 3** Contribuições das epistemologias ao Ensino de Ciências (II)

51 ■ 3.1 Imre Lakatos

58 ■ 3.2 Paul Feyerabend

61 ■ 3.3 Edgar Morin

68 Considerações finais

70 Referências

72 Bibliografia consultada

73 Sobre o autor

Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendem que alguém não compreenda.

Gaston Bachelard (1996, p. 23)

Apresentação

O que foi dito não dissipa mas, ao contrário, revela o mistério da origem conjunta da desordem e da ordem. E coloca, sem poder resolver, o mistério do devir da ordem e da desordem.

Edgar Morin (2005, p. 106)

Caro (a) estudante,

Estudamos o mundo porque nossa natureza recebeu a capacidade de pensar. Se tivéssemos apenas os sentidos poderíamos, em muitos casos, nos assemelhar aos demais seres vivos. Com uma ampla desvantagem nossa em relação a eles. Todavia, eles perdem para nós diante da imensidão de possibilidades que nós temos para não só mexer no mundo, mas até significá-lo, compreendê-lo, explicá-lo, enfim, desvendar o seu mistério, a sua ordem, as suas leis. Na verdade, fazemos coisas boas com o mundo, nossa casa; mas também fazemos coisas ruins. Seja como for, a história da filosofia e da ciência nos ajuda a pensar e explicar o mundo.

Neste texto, você vai encontrar algumas concepções de ciência que circulam em espaços sociais e perceber, por exemplo, que a própria palavra *ciência* carrega consigo sentidos distintos. Além disso, você também vai aprender um pouco sobre o pensamento científico de alguns filósofos, como Karl Popper, Thomas Kuhn, Gaston Bachelard, Imre Lakatos, Paul Feyerabend e Edgar Morin. E, mais do que isso, você vai aprender alguns desses pensamentos no ensino, cuja ocorrência se dá tanto com o professor como com o aluno.

Para abordar a história e filosofia da ciência resolvi usar uma metáfora, construída com a experiência que tive com a maçã, no período de minha infância. Essa metáfora, a meu ver, pode despertar em você a sua experiência com o ensino da ciência e com o pensamento científico.

Desejo um bom estudo para você.

Um forte abraço,

Professor Mauro A. Costa

Ícones e legendas



Glossário

A presença deste ícone representa a explicação de um termo utilizado durante o texto da unidade.



Lembre-se

A presença deste ícone ao lado do texto indicará que naquele trecho demarcado deve ser enfatizada a compreensão do estudante.



Saiba mais

O professor colocará este item na coluna de indexação sempre que sugerir ao estudante um texto complementar ou acrescentar uma informação importante sobre o assunto que faz parte da unidade.



Para refletir

Quando o autor desejar que o estudante responda a um questionamento ou realize uma atividade de aproximação do contexto no qual vive ou participa.

Destaque paralelo

O texto apresentado neste tipo de box pode conter qualquer tipo de informação relevante e pode vir ou não acompanhado por um dos ícones ao lado.



Destaque de texto

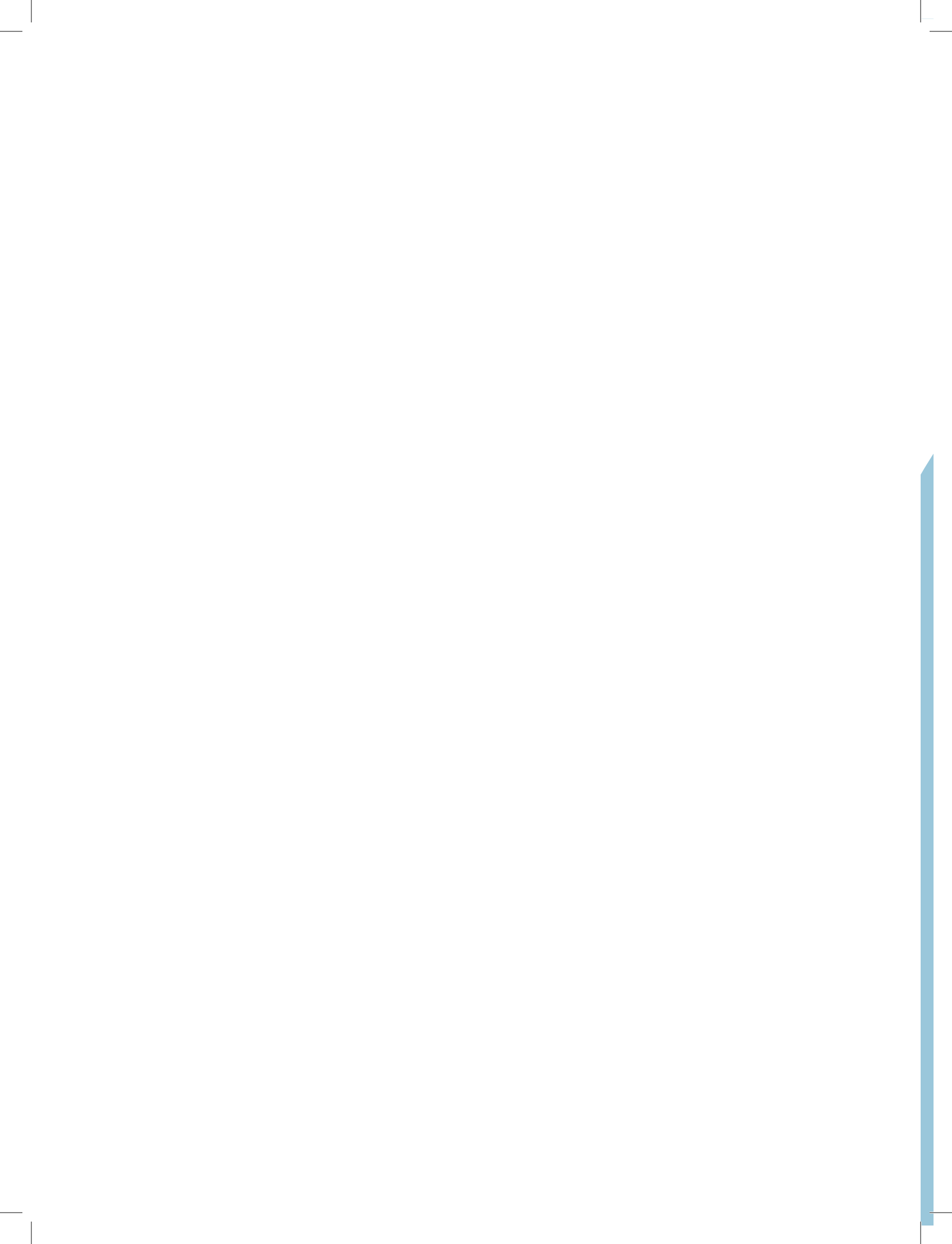
A presença do retângulo com fundo colorido indicará trechos importantes do texto, destacados para maior fixação do conteúdo.

Link de hipertexto

Se no texto da unidade aparecer uma palavra **grifada** em cor, acompanhada do ícone da seta, no espaço lateral da página, será apresentado um conteúdo específico relativo à expressão destacada.



Assim, desta forma, serão apresentados os conteúdos relacionados à palavra destacada.



Concepções de ciência

Unidade

Competências

Ao final do estudo desta unidade, você será capaz de compreender algumas concepções de ciência que circulam no contexto social, acadêmico ou escolar. Além disso, será capaz também de identificar algumas implicações no ensino dessas concepções de ciência.

1 Concepções de ciência

Por mais judiciosa que se apresente uma ideia, torna-se anda atroz se reina sem qualquer partilha. Seria perigoso que as ciências duras se impusessem somente pela própria maneira de pensar. Ou de viver.
Michel Serres (1993, p. 119).

Muitas são as concepções de ciência que podemos encontrar, tanto na literatura antiga como na literatura contemporânea. A história da ciência recebe muitas leituras, interpretações, versões. Estas concepções são ligas da arquitetura de escolas filosóficas que se desenvolvem desde a antiguidade clássica. Nesta unidade, pretendemos fazer dois recortes das concepções de ciência: um que se estabeleceu ao longo da história da ciência, ligado à escolas filosóficas, e outro identificado por meio de observações parciais da sociedade, da academia e da escola.

1.1 A concepção particular: a metáfora da maçã

Você já teve a experiência de descobrir que algo, como um objeto ou um fato, não era único, como você acreditava? Penso que você e eu já passamos por uma experiência desse tipo. Convido você a retomar comigo o exemplo da maçã para dialogarmos sobre isso. Lembro dos anos de minha infância, e de uma parte de minha adolescência, em que a maçã, raramente presente na mesa de nossa família, era única para todos. Ou seja, a concepção de maçã que eu cons-



truí era originada a partir da maçã que se apresentava em minha casa. Esta concepção eu acreditava que era também a de todas as outras pessoas, pois a maçã que chegava à mesa lá de casa era a mesma que todos conheciam. Não havia outras.

Depois de muitos anos, especialmente quando comecei a sair de casa para conhecer outros lugares, descobri que não existia apenas um tipo ou espécie de maçã. Minha concepção de maçã mudou, pois existiam **outras espécies dessa fruta**, com tamanhos, cores e gostos diferentes. Descobri que a maçã, tal como eu a concebia, não era a única; e a concepção que eu tinha dela também não era a de muitos outros. Você e eu podemos encontrar, seja num supermercado ou numa feira de alimentos, uma diversidade de maçãs e, conversando com algumas pessoas, ou lendo algum artigo sobre maçã, podemos identificar concepções diferenciadas da maçã.

E você, lembra alguma experiência na história de sua vida, semelhante à que eu tive?

Na história da ciência também encontramos não apenas uma concepção de ciência, mas muitas, que foram construídas ao longo dos séculos. É o que abordaremos a seguir.

1.2 A concepção de ciência na história

Os cientistas conhecem mal a formação de suas teorias e de seus conceitos. Porque aprendem uma ciência divorciada da história das ideias, da vida social, econômica e política.

Hilton Japiassú (1997, p. 25).

A concepção de ciência nem sempre foi **heterogênea**. Houve contextos em que à ciência era atribuída apenas uma concepção, e esta era apresentada para todos caracterizando-se, dessa forma, como concepção **homogênea**.

Do contexto da Antiguidade ao nosso contexto, a ciência teve uma diversidade de concepções. O que se entendia por ciência na Antiguidade e na Idade Média mudou. Descobriu-se que a ciência não é uma, ou algumas, mas muitas.

De acordo com a Associação Brasileira de Produtores de Maçã, há mais de 7 mil variedades dessa fruta. Santa Catarina é um dos principais produtores do Brasil, cultivando as variedades fuji, gala e gold.

Heterogêneo (no sentido que tomamos aqui, ou diferente da biologia) é algo que não se reduz a uma concepção (explicação, compreensão, interpretação) a respeito de um objeto de pesquisa científica, de mundo ou de ciência. A diversidade é sua característica fundamental.

Homogêneo é aquilo que se reduz a uma concepção a respeito de um objeto de pesquisa científica, de mundo ou de ciência. A unicidade é a sua característica fundamental.



Além disso, a história da ciência, como uma unidade curricular ou disciplina num curso superior (graduação ou pós-graduação), é diferente da história da ciência que tem seu nascimento referenciado na História Antiga, consensualmente na Grécia antiga, por volta do século V a.C. Nesse contexto, a ciência e a filosofia estavam unidas, e as interpretações que demarcavam essas formas de conhecimento do conhecimento mítico apresentavam como característica fundamental a observação da natureza, sem recorrer ao que era sobrenatural ou aos deuses.

A história da ciência como unidade curricular tem seu início na História Moderna. Entre os séculos XVI e XVII a história da ciência enfrentou uma polêmica sobre seus temas de estudo: enquanto alguns desejavam que nela fosse incluído o conhecimento clássico, desde **Tales de Mileto** até aquele período, outros desejavam que a História da Ciência iniciasse do zero (GOLDFARB, 2005). Entre os séculos XVIII e XIX esse debate finaliza e ela se estabelece como uma área do conhecimento. Do século XX até hoje, a História da Ciência inclui em suas discussões o compromisso com os rumos da história, da humanidade, das sociedades, enfim, a ciência se inclui nos problemas históricos, sociais, ambientais, entre outros.

Além dessa polêmica, também podemos identificar as grandes concepções de ciência nessa história. Marilena Chauí (1996) resume em três as principais concepções de ciência que se estabeleceram ao longo da história da filosofia da ciência: a racionalista, a empirista e a construtivista. Todas são constituídas de programas (teorias, paradigmas) que delineiam os trabalhos científicos.

A concepção **racionalista** (CHAUÍ, 1996, p. 252) tem seu alicerce construído na filosofia grega clássica e sua construção vigora até o século XVII. Nela, a ciência tem seus postulados edificados a partir da matemática. Isso conduz à conclusão de que a ciência postula o conhecimento verdadeiro e universal do objeto de pesquisa. Nessa concepção a ciência pode construir uma representação do objeto identitária, ou seja, a representação do real corresponde ao inteligível e vice-versa. A ciência tem seu alicerce na **dedução**:

As experiências científicas são realizadas apenas para verificar e confirmar as demonstrações teóricas e não para produzir o conhecimento do objeto, pois este é conhecido exclusivamente pelo pensamento.

O grego Tales de Mileto é considerado o primeiro filósofo ocidental. Viveu provavelmente entre os anos 624 e 558 antes de Cristo.

A **dedução** é a forma de raciocínio que vai do geral para o particular. É importante saber diferenciar esse termo da **indução**, que é a forma de raciocínio que segue o sentido oposto, do particular para o geral. A indução também pode ser entendida como a generalização que resulta da observação e de experimentos particulares.



O objeto científico é matemático, porque a realidade possui uma estrutura matemática, ou como disse Galileu 'o grande livro da natureza está escrito em caracteres matemáticos'.

Em outras palavras, a maçã que percebo pelos sentidos é a mesma que percebo pelo pensamento. A maçã real é a mesma da maçã ideal. Nessa concepção, é impossível ocorrerem divergências teóricas sobre o que é maçã.



“Lição de anatomia”, óleo sobre tela de 1632 do pintor holandês Rembrandt

A concepção **empirista** remonta à medicina grega e ao filósofo Aristóteles e tem seu auge no final do século XIX. Nessa concepção, a ciência é interpretação de fatos observados e de experimentos, dos quais, por meio de induções, chega-se a leis de funcionamento do objeto pesquisado. A maçã, nessa concepção, resulta da observação e de experiências que fazemos com ela. Nesse sentido, a ciência tem seu alicerce na **indução**.

A concepção **construtivista** é edificada no século XX e seu diferencial em relação às concepções racionalista e empirista são seus modelos explicativos para explicar e interpretar o objeto pesquisador. Você pode perceber que essa concepção utiliza tanto a dedução como a indução para construir

esses modelos, abstendo-se da representação “perfeita”, ou seja, tal como acredita a concepção racionalista.

Como o racionalista, o cientista construtivista exige que o método lhe permita e lhe garanta estabelecer axiomas, postulados, definições e deduções sobre o objeto científico. Como o empirista, exige que a experimentação guie e modifique axiomas, postulados, definições e demonstrações. (CHAUI, 1996, p. 253).

Outras concepções podem ser identificadas em alguns espaços, como o acadêmico e o escolar. Vou apresentar a seguir estas concepções e também uma breve abordagem do sentido da palavra *ciência*. Para isso, pretendo continuar usando a metáfora da maçã para nosso diálogo - mas você pode escolher alguma outra coisa que tenha significado na história de sua vida. Quero deixar claro para você que essas concepções não são as únicas, possivelmente encontramos outras na diversidade de literatura sobre esse assunto.

1.3 Ciência: a palavra

A palavra é entendida no contexto ou comunidade em que é pronunciada. Ela tem uma dimensão social e cultural marcada por um conjunto de ideias (BAKHTIN, 2002). Neste momento, você e eu estamos dialogando a respeito da ciência usando a metáfora da palavra maçã. Por estarmos numa comunidade específica, podemos nos entender. Muito provavelmente, se estivéssemos numa comunidade que ainda não conhecesse a palavra maçã, teríamos dificuldade para dialogar com as pessoas. Além disso, o objeto pode carregar consigo sentidos diversos; a maçã pode não ser um alimento que faça parte do cardápio dessa suposta comunidade. Enfim, a concepção de algo, em nosso exemplo, a maçã, revela os sentidos que lhe foram postos pela comunidade que fala sobre ele. No caso da ciência, é possível ouvir de alguém que a ela pode ser relacionado o seguinte: científico, cientificamente, cientista, cientificismo e outros (GOLDFARB, 2005).

Termo polissêmico é aquele que traz consigo uma diversidade de sentidos.



Ciência é uma palavra **polissêmica**. Neste livro vamos incluí-la no contexto da história da ciência e da filosofia, e isso, desde já, nos mostra a dependência semântica da palavra. Esta inclusão possibilita o diálogo e o entendimento da ciência.

1.4 Ciência na sociedade

Na sociedade, podemos identificar o uso indiscriminado de uma concepção de ciência, especialmente por meio da mídia televisiva. Você já assistiu a alguma reportagem na televisão em que o repórter tenha entrevistado tanto um cientista/pesquisador quanto pessoa não cientista? Vou tentar transcrever a seguir como ela costuma ocorrer.

Na fictício texto jornalístico abaixo, que seria a transcrição de trechos de uma reportagem de televisão, apresento um repórter no interior de uma cidade brasileira, entrevistando um agricultor que cultiva maçã.

Repórter – Estamos aqui com o “seu José”, que tem enfrentado muita dificuldade com a plantação de suas maçãs. O que está acontecendo com as suas maçãs?

“Seu José” - As maçãs estão murchando antes da época da colheita, eu não sei o que está acontecendo. Acho que é praga do vizinho, inveja ou algo parecido, pois fiz tudo direitinho. O que devo fazer?

No mesmo texto jornalístico hipotético, apresento outro repórter no interior de um laboratório de uma universidade, em uma metrópole brasileira.

Repórter – Estamos aqui com o pesquisador Ricardo Mauro, que estuda a cultura da maçã. Por que a maçã do “Seu José” está murchando? Ele acha que é praga do vizinho, inveja ou algo parecido. Mas qual a explicação?

Pesquisador – Certamente que não é nada do que o “Seu José” pensa. A explicação é outra. Para esse problema precisamos nos ater aos aspectos metodológicos do plantio. Temos presenciado uma mudança constante no clima, e isso pode ter afetado a cultura da maçã. Também temos que pensar se, de fato, o “Seu José” fez mesmo tudo “direitinho”, como ele afirmou. Outro fator diz respeito a surgimento de alguma praga, talvez não identificada por ele. Enfim, necessitamos de mais elementos informativos da plantação de maçã do “Seu José” para explicar esse fenômeno

Esse exemplo fictício poderia ter aparecido em qualquer telejornal brasileiro. Creio que é possível perceber o lugar em que cada um se encontra e, mais do que isso, a fala de cada um sobre o problema. Você consegue perceber que as falas das pessoas envolvidas são diferentes, assim como o conteúdo de cada uma delas. Além disso, a mídia vai buscar a explicação da ciência e do cientista/pesquisador e deixar de lado o “achismo” do “Seu José”.

Por meio desse exemplo, identificamos uma concepção de ciência através da qual pode haver a explicação ou a solução para o problema. E o cientista é o portador desse conhecimento, imagem disseminada na sociedade e reforçada pela mídia.

1.5 Ciência na escola

Outra concepção de ciência é aquela encontrada na escola, semelhante à que descrevemos acima. Tal concepção é a da ciência como um conhecimento restrito principalmente às seguintes áreas: biologia, química e física. Além disso, quando se fala em laboratório de ciências na escola, **podemos perceber um “consenso”** que se trata dessas ciências e não de outras, como a história, a sociologia e a geografia, para citar algumas.

Você concorda comigo quanto a esse consenso? Quero deixar aqui registrado, no entanto, que é possível encontrar uma ou outra exceção. Mas, como o nome diz, esses casos ainda são exceções.



Ainda me recordo de uma pesquisa que desenvolvi a respeito de ciência e cientista com alunos de graduação, no final da década de 1990 (COSTA, 2001). Perguntei aos acadêmicos o que eles entendiam por ciência e cientista. Nas respostas, pude perceber que eles se mostravam distantes de tudo que dizia respeito à ciência e ao cientista. Essas “coisas” não eram para eles; eram para aqueles sujeitos que viviam trancafiados em laboratórios, distantes do cotidiano da vida. Que tal se você fizesse uma pergunta aos seus alunos semelhante a essa que eu fiz?

1.6 Ciência na comunidade científica

A concepção de ciência na comunidade científica apresenta demarcações relacionadas à escola ou posição filosófica (ou programa de pesquisa) da própria comunidade. E é nesta parte que apresento para você as principais concepções, relacionando-as à escola filosófica que orienta a comunidade científica. Entre as muitas existentes destacarei as concepções de ciência do empirismo, do positivismo, do instrumentalismo e do pragmatismo. Fique atento, pois o empirismo será abordado a partir da explicação da filósofa brasileira Marilena Chauí.

A concepção de ciência do **empirismo** é aquela cuja explicação se fundamenta em dados da experiência observacional, postulando a neutralidade da explicação científica sobre o objeto estudado. Outra concepção de ciência é a do **positivismo**, cuja explicação se fundamenta em dados quantitativos, postulando também a neutralidade da explicação e insistindo na distância que o pesquisador deve ter do objeto estudado, o que se acostumou chamar de objetividade. Tanto em uma como em outra identificamos uma concepção de ciência que a evidencia como **detentora de um conhecimento que é incorruptível e a-histórico**.

Nessas concepções, encontramos uma ciência blindada para impedir qualquer tipo de mudança, seja em seu método seja em sua explicação, provocada pelas transformações do contexto histórico. É uma concepção que considera que a ciência, independente do tempo e de novas construções científicas, se mantém inabalável, com uma postura até mesmo dogmática. Essa postura também foi designada como **internalismo** (GOLDFARB, 2005), porque se ocupava

exclusivamente com as questões internas à ciência, pondo-se de costa para as questões sociais e históricas, próprias da postura do **externalismo**.

As explicações servem para todo tipo de problema, tanto do passado como do presente, e o método para solucioná-lo ou abordá-lo não muda, é universal. Os conhecimentos científicos progridem, acumulam-se, enfim, são lineares. Para exemplificar, imagine comigo o que foi dito sobre a maçã há 3 mil anos em alguma região do Oriente ou do Ocidente e, diante disso, compare com o que sabemos sobre essa maravilha da natureza. O que foi dito naquela época sobre a maçã deve se manter incorruptível diante das mudanças científico-tecnológicas do século XXI. O que pensaria e diria um cidadão do Egito antigo, desse período, ao se deparar com as dezenas de pesquisas científicas relacionadas à cultura da maçã, ou mesmo diante das milhares de espécies de maçãs descobertas pelo ser humano?

Você provavelmente ouviu ou leu alguma coisa sobre aquele pensador antigo chamado **Heráclito**. É dele o seguinte enunciado: “não se pode entrar duas vezes no mesmo rio”. Esse, e tantos outros contidos em sua obra, fundamenta seu pensamento de que tudo que se transforma. Ora, é interessante lembrar que, nesse período, os filósofos foram categorizados pelos estudiosos da filosofia da ciência como “filósofos da *physis*”, ou filósofos da natureza; eles falavam da natureza focando as perguntas e as respostas na própria natureza. Diante disso, a filosofia de Heráclito está focada naquilo que é natural. Podemos, então, entender o seguinte: tudo na natureza se transforma. Nesse sentido, a maçã, fruto natural, transforma-se. Ela é corruptível. Se assim é, o conhecimento construído a respeito da maçã pode mudar diante das mudanças de contexto.

Outras concepções identificadas na comunidade científica são a do **instrumentalismo** e do **pragmatismo**. A concepção de ciência do instrumentalismo é aquela cuja explicação científica se fundamenta no caráter previsível, postulando o compromisso do pesquisador com o futuro. É uma visão operacionalista nas ciências. Nessa concepção, identificamos uma ciência que existe para instrumentalizar o mundo, e o cientista/pesquisador se ocupa apenas do objeto de pesquisa que será usado na sociedade. A concepção de ciência do **pragmatismo** é aquela cuja explicação científica se fundamenta no caráter utilitarista, postulando o compromisso do pesquisador com a viabilidade prática.

Heráclito de Éfeso foi um filósofo pré-socrático que viveu provavelmente entre os anos 540 e 470 antes de Cristo. Na imagem ele é retratado no afresco “Escola de Atenas”, de Rafael (1510). Saiba mais sobre esse autor em <http://www.cfh.ufsc.br/~simposio/Megahistofilos/Prim-fil/0335y274.html#BM0335y280>. Acesso em: 7 out. 2010.



Entre os principais filósofos do pragmatismo incluem-se Charles S. Peirce (foto), William James, John Dewey e Ferdinand Schiller, até os contemporâneos como Lewis, Quine, Putnam, Davidson e Richard Rorty.

Essas duas concepções incluem a história em suas construções científicas, selecionando seus objetos de pesquisa a partir dos critérios de uso, e as questões de pesquisa costumam ser formuladas da seguinte maneira: para que serve esta pesquisa?

A essas quatro concepções se filiam os cientistas/pesquisadores para o desenvolvimento de pesquisas. Existe ainda uma visão equivocada, focada na ideia da **autoridade da ciência** e na atribuição a ela de um método infalível (CHALMERS, p.19). Nessa concepção, a ciência não erra porque seu método é a segurança da infalibilidade. Ela é a resposta para todas as perguntas que formulamos. Por causa de seu método, ela é a única forma de conhecimento que tem a autoridade superior às demais formas de conhecimento.

Paul Feyerabend vai questionar essa concepção, como você verá na unidade 3.



- Caderno de História e Filosofia da Ciência

<<http://www.cle.unicamp.br/cadernos/10-2.html>>

- História da ciência

<http://www.fortium.com.br/faculdefortium.com.br/valeria_lucia/material/6364.pdf>

- Filosofia e ciências da natureza: alguns elementos históricos

<<http://www.cfh.ufsc.br/~wfil/aires.htm>>

Aires Almeida

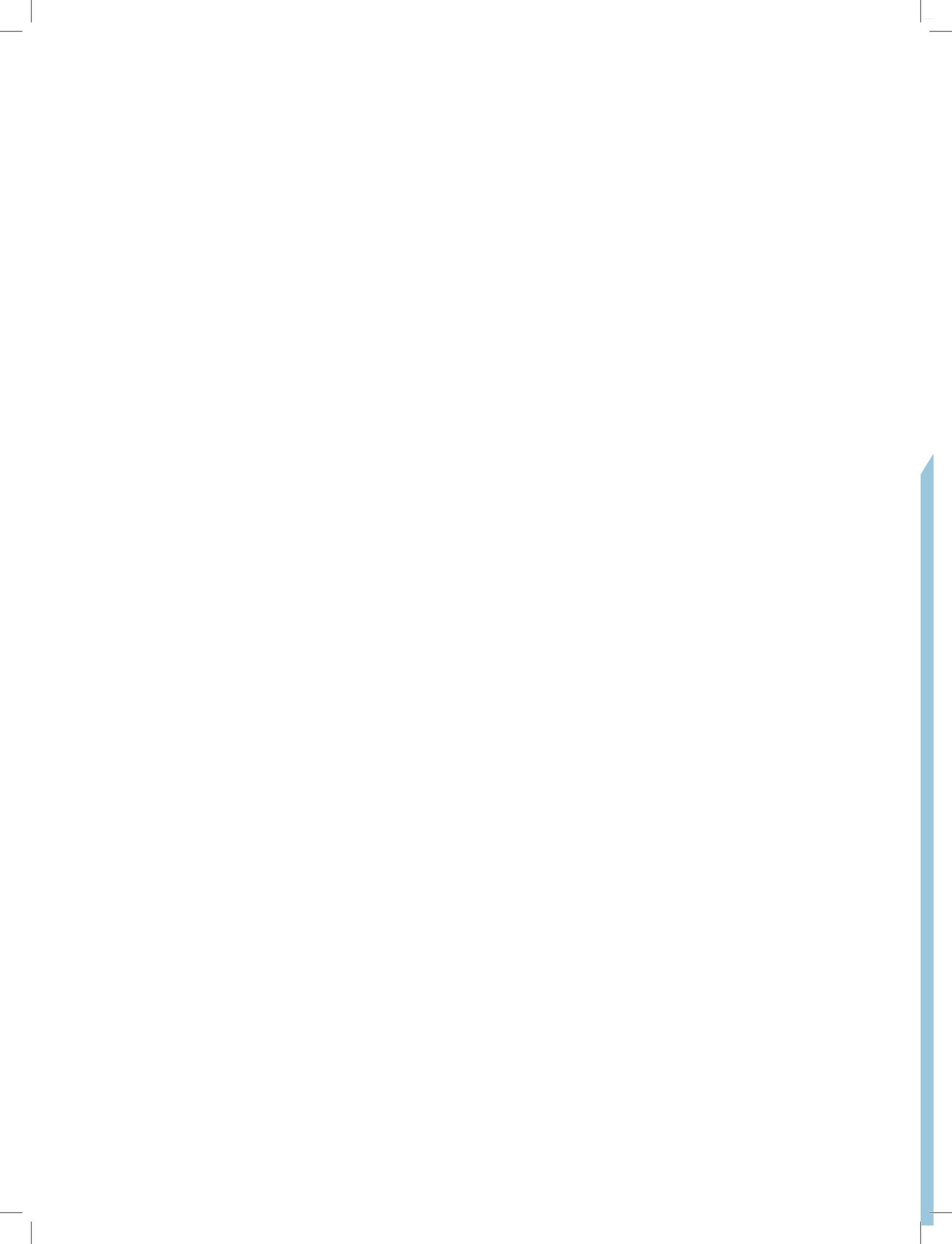
Síntese

Caro(a) estudante,

Nesta unidade você aprendeu que:

- Algumas concepções de ciência se estabeleceram ao longo da história, como a racionalista, a empirista e a construtivista;
- há algumas concepções de ciência que circulam nos contextos social, acadêmico e escolar, entre as quais aquela que põe em destaque a autoridade do cientista em detrimento de outras formas de conhecimento;
- essas concepções afetam o ensino de ciências reforçando equívocos, mas também possibilitando reflexões sobre mudanças possíveis nesse campo de trabalho.

Na unidade 2, vamos prosseguir nosso estudo com a abordagem das contribuições epistemológicas de Karl Popper, Gaston Bachelard e Thomas Kuhn, todos autores do século XX, para o Ensino de Ciências. Bom estudo!



Contribuições das epistemologias ao Ensino de Ciências (I)

Unidade

2

Competências

Ao final desta unidade, você será capaz de compreender conceitos básicos da filosofia da ciência: o falseacionismo de Karl Popper, o obstáculo epistemológico de Gaston Bachelard e o paradigma de Thomas Kuhn. Além disso, será capaz também de identificar algumas implicações dessas filosofias da ciência no ensino.

2 Contribuições das epistemologias ao Ensino de Ciências (I)

2.1 Karl Popper

Karl Popper foi um renomado pesquisador na área da filosofia da ciência. Entre suas relevantes contribuições para o pensamento científico, podemos destacar a sua teoria do conhecimento, a sua epistemologia, a sua abordagem sobre o problema cérebro-mente e as suas ideias político-sociais. Não tenho a intenção de dialogar com você sobre todos os temas estudados por Popper. Mas quero convidar você para dialogar sobre a crítica dele ao problema da indução, ou indutivismo, e também à teoria do falseacionismo.

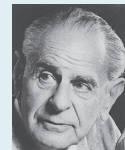
2.1.1 Crítica ao indutivismo

Vamos começar com a crítica ao indutivismo. Para isso, retomo a metáfora da maçã. Creio que ela ainda vai colaborar muito em nosso entendimento.

Como já mencionei, durante muitos anos eu acreditava que a maçã que eu via algumas vezes em minha casa era a mesma maçã que todos viam em suas casas. A maçã que eu observava, todos os outros também observavam. E concluía que todas as maçãs apresentavam características peculiares, entre as quais a predominância da cor vermelha.

A conclusão estava justificada pela experiência: todas as maçãs têm a cor vermelha predominante.

Contudo, se levarmos essa experiência pessoal, ou familiar, para dialogar sobre ciência, essa conclusão revelar-se-á inconsistente. Quem faria críticas à “teoria” que eu construí a partir da experiência com a maçã é Karl Popper. Para ele, essa forma de teorizar não serve para a ciência. Para



Karl Popper (1902-1994) nasceu na Áustria e emigrou para

outros países em 1935, para fugir do nazismo - primeiro para a Nova Zelândia e depois para a Inglaterra. Em 1949, radica-se na Inglaterra e cria, no *London School of Economics*, um grupo de pesquisadores da filosofia da ciência que se tornou um dos mais importantes do século XX. Também nessa instituição foi professor e recebeu o título de *sir*, mais nobre honraria concedida pela monarquia britânica aos súditos. Morreu no dia 17 de setembro de 1994, aos 99 anos.



O aristocrata inglês Bertrand Arthur William Russell (1872-

1970) foi filósofo da ciência, lógico e matemático inglês. É um dos principais autores da chamada Filosofia Analítica. Ganhou o prêmio Nobel de Literatura em 1950.

fundamentar suas críticas, Popper cita **Bertrand Russell** (1972) e sua discordância com o princípio da indução. Vou trazer aqui para o nosso diálogo essa discordância de Russell.

Faremos duas citações de Bertrand Russell: em uma ele descreve o pensamento indutivo e em outra revela o “perigo” de se orientar por essa forma de pensar.

Na primeira, o autor diz o seguinte:

Quanto maior for o número de casos nos quais determinada coisa da espécie A [maçã – acréscimo nosso] se associou a uma coisa da espécie B [cor vermelha - acréscimo nosso], (se não conhecemos nenhum caso em que haja faltado a associação) o mais provável será que A se achará sempre associado com B. (RUSSELL, 1972).

A conclusão a que cheguei, e aceitei, esteve justificada pela repetição da maçã com a cor, e as repetições da chegada dessa fruta à mesa lá de casa no período de minha infância. Bertrand Russell não concorda com esse tipo de raciocínio para aceitar ou confirmar uma teoria científica. Na concepção de ciência desse filósofo, uma teoria deve servir para prever fenômenos, explicá-los sem se ater às repetições de fatos ou dados. A repetição do fenômeno não é condição *sine qua non* para a ciência. Ou seja, Bertrand Russell não aceita a indução para a teoria científica.

Em outra citação de Bertrand Russell, parafraseada por Alan Chalmers (1993), ele mostra como pode ser perigoso o pensamento indutivo. Por isso, utiliza uma anedota para justificar sua negativa. Você já deve ter lido essa anedota em alguma ocasião, ou tê-la ouvido em alguma conferência ou evento científico. Ela tem sido chamada de “peru indutivista”.

Esse peru descobriu que, em sua primeira manhã na fazenda de perus, ele fora alimentado às 9h da manhã. Na segunda manhã, também às 9h e assim foi, sucessivamente, por toda a semana. Contudo, sendo um bom indutivista, ele não tirou conclusões apressadas. Esperou até recolher um grande número de verificações do fato que era alimentado às 9h da manhã, e fez

essas observações sob uma ampla variedade de circunstâncias. Observou as segundas e terças-feiras, aos sábados e domingos, em dias quentes e dias frios, em dias secos e em dias chuvosos. A cada dia acrescentava uma outra proposição à sua lista. Após um grande apanhado de observações, sua consciência de indutivista ficou satisfeita e o levou a concluir: “eu sou alimentado sempre às 9h da manhã”. Mas, no dia seguinte, como era véspera de Natal, ao invés de ele ser alimentado ele foi degolado. Logo, sua inferência indutiva com premissas verdadeiras o levava a uma conclusão falsa.

Coitado do “peru indutivista”: concluiu errado e se tornou refeição em ceia de Natal! Isso não aconteceu comigo: eu não morri por causa de minha conclusão sobre as maçãs. Creio que essa tragédia não aconteceu comigo em vista da capacidade de conhecer novos ambientes. Quando comecei a sair de casa, ou seja, estudar na escola, visitar os amigos em outros bairros, etc., mudei aos poucos a minha conclusão em vista de novas descobertas.

Uma dessas conclusões diz respeito à maçã. Em minha saída para o “mundo” encontrei novas maçãs, e com cores diferentes. Imagine você como não me senti quando me deparei com uma maçã verde. A nova experiência com a maçã verde não justificava mais aquela teoria que eu havia construído, segundo a qual todas as maçãs seriam vermelhas ou teriam predominância dessa cor. Descobri que havia também maçã com a cor verde predominante. E minha conclusão, ou “teoria”, caiu por terra.

Fiquei perturbado e curioso com essa descoberta. Com o tempo, descobri também que havia outras cores de maçã. Depois de percorridas algumas décadas depois daquele período, entendi que minha experiência, e a conclusão (“teoria”) resultante dela, é insuficiente para concluir que ela também é a de todos, mesmo que ela tenha ocorrido repetidas vezes.

Eis o que nosso filósofo da ciência Karl Popper (1985, p. 27-28) afirma:

Ora, está longe de ser óbvio de um ponto de vista lógico, haver justificativa no inferir enunciados universais de enunciados singulares, independentemente de quão numerosos sejam estes; com efeito, qualquer



conclusão colhida desse modo sempre pode revelar-se falsa; independentemente de quantos cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos.

Assim, Popper afirma que, para ser aceita, uma teoria científica necessita transcender o pensamento indutivo. Quando dialogo com meus alunos, tanto da graduação como da pós-graduação, a respeito de fenômenos científicos (naturais ou sociais) que não conseguimos observar/ver/entender e muito menos explicá-los, costumo usar nas aulas o seguinte enunciado: **não é porque eu não consigo ver algo que ele não existe.**

Esse “ver” que utilizo nesse enunciado é muito mais do que usar o sentido da visão natural, mas o contato com construções científicas, teorias ou explicações dessa natureza a respeito de algum problema, assunto, enfim, algo que eu ainda não consigo aceitar.

A “teoria” que construí sobre as maçãs não foi confirmada até o momento em que me deparei com algo “novo”. Esse novo, no entanto, se apresentava para mim e não para as outras pessoas que já sabiam que a maçã não tinha apenas a cor vermelha predominante e nem que havia apenas um tipo de maçã. Assim, o “novo” já existia para muitos e, dessa forma, já era “velho”, ou conhecido por muitos.

No caso de Karl Popper, a experiência com algo pode ser insuficiente para justificar a verdade de uma teoria científica, como ficou evidenciado na sua anedota indutivista. E como confirmar se uma teoria é ou não científica? De acordo com Karl Popper, isso ocorre quando ela pode ser falseada.

Você sabe o que é falsear uma teoria? Quem vai nos responder é o próprio Karl Popper.

2.1.2 O falseacionismo

Há algo ainda mais interessante na proposta desse filósofo da ciência: o falseacionismo.

Você estranhou esse nome? Eu também estranhei no início de meus

estudos com a filosofia da ciência. No entanto, depois de algumas leituras pessoais e diálogos com alguns colegas de pesquisa, entendi o nome e percebi que é, de fato, o mais apropriado para a teoria de Popper. Vale à pena estudar o falseacionismo. Acredito que você vai gostar.

Vamos retomar mais uma vez a metáfora da maçã para entender o falseacionismo de Karl Popper.

Quando observei, pela experiência, que a maçã que chegava à mesa lá de casa repetidas vezes era constituída da cor vermelha predominante, estabeleci que todas as maçãs eram também daquela forma. Assim, toda vez que a maçã chegava à mesa, eu já sabia previamente que ela teria a cor vermelha predominante. A minha “teoria” estava confirmada pela experiência.

Essa teoria, confirmada pela experiência, também fora desbancada com outra experiência. No momento em que encontrei outra maçã, agora de cor verde predominante, a minha “teoria” se mostrou errada. Ou, como afirma Popper, a teoria foi falseada.

Assim, para Karl Popper, uma teoria científica é constituída em sua natureza pela possibilidade de ser falseada, ou refutada, pois, de acordo com ele, é dessa forma que o conhecimento científico progride.

Uma teoria pode ser confirmada ou falseada por meio da experiência. A teoria é confirmada quando o(s) seu(s) enunciado(s) é (são) comprovado(s) pela experiência. A teoria é falseada quando uma (ou mais) experiência(s) não comprova(m) o(s) enunciado(s) da teoria. Assim, diz-se que ela é científica porque pode ser falseada, retirando dela, dessa forma, o caráter de definitivo ou absoluto da explicação científica.

2.1.3 Implicações no ensino

O indutivismo pode ocorrer no contexto do ensino muitas vezes e com muitos sujeitos. Vou apontar dois casos: um referente à prática do professor e outro referente ao conhecimento construído pelo aluno. Outros casos você mesmo poderá identificar no cotidiano de seu trabalho docente.

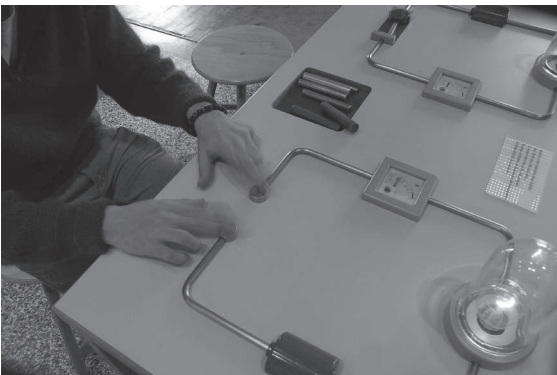
Gostaria de registrar que, a meu ver, tanto você como eu não estamos livres de cometer erros em nosso cotidiano de sala de aula. Não somos donos

da verdade e muito menos perfeitos na construção de nossos conhecimentos. Uma dimensão da humildade científica é aceitar que necessitamos aprender a cada momento em toda a nossa vida, seja ela profissional ou pessoal. Assim, quando tocarmos nos erros dos colegas, também estaremos, em contrapartida, tocando nos nossos.

Para identificar o indutivismo na prática docente do ensino de ciências, basta verificar as razões do estudo no laboratório de ciências da escola. Possivelmente, entre algumas das razões encontraremos atitudes relacionadas ao indutivismo. Alguns professores, ao conduzir os alunos ao laboratório de ciências, muitas vezes acreditam que, se o aluno realizar alguns experimentos, ele poderá descobrir como se constroem as leis científicas. Ou seja, o aluno observa os fatos e conclui de forma generalizada. A partir disso, ele poderá “caminhar” no estudo das ciências e, quiçá um dia, construir também alguma teoria científica. Essa prática docente revela certo equívoco de muitos professores.

As teorias científicas, o conhecimento científico, foram construídas com muito “sangue, suor e lágrimas” por pesquisadores que dedicaram anos de suas vidas ao estudo e, muitas vezes, na solidão, tendo apenas os livros como companheiros.

Mesmo que fosse possível a construção da teoria a partir dos fatos, é uma ingenuidade crer que o aluno pudesse reconstruir em curto espaço de tempo o conhecimento científico produzido em muitos anos ou até séculos. (SILVEIRA, 2004, p. 11).



Com práticas como as que foram apresentadas, os professores podem estar revelando que o conhecimento científico é construído apenas com a observação dos fatos. Eles cometem o equívoco de mostrar o experimento sem a teoria. E, dessa forma, mais uma vez, os alunos reforçam o conhecimento empírico, observacional, sem necessidade de estudar as teorias científicas (VANNUCCHI, 1996, p. 40).

O indutivismo também está presente no meio discente, especialmente na forma de raciocínio de muitos alunos. Você provavelmente já se deparou com aquele aluno que, por ter realizado algumas experiências particulares, muitas vezes pessoais, apresenta seu raciocínio de forma generalizada.

- “Professor, eu fiz algumas vezes a experiência e cheguei à conclusão de que todas as vezes que fizermos como eu fiz, chegaremos à mesma conclusão.”

Muitos alunos chegam à escola com esse entendimento do mundo, ou seja, um conhecimento empírico, observacional, “fundamentado” na experiência, enfim, acreditam que a “realidade” é que vale, ou seja, é ela que está certa. Ora, “independentemente de quantos cisnes brancos podemos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos. Outra razão contra a existência de uma lógica indutiva está em que um dado conjunto de fatos sempre é compatível com mais de uma lei”. (MOREIRA; OSTERMANN, 1993, p. 8).

Tal raciocínio pode se tornar um obstáculo para a construção do conhecimento científico. Nesse sentido, o professor necessita apresentar experimentos ou exemplos que contrapõem a conclusão do aluno que se fundamenta no raciocínio indutivista; lembre-se da experiência dramática do “peru indutivista”. Para desconstruir esse raciocínio você pode sugerir ao aluno a leitura desse texto para que ele se questione de suas conclusões indutivas.

Caro estudante, sugiro a leitura dos seguintes textos para que você aprofunde os temas que estamos abordando nesta unidade:

- POPPER, Karl. *A sociedade aberta e seus inimigos*. (1. tomo) São Paulo: EDUSP, 1987b.
- _____. *A sociedade aberta e seus inimigos*. (2. tomo) São Paulo: EDUSP, 1987c.
- _____. *Universo aberto*. Lisboa, D. Quixote: 1988.
- _____. *Em busca de um mundo melhor*. Lisboa: Fragmentos, 1989a.
- _____. *A teoria dos quanta e o cisma na física*. Lisboa: D. Quixote, 1989b.



Link interessante:

■ **Hilton Japiassú:**

<http://www.lia.ufc.br/~rudini/ufla/filos/popper.htm>

Além de questões relacionadas diretamente à ciência, Bachelard escreveu também sobre poética. Sua clássica obra *A Formação do Espírito Científico* tem sido lida e referenciada por uma infinidade de autores, pesquisadores, professores e acadêmicos. As explicações de Bachelard contribuem não só para as questões internas da filosofia da ciência, mas também para o ensino de ciências. Além dessa obra, podemos citar também *O Novo Espírito Científico* (1934), *A Filosofia do Não* (1940), *Psicanálise do fogo* (1938), *A Água e os Sonhos* (1942), *O Ar e os Sonhos* (1943), *A Terra e os Devaneios da Vontade* (1948), *O Materialismo Racional* (1953), *A Poética do Espaço* (1957), *A Poética dos Devaneios* (1960) e outros textos.

2.2 Gaston Bachelard

Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. E justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.

Gaston Bachelard (1996, p. 18)

Gaston Bachelard (1884-1962) é um filósofo da ciência profundamente reconhecido pela comunidade científica. Entre os temas de suas discussões, vamos selecionar dois para o nosso diálogo. São eles: a experiência primeira e a generalização. Os dois são explicados por Gaston Bachelard como integrantes do conjunto de obstáculos epistemológicos ao conhecimento científico.

2.2.1 O obstáculo da experiência primeira

Vamos retomar mais uma vez a maçã para abordar os dois temas selecionados para o nosso diálogo. Creio que essa metáfora ainda pode colaborar para entendermos a filosofia da ciência bachelardiana.

Depois de algumas décadas, desde a minha infância e da experiência com a maçã, eu olho para a “primeira impressão” que fiz dela e também analiso aquela “teoria” que construí. Você já fez essa experiência de olhar para algumas experiências do passado e, aportado nos conhecimentos construídos por você no presente, identificar como nossos conhecimentos mudam? Olhar para essa mudança é uma capacidade. Eu diria que é mesmo um privilégio que você e eu como seres humanos temos; analisar o tempo

passado, identificar o que pensamos, dizemos, concluímos e, no presente, mudar ou não mudar o que desejamos. A palavra adequada seria desconstruir o que foi construído de forma inadequada, em contextos passados e em circunstâncias peculiares.

Já faz algum tempo que mudei a minha “teoria” da maçã, como aludi anteriormente. Você talvez esteja se perguntando o que isso tem a ver com a filosofia da ciência de Gaston Bachelard. Vamos então responder essa possível dúvida.

Gaston Bachelard aborda em sua filosofia da ciência os obstáculos epistemológicos. São eles: primeira experiência, conhecimento geral ou generalização prematura, conhecimento unitário e pragmático, “esponja” ou obstáculo verbal, obstáculo substancialista, realismo, animismo, o mito da digestão, a libido e o conhecimento quantitativo. Como dito para o nosso diálogo, abordaremos dois, cuja explicação bachelardiana tem relação com a “teoria” da maçã.

O primeiro é o obstáculo da “primeira experiência”. Segundo o filósofo da ciência, na primeira experiência que estabelecemos com algum objeto construímos um tipo de conhecimento. É o primeiro conhecimento. Esse conhecimento construído a partir dessa experiência inicial mostra-se fortemente arraigado de subjetivismo e também condicionado às condições do sujeito envolvido. É ainda um conhecimento com característica de opinião, ou seja, é um ponto de vista resultante apenas de impressões oriundas dos sentidos de alguém. Da experiência com a maçã foi construído um conhecimento.

A “primeira experiência” é um conhecimento considerado por Gaston Bachelard como um obstáculo ao conhecimento científico. Tal obstáculo necessita ser desconstruído para que se possa construir o conhecimento científico do objeto daquela primeira experiência. E, de acordo com esse filósofo da ciência, apenas por meio da superação dos obstáculos epistemológicos é que se constrói a ciência e o “espírito científico”.

Na formação do espírito científico, o primeiro obstáculo é a experiência primeira, a experiência colocada antes e acima da crítica — crítica esta que é, necessariamente, elemento integrante do espírito científico. Já que a crítica não pôde intervir de modo explícito, a experiência primeira não constitui, de forma alguma, uma base segura. (BACHELARD, 1996, p. 29).

Contudo, a experiência primeira muitas vezes é a característica do conhecimento do aluno quando ele inicia seu estudo com as ciências. E é nesse momento, com paciência, criatividade e de forma didática, que o professor necessita desconstruir esse conhecimento, pois tal conhecimento, atitude, enfim, essa “teoria” sobre algo, pode estar petrificada e vai exigir tecer criatividades para essa empreitada.

2.2.2 O obstáculo da generalização

Outro obstáculo semelhante, que pode ter a experiência primeira como sua fonte, é o da “generalização”. De acordo com Gaston Bachelard, a generalização é o ato de, a partir de uma experiência com o objeto, aplicar o conhecimento ali construído para todos os outros – universalizar o singular.

A desconstrução daquele primeiro conhecimento sobre a maçã ocorreu a partir do momento em que fiz a experiência com as outras maçãs e, mais adiante, com a relação que também fiz com os conhecimentos escolares, os acadêmicos e outros conhecimentos entendidos como científicos.

O conhecimento a que falta precisão, ou melhor, o conhecimento que não é apresentado junto com as condições de sua determinação precisa, não é conhecimento científico. O conhecimento geral é quase fatalmente conhecimento vago. (BACHELARD, 1996, p. 90).

Dessa forma, construí conhecimento com a vida dentro e fora do ambiente acadêmico. O conhecimento da experiência primeira sobre aquela maçã de minha infância foi desconstruído; e isso não se reduz apenas à diversidade de tipo e cores das maçãs, mas também aos seus benefícios para a nossa saúde, como a prevenção contra o câncer de pulmão, da mama, da próstata, de doenças cardiovasculares, de asma, dentre tantos outros.



PELTIER, Márcia. **Maçã**: saiba quais os benefícios desta fruta do pecado. Site Médico, 2010. Disponível em: <<http://www.sitemedico.com.br/sm/materias/index.php?mat=743>>. Acesso em: 5 set. 2012.

2.2.3 Implicações no ensino

Muitas são as implicações da experiência primeira e da generalização no ensino. Também vamos destacar aqui uma experiência sob o aspecto docente, e outra sob o aspecto discente. Você pode consultar outras leituras de pesquisas acadêmicas que abordaram essas implicações no ensino. No final desta unidade eu sugiro algumas dessas leituras.

Você já se deparou com esses obstáculos epistemológicos no ensino? Eu já, e desconfio que você também. Não foram poucas as vezes que “debateamos” em sala de aula com as “experiências primeiras” dos alunos. Você provavelmente enfrentou aqueles argumentos dos alunos arraigados em suas experiências particulares que, segundo eles, são suficientes para justificar as teorias ou o conhecimento construído, parco de fundamento científico.

Mas essa experiência primeira é insuficiente para a construção do conhecimento científico. É necessária a teoria e os instrumentos que foram construídos a partir delas. Tal insistência do sujeito nos lembra a crítica que Francis Bacon (1973, p. 9) fez acerca do sujeito que constrói o conhecimento científico. Na citação abaixo, podemos identificar esse sujeito como a “aranha” no dizer de Bacon.

*Os que se dedicaram às ciências foram ou empíricos ou dogmáticos. Os empíricos, à maneira das formigas, acumulam e usam as provisões; os racionalistas, **à maneira das aranhas, de si mesmo extraem o que lhes serve para a teia.** A abelha representa a posição intermediária: recolhe a matéria prima das flores dos jardim e do campo e com seus próprios recursos a transforma e digere. [Grifo nosso]*

A experiência primeira é insuficiente para a construção de teorias científicas ou base para fundamentar um argumento que se deseja científico. É necessário fazer uso das teorias científicas, do conhecimento historicamente construído, para explicar os fenômenos, seja no laboratório, no meio ambiente ou na sociedade. Entendemos melhor a experiência quando nos aportamos em teorias (VANNUCCHI, 1996, p. 82).

Você e eu encontramos a generalização também na prática do professor. Talvez até pelo hábito ou pela armadilha da rotina escolar. Muitas

vezes a generalização se apresenta “tão clara” que não nos entusiasmos em realizar um estudo mais aprofundado da lei ou da conclusão a que se mostra para nós. Sejamos sinceros: você e eu já não caímos nessa armadilha de aceitar a generalização sem levantar ao menos um questionamento às hipóteses em cujo fundamento elas se assentam? Eu já, especialmente no início de minha carreira no magistério. Aceitei a generalização e encaminhei a aula, talvez com preguiça de aprofundar os estudos com os alunos. A obra do conhecimento foi embargada. E essa situação se torna grave quando os alunos nos seguem, ou acatam nosso raciocínio sem questionar.

Por exemplo, a respiração, que os alunos pensam que é uma troca gasosa que se limita ao nível dos pulmões, ou então as plantas, que recebem os “alimentos” já prontos pelas raízes. Estas ideias gerais se tornam certezas, que imobilizam a razão, privando-os de uma motivação real para se questionarem sobre os aspectos particulares dos mesmos fenômenos. (ANDRADE; ZYLBERSZTAJN; FERRARI, 2004, p. 4).

Nós, professores, devemos fazer o *mea culpa* e, diante do silêncio dos alunos durante nossa explicação, instigar a consciência deles com perguntas que mexam com a construção de conhecimento que fizeram de forma generalizada. Dessa forma, é possível iniciar a desconstrução da generalização do conhecimento e superar esse obstáculo epistemológico, como entende Gaston Bachelard. Em seguida, com ou sem experimentos, propor uma nova construção, agora sim, científica – como defende esse filósofo da ciência.



Recomendo, caro estudante, que você leia o artigo “As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard”, de Beatrice Andrade, Arden Zylbersztajn e Nadir Ferrari, publicado na revista Ensaio – Pesquisa em Educação de Ciências (volume 2, número 2, dezembro 2002). Disponível em: < http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v2_2/beatrice.pdf >

2.3 Thomas Kuhn

Thomas Kuhn (1922-1996), norte-americano, físico, historiador e filósofo, é o pesquisador da ciência que criou o conceito de paradigma para descrever como ocorrem as revoluções científicas. Em sua obra principal, "A estrutura das revoluções científicas", publicada em 1962, defende que essas revoluções ocorrem de forma sucessiva e não linear e evolutiva. Para tanto, ele mostra que essas revoluções passam por três estágios: o pré-paradigmático, o paradigmático e o da crise.

O estágio pré-paradigmático, também chamado por ele de estágio da "ciência imatura" (KUHN, 1996, p. 23), ocorre quando se identificam competições entre as concepções de ciência, delineando a ausência de uma unicidade, ou de uma concepção consensual. O estágio paradigmático, ou da ciência normal, revela um aparente fim das divergências, originado por uma síntese de um indivíduo ou grupo. Outros cientistas passam a acreditar nessa síntese ou, como define esse filósofo da ciência, convertem-se ao novo paradigma. Finalmente, o estágio da crise se caracteriza pelas dificuldades que a ciência normal, ou o paradigma vigente, encontra para responder aos novos problemas empíricos que aparecem. Os cientistas percebem que não conseguem obter respostas com o paradigma e, dessa forma, fica estabelecida a crise paradigmática na comunidade científica. E é nesse período que também se configura a revolução científica.

Dentre os conceitos fundamentais da filosofia da ciência de Thomas Kuhn podemos citar o de **paradigma**, o de **ciência normal**, o de **comunidade científica**, o de **anomalia** e o de **revolução**. Para o nosso diálogo, vou me deter no conceito de **paradigma**, pois ele é a pedra fundamental na arquitetura da filosofia da ciência desse teórico.

2.3.1 Paradigma

De acordo com Thomas Kuhn, a ciência progride na história por meio de revoluções. Tais revoluções ocorrem porque mudam os paradigmas. E o que é paradigma?

Convido você para voltarmos à metáfora da maçã.

Depois que concluí que a cor vermelha era predominante na maçã, também elaborei um conhecimento habitual de maçã. Nesse conhecimento,



Thomas Kuhn formou-se em Física pela Universidade de Harvard, em 1943, e nos anos seguintes tornou-se mestre e doutor pela mesma instituição, também na área de Física. Atuou como docente em áreas ligadas às ciências humanas, com destaque para cadeiras de Filosofia e História da Ciência na Universidade de Princeton. Em 1971 ingressou no Massachusetts Institute of Technology, onde permaneceu até o fim de sua carreira acadêmica.

ela tinha a forma arredondada, que podia caber na palma da mão, um peso que se podia sustentar com as mãos, cheiro e gosto característico ou peculiar que a diferenciava de outras frutas que chegavam à mesa lá de casa naquela época (como a laranja), além de ser gostosa e desejada por muitos, enfim, elementos que resultaram numa “forma” de explicar o que é maçã.

Você está atento? Percebeu que, da observação dos fatos, construí uma “teoria” que possibilitava saber informações sobre a maçã? Aliás, penso até que não fui o único que conseguiu essa façanha; muitos da minha família, como minhas irmãs e irmãos, talvez tenham também conseguido. Afinal, convivíamos na mesma casa e todos se deparavam com a maçã. Assim, construímos uma “teoria sobre a maçã” e tudo o que relacionava com ela.

Na verdade, esse “tudo” foi construído a partir dos limites, ou limitações, que eu e minha família tínhamos para falar da maçã. Essas limitações seriam, por exemplo, a renda da família, o acesso às leituras especializadas, a meios televisivos, a pessoas com mais informações e grau de formação superior ao de minha família, enfim, elementos que muito provavelmente teriam possibilitado uma “teoria” diferente daquela.

Algo semelhante acontece no momento de crise paradigmática. De acordo com Thomas Kuhn (1996, p. 23), “as teorias científicas mais recentes são melhores que as mais antigas, no que toca à resolução de quebra-cabeças nos contextos frequentemente diferentes aos quais são aplicadas”. De forma analógica, as condições em que eu me encontrava, ou seja, há trinta anos, pude construir uma “teoria”, a qual se tornou obsoleta em relação à teoria do presente.

Contudo, na perspectiva de Thomas Kuhn, eu (e minha família!) construí um paradigma de maçã. Para esse filósofo da ciência, o paradigma é uma ou mais teorias às quais alguém adere para entender um fato, objeto, fenômeno do mundo.

Veja a definição de Thomas Kuhn (1996, p. 13):

Considero paradigmas as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência.

O paradigma de maçã que eu e minha família construímos serviu para entender o que é essa fruta e como diferenciá-la de outras. Serviu por certo período, não sei exatamente quanto tempo; eu acreditava, inclusive, que esse entendimento também era compartilhado “universalmente”. Porém, não foi bem assim.

2.3.2 A crise do paradigma

Ainda me lembro do momento (não da data!) em que encontrei outros tipos de maçã, como disse anteriormente para você. Creio que não apenas eu entrei em “crise”, mas também os outros de minha família entraram. O fato é que aquela “teoria sobre maçã” não estava mais dando certo. Os fatos novos, ou seja, as novas maçãs apareceram e puseram em crise o conhecimento que construí sobre essa fruta.

Na filosofia da ciência de Thomas Kuhn, isso é chamado de *anomalia*. Isso ocorre quando repetidas vezes os fatos não encontram resposta no paradigma inicial e, nesse momento, a ciência normal ingressa numa crise de paradigma. Instaure-se nesse momento o processo da revolução científica. Os cientistas procuram responder aos desafios dos fatos novos e, quando conseguem isso de forma convincente, ocorre a mudança de paradigma.

Thomas Kuhn (1996) apresenta três momentos na história da ciência de mudança de paradigma:

- Primeiro momento: fim do século XVI, com o fracasso do paradigma geocêntrico (ptolomaico) e emergência do paradigma heliocêntrico (copernicano).
- Segundo momento: fim do século XVIII, com a substituição do paradigma flogístico (Teoria do Flogisto) pelo paradigma de Lavoisier (teoria sobre a combustão do oxigênio).
- Terceiro momento: início do século XX, com o fracasso do paradigma newtoniano (mecânica clássica) e surgimento do paradigma relativístico (Teoria da Relatividade).

Voltando à minha maçã, eu tive que buscar uma nova “teoria sobre a maçã” cujo conteúdo considerasse que essa fruta não tem apenas uma espécie e nem apenas a cor vermelha predominante em todas as espécies,

Você já enfrentou alguma “revolução” em sua forma de entender o mundo?



nem sempre é desejada por muitos, etc. Ou seja, **foi elaborado um novo paradigma**, substituindo o anterior. Imagine esse processo e mudança ocorrendo com outras pessoas e famílias, quiçá com outras frutas ou objetos.

Na história da ciência isso ocorre de forma semelhante. A ciência muda sucessivamente de paradigma, evidenciando uma revolução, a *revolução científica* preconizada por Thomas Kuhn.

2.3.3 Implicações no ensino

É possível encontrar uma diversidade de exemplos da implicação do conceito de paradigma de Thomas Kuhn no ensino. No final desta unidade, sugiro alguns textos onde você pode encontrar esses exemplos e leituras complementares. Por ora, no entanto, vou abordar uma postura que nos remete a discussões que esse filósofo da ciência aborda na obra “A estrutura das revoluções científicas”. Uma relacionada a nós, professores, e outra relacionada aos alunos.

Você certamente já ouviu algumas das desculpas que cito abaixo por parte de alguns de nossos colegas professores quando desejamos fazer algo diferente no ensino, seja no laboratório da escola ou na sala de aula:

Por que fazer dessa forma?

Não inventa, vamos fazer do mesmo jeito porque sempre deu algum resultado.

Olha, os alunos só vêm ao laboratório por curiosidade, vamos deixar assim e pronto.

Deixa eles realizarem o experimento, a gente já sabe o resultado mesmo...

Como é que eles ainda não aprendem? A gente já faz isso, dessa forma, há décadas...

Você ainda pode acrescentar a esses exemplos outras “desculpas” que tenha ouvido em seu ambiente escolar. Elas nos mostram que alguns paradigmas na prática do ensino ainda persistem, muito embora você e eu encontremos outros colegas fazendo “diferente” e lançando mudanças no ensino de ciências, ou seja, “quebrando” paradigmas ultrapassados. À postura escondida naquelas falas dos exemplos eu dou o nome de “cristalização de paradigma”, pois ela impede que se pense diferente diante dos novos desafios para o ensino de ciências.

Você e eu já descobrimos muitos desafios para o ensino de ciências nas escolas. A teoria sem experimento perde a “graça”, ou seja, não desperta para o mundo das ciências e das explicações científicas. O experimento sem teoria é permitir a queda para o empirismo vazio, carregado de conhecimento vulgar ou senso comum que, como vimos, se torna um obstáculo ao conhecimento científico. Sabemos que é necessário mudar, entusiasmo pode ser o que falta para iniciar essa mudança.

Para que você se aprofunde um pouco mais no pensamento de Thomas Kuhn, sugiro a leitura dos seguintes artigos:

- Notas sobre *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de Silvio Seno Chibeni
<http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/structure-notas.htm>
- *Crises e revoluções: a revolução copernicana segundo Thomas Kuhn*, de Marcelo Moschetti
<http://www.unicentro.br/editora/revistas/analecta/v5n1/crises%20e%20revolu%E7%F5es.pdf>



Síntese

Caro(a) estudante,

Na unidade 2, você aprendeu que:

- Karl Popper critica o uso do indutivismo na pesquisa científica e apresenta a sua teoria do falseacionismo para a aceitação de uma teoria científica.
- Gaston Bachelard pontua os obstáculos para a construção do conhecimento científico – obstáculos epistemológicos. Entre todos, você aprendeu nesta unidade o obstáculo da “experiência primeira” e o obstáculo da “generalização”.
- Thomas Kuhn cunhou o conceito de paradigma e mostrou que as revoluções científicas acontecem por meio das mudanças de paradigma na história da ciência.

Você teve a possibilidade de aprender também algumas implicações no ensino dessas filosofias da ciência, especialmente ao uso do indutivismo pelos alunos e professores na abordagem das teorias científicas, por ocasião de estudos no laboratório de ciências da escola.

Na unidade 3, daremos prosseguimento ao nosso estudo com a análise de contribuições de outros dois importantes autores da filosofia da ciência: Imre Lakatos e Paul Feyerabend. Vamos em frente!

Contribuições das epistemologias ao Ensino de Ciências (II)

Unidade



Competências

Ao final desta unidade, você será capaz compreender conceitos básicos da filosofia da ciência de Imre Lakatos, como o de programa de pesquisa - e os relacionados a este: núcleo firme e cinturão de proteção. Vai compreender também aspectos centrais da filosofia da ciência de Paul Feyerabend, como seus argumentos contra a primazia do método na construção do conhecimento científico. Será capaz ainda de identificar algumas implicações dessas filosofias da ciência no ensino.

3 Contribuições das epistemologias ao Ensino de Ciências (II)

3.1 Imre Lakatos

Las reconstrucciones racionales quedam siempre sumergidas em um oceano de anomalias. Estas anomalias tendrán que ser eventualmente explicadas, ya sea por alguna reconstrucción racional mejor o por alguna teoría empírica externa (LAKATOS, 1974, p. 65).

O filósofo da ciência húngaro Imre Lakatos (1922-1974) é um dos mais importantes do século XX. Estudou matemática, física e filosofia. Seu trabalho estava em ritmo acelerado quando faleceu, aos 52 anos de idade.

O tema dos programas de pesquisa tem contribuído para evidenciar os debates na filosofia da ciência contemporânea, especialmente com os conceitos construídos por Imre Lakatos, como programa de pesquisa e cinturão de proteção. Vale à pena detalhar um pouco esses conceitos. Na obra “Metodologia dos programas de pesquisa científica”, Imre Lakatos trouxe à mesa uma explicação sobre a metodologia dos programas de pesquisa científica rivais.

3.1.1 O programa de pesquisa

Vamos ver se a metáfora da maçã pode nos ajudar a entender a filosofia da ciência de Imre Lakatos. Imagine você que eu e minha família formamos um grupo que elaborou a teoria de que a maçã é como nós a experienciamos; mas também existe outra família que acredita que a maçã não é como a minha família acredita ser; e que também existe outra família que pensa de forma diferente. Talvez até a sua família pense diferente. Vamos organizar essa suposição da seguinte forma: B diferente de A; C diferente de



Imre Lakatos

B; C diferente de D; e assim sucessivamente. O que você acredita que vai acontecer entre as famílias? Uma competição!

Enquanto cada família ficar no “seu” espaço (epistemológico) ou programa (conjunto de conhecimentos aceito e compartilhado) provavelmente não evidenciará o conflito entre as demais; mas, no momento em que elas reivindicam o reconhecimento de que a verdade sobre a maçã está consigo, ficam estabelecidos a competição e o conflito teórico entre as famílias. Qual vai ganhar esta competição? Qual delas vai apresentar a melhor resposta, ou seja, qual *programa* vai ser mais convincente?

De acordo com Imre Lakatos (1974, p. 25), um programa de pesquisa pode superar o outro e se estabelecer como o mais convincente.

Según mi metodología los más grandes descubrimientos científicos son programas de investigación que pueden evaluarse en términos de problemáticas progresivas y estancadas; las revoluciones científicas consisten en que un programa de investigación reemplaza a otro (superándolo de modo progresivo. Esta metodología proporciona una nueva reconstrucción racional de la ciencia.

O programa de pesquisa é constituído por diretrizes e/ou orientações metodológicas que conduzem o trabalho teórico dos pesquisadores/cientistas, membros do grupo, ou, como se costuma chamar, membros do programa. É por meio dos programas de pesquisa que as teorias são construídas, desconstruídas, se desenvolvem, são refutadas ou superadas.

Imre Lakatos (1970, p. 69) enfatiza que a história da ciência deve levar em conta os *programas* de pesquisa e não as teorias que os constituem.

A história das ciências tem sido, e deve ser, uma história de programas de investigação competitivos (ou, se quiserem, de ‘paradigmas’), mas não tem sido, nem deve vir a ser, uma sucessão de períodos de ciência normal: quanto antes se iniciar a competição, tanto melhor para o progresso.

3.1.2 Conceitos básicos dos programas de pesquisa

Os programas de pesquisa científica apresentam características e conceitos. Entre outros abordados por Imre Lakatos, decidi destacar alguns para o nosso diálogo. São eles: núcleo central (ou firme, ou duro), cinturão protetor, heurística negativa e heurística positiva.

O núcleo central é constituído de elementos básicos e essenciais para existência do programa; é também o conjunto de hipóteses sobre as quais se assenta a teoria do programa; ou ainda as ideias centrais do programa a partir das quais os pesquisadores/cientistas se orientam para desenvolver seus trabalhos. Tais ideias assumem um lugar de segurança para os pesquisadores, muito embora elas estejam sujeitas a modificações. Imre Lakatos (1978) fornece alguns exemplos de programa e seus núcleos firmes:

- O programa pesquisa de Copérnico continha em seu “núcleo firme” a “proposição de que as estrelas constituem o sistema de referência fundamental para a física” (LAKATOS, 1989, p. 234).
- O programa de pesquisa de Newton continha as três leis do movimento e a Lei da Gravitação Universal.
- No de Piaget encontrava-se a “hipótese de equilíbrio” (GILBERT; SWIFT, 1985).
- No de Pasteur, a hipótese de que “a fermentação é um fenômeno correlacionado com a vida”. (ASUA, 1989, p. 76).

Em torno desse núcleo constrói-se um “cinturão protetor” constituído de ideias de suporte, também chamado de heurística negativa, ou o lado interno desse cinturão. Ela é constituída de hipóteses auxiliares que protegem o núcleo central de todas e quaisquer refutações que ponham em perigo o programa de pesquisa, como explicita Imre Lakatos (Figura 1):

O cinturão protetor é constituído de hipóteses auxiliares que podem ser criadas ou descartadas com o objetivo de proteger a integridade (firmeza) do núcleo firme. O cinturão protetor diferencia as várias teorias que compartilham de um mesmo núcleo firme, ou, portanto, um mesmo programa de pesquisa.

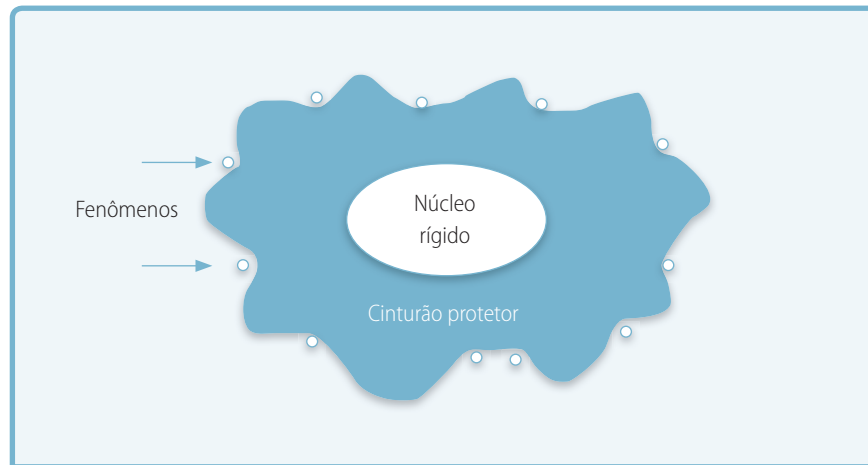


Figura 1: Representação gráfica de um programa de pesquisa lakatosiano
Fonte: Sílvio Seno Chibeni (<<http://www.unicamp.br/~chibeni/textosdidaticos/ciencia.pdf>>)

De acordo com Fernando Lang da Silveira (2010), no programa de Newton o “cinturão protetor” continha modelos do sistema solar, a forma e a distribuição de massa dos planetas e satélites, a ótica geométrica, a teoria sobre a refração da luz na atmosfera, etc. As anomalias levaram a modificações no “cinturão protetor”, transformando-as em corroborações, algumas vezes espetaculares, como no caso da previsão de Netuno. Nesse sentido, o núcleo firme não foi mexido, o que mudou foram algumas ideias no cinturão.

Algumas ideias do cinturão protetor, no entanto, podem ser modificadas caso o núcleo firme esteja ameaçado por novas teorias. Fique atento: o cinturão pode mudar, mas não o núcleo.

Os cientistas que trabalharam ou trabalham nesses programas não descartariam tais hipóteses, mesmo quando encontrassem fatos problemáticos (“refutações” ou anomalias). Por exemplo, quando foi observado pelos newtonianos que a órbita prevista para Urano era discordante com as observações astronômicas, eles não consideraram que a Mecânica Newtoniana estivesse refutada; Adams e Leverrier, por volta de 1845, atribuíram tal discordância à existência de um planeta ainda não conhecido - o planeta Netuno -, e portanto, não levado em consideração no cálculo da órbita de Urano. Essa hipótese permitiu também calcular a trajetória de Netuno, orientando os astrônomos para a realização de novas observa-

ções que, finalmente, confirmaram a existência do novo planeta. (SILVEIRA, 2010, p. 2).

Algo semelhante ocorreu com a experiência que envolveu a maçã em minha família. Qual foi o “núcleo firme” daquela “teoria”? Eu diria que, no caso dessa peculiar experiência, o “núcleo” era o seguinte: a maçã é uma fruta gostosa e desejada por todos. Diante dos casos novos de maçãs, foi preciso mexer no “cinturão” sem, com isso, ameaçar as hipóteses centrais, ou seja, o núcleo firme sobre a maçã.

Por outro lado, a heurística positiva é constituída como o lado externo do “cinturão protetor”. É por meio dela que ocorrem modificações, sem, contudo, tocar no núcleo firme do programa de pesquisa. Ela também estabelece orientações gerais para explicar fenômenos conhecidos ou para prever novos fenômenos. É a heurística positiva que interage com as “anomalias” que aparecem e que desafiam o núcleo do programa.

É por essa interação entre o programa e os desafios externos a ele que identificamos se um programa é progressivo ou regressivo. Um programa é regressivo quando ele não propõe nenhum ajuste no cinturão protetor do núcleo com a finalidade de responder às anomalias.

Esse processo abre espaço para que outro programa competidor possa oferecer suas previsões. Assim, podemos observar que o dinamismo científico tem a sua pedra angular nos problemas e nas suas melhores respostas. Tudo isso originado dos programas de pesquisa progressivo.

Diz-se que um programa de investigação é progressivo enquanto seu desenvolvimento teórico antecipar seu desenvolvimento empírico, ou seja, enquanto seguir predizendo com êxito fatos novos (mudança progressiva de problemas); é paralisante se o seu desenvolvimento teórico se atrasa em relação a seu desenvolvimento empírico, isto é, sempre que não oferece senão explicações post hoc, seja de descobrimentos casuais, seja de fatos previstos, e descobertos, em um programa rival (mudança degenerativa de problemas). (LAKATOS, 1971a, p. 112).

Um programa é progressivo quando oferece à comunidade científica predições (explicações) novas e melhores que o outro rival. Tal fato provocará uma migração de cientistas para o programa vencedor.

A natureza pode gritar não, mas o engenho humano - contrariamente ao que sustentam Weyl e Popper - sempre é capaz de gritar mais alto. Com suficiente habilidade e com alguma sorte, qualquer teoria pode defender-se "progressivamente" durante longo tempo, inclusive se é falsa. (LAKATOS, 1971a, p. 111).

3.1.3 Implicações no ensino

A competição entre programas de pesquisa é saudável porque impulsiona o dinamismo das pesquisas científicas. Competição semelhante pode ocorrer no contexto do ensino de ciências quando o professor desenvolve trabalhos, a partir de grupos constituídos espontaneamente entre os alunos, ou previamente definidos por ele. Você já desenvolveu trabalhos dessa forma? Eu desenvolvi e, algumas vezes, pude identificar como se manifestava a competição entre os grupos.

Essa competição saudável entre os grupos de alunos ocorre quando o professor solicita um trabalho em ciências a ser entregue no final do semestre ou do ano letivos. O professor, aportado em um tema científico, apresenta um problema para ser explicado pelos grupos. Cada grupo poderá se fundamentar em algum ou mais cientistas, evidentemente com seus programas, para explicar ou propor uma resposta ao problema apresentado pelo professor.

Durante os meses letivos, o professor explicita o pensamento científico dos teóricos e de seus programas e, além disso, fornece textos de comentários desses teóricos com linguagem acessível para o nível escolar dos alunos. De posse de tudo isso, os alunos partem para a empreitada competitiva.

Em data previamente determinada pelo professor, auxiliado por outros colegas da área de ciências, ocorre a apresentação dos trabalhos. Os grupos apresentam suas respostas àquele problema fornecido pelo professor. Nesse momento, evidencia a competição entre os grupos. Tal competição mostra quais teorias constituem o programa dos grupos e qual deles perderá e qual deles ganhará essa saudável competição.

Nesses momentos, também evidenciam-se as posturas epistemológicas dos demais professores. Os professores convidados comentam as respostas apresentadas pelos alunos, atentando para a coerência teórica no uso das teorias científicas e o núcleo firme do programa. No final das apresentações, o professor anuncia o grupo que forneceu a melhor resposta àquele problema que ele apresentou aos grupos no início do semestre letivo.

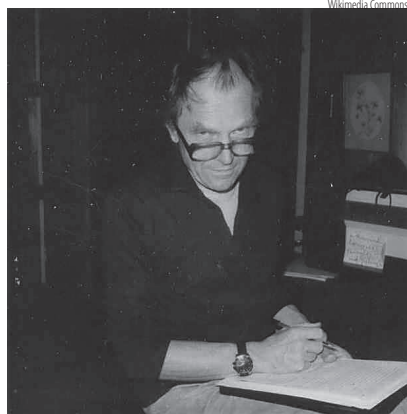
Você pode perceber que as explicações dos grupos, fundamentadas nas teorias científicas – presentes em programas de pesquisa – competem; algumas perdem e outras ganham. Contudo, elas não são consideradas obsoletas, de acordo com o pensamento de Imre Lakatos; elas são afetadas no cinturão do núcleo. O que necessariamente farão é aperfeiçoar suas hipóteses (respostas) e, num futuro próximo, apresentar novas respostas.

Com essa experiência no ensino, é possível compreender como os programas de pesquisa científica competem entre si para serem reconhecidos como aqueles que propõem a melhor resposta a um problema específico, seja no âmbito interno – relacionado a questões de ciência internas ao programa –, ou no âmbito externo – relacionado a questões externas ao programa. Assim, um grupo pode ser considerado progressivo e outro regressivo, tal como apresentamos anteriormente.

Aprofunde seu conhecimento sobre o trabalho de Imre Lakatos acessando os seguintes links:

- http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/diaadia/diadia/arquivos/File/conteudo/artigos_teses/quimica/lakatos_metod_prog_invest_cientif.pdf
- http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v20n1_Peter_Mors.pdf





Paul Feyerabend

3.2 Paul Feyerabend

Paul Feyerabend emerge no contexto das discussões sobre a ciência apresentando sua filosofia da ciência centrada numa postura crítica diante da defesa do método como o elemento vital para a teoria científica universal. Essa história do método científico tem início na história moderna, com Galileu Galilei, Francis Bacon e René Descartes, e se estende até o nosso contexto. De acordo essa postura, a ciência se diferencia de outras formas de conhecimento fundamentalmente porque seu método é o critério ou a norma de cientificidade. Porém, Paul Feyerabend é contra essa primazia do método e da ciência.

3.2.1 Crítica à primazia do método

Esse papel da ciência será duramente atacado em sua clássica obra “Contra o método”. Para Paul Feyerabend (2007, p.19), “os eventos, os procedimentos e os resultados que constituem as ciências não têm uma estrutura comum”; o método científico não se reduz a *um método* para todas as formas de conhecimento. Para ele, essa postura é não só autoritária como também totalitária (REALE, 1991). Esse papel é tradicional, remonta aos iniciadores do método científico; para o nosso contexto de discussões sobre teorias científicas ele não tem mais sentido.

A ideia de um método que contenha princípios firmes, imutáveis e absolutamente obrigatórios para conduzir os negócios da ciência depara com considerável dificuldade quando confrontada com os resultados da pesquisa histórica. (FEYERABEND, 2007, p. 37).

Paul Feyerabend descarta o pedestal em que foi posto o método. Ele lembra que existem elementos relevantes no processo de construção científica, como a intuição do cientista, resultante de dedicação e esforços na construção do conhecimento e, concomitante a isso, ou não, a aparecimento do acaso (JAPIASSU, 1997). Esses devem ser considerados elementos vitais no bojo da construção do conhecimento científico, mas que, em muitos casos, são descartados pelo estrelismo do método.

(...) A ideia de um método fixo ou de uma teoria fixa da racionalidade baseia-se em uma concepção demasiado ingênua do homem e de suas circunstâncias sociais. Para os que examinam o rico material fornecido pela história e não têm a intenção de empobrecê-lo a fim de agradar a seus baixos instintos, a seu anseio por segurança intelectual na forma de clareza, precisão, "objetividade" e "verdade", ficará claro que há apenas um princípio que pode ser defendido em todas as circunstâncias e em todos os estágios do desenvolvimento humano. É o princípio de que tudo vale. (FEYERABEND, 2007, p. 42-43).

Você não acredita que todas as maçãs fazem bem para a saúde? Eu acredito e sei de muitas outras pessoas que acreditam nisso, inclusive médicos e outros profissionais da saúde. Se é assim, por que então privilegiar apenas uma maçã?

Nesse sentido, Paul Feyerabend defende não apenas um método para sistematizar e fundamentar a teoria científica, mas tantos quanto forem necessários para a construção do conhecimento científico. Em suma: ele defende o pluralismo metodológico. Afinal, pensa esse filósofo da ciência, muitas são as formas de conhecimento e todas devem ser respeitadas e não apenas a ciência, como se ela fosse a "rainha", a "absoluta", enfim, como se ela fosse a única forma verdadeira com o único método infalível para a construção do conhecimento.

Para defender essa ideia, Paul Feyerabend vai utilizar o recurso retórico. Afinal, quem defende a maçã ou deseja vendê-la, vai precisar argumentar a favor dela, não é mesmo? Você e eu faríamos o mesmo se acreditássemos na maçã como uma fruta benéfica ao organismo humano. Esse filósofo procura apresentar essa nova postura contra o método, argumentando que é preciso que os cientistas se abram, ou abram os olhos, para a perspectiva contemporânea que, segundo ele, trata-se de considerar as demais formas de conhecimento como colaboradoras na explicação do mundo, seja ele social, natural etc.

Paul Feyerabend ainda lembra que as teorias científicas, especialmente as que defendem o autoritarismo e totalitarismo da ciência, foram transgredidas. E por quem? Por pessoas. E, como tal, elas podem falhar e se enganar na construção de princípios universais do conhecimento. Contudo, elas também podem construir outros princípios, outras teorias, enfim, outras formas de conhecimento sem, com isso, dar primazia a apenas uma. De acordo com esse filósofo da ciência, “nem a lógica nem a experiência podem limitar a especulação, e pesquisadores ilustres com frequência transgrediram limites amplamente aceitos”. (FEYERABEND, 2007, p. 178).

Afinal, estabelecer normas unilaterais para a ciência é obstaculizar o progresso dela mesma. Esse filósofo da ciência descarta, nesse sentido, a ciência como o único paradigma (KUHN, 1962) da racionalidade. O *tudo vale* cria uma nova corrente filosófica na ciência, o anarquismo científico. Para Paul Feyerabend (2007, p. 25), “a ciência é um empreendimento essencialmente anárquico: o anarquismo teórico e mais humanitário e mais apto a estimular o progresso do que suas alternativas que apregoam lei e ordem”.

Entretanto, que você e eu não nos enganemos, a construção do conhecimento científico progride, nessa corrente, defendendo o pluralismo metodológico e valorizando as demais formas de conhecimento. Isso é razoável, mas ainda encontramos um “cinturão protetor” (LAKATOS, 1978) que repele qualquer tipo de pesquisa científica que não siga a primazia de *um* método e da *ciência* como *as* verdades absolutas e inquestionáveis.

3.2.2 Implicações no ensino

A homogeneidade no ensino, ou seja, aquela posição de acreditar que apenas uma forma de ensinar/aprender dá certo, tem se chocado com a heterogeneidade, ou seja, a nova forma de ensino que inclui a diversidade de forma de ensinar/aprender. Nesse sentido, podemos encontrar alguns professores que “roem as unhas” quando aparece um colega que propõe novos métodos para o ensino de ciências. Entre os argumentos que tais professores usam para o embate com o colega criativo está o pretexto de que os alunos “são fracos”, “acomodados” e “não têm interesse”; também afirmam que tais métodos podem “prostituir” o conhecimento científico, ou até mesmo “simplificá-lo” ou “rebaixá-lo” para o nível dos alunos.

Esses são alguns argumentos que já ouvi de colegas professores. Creio que você também já encontrou um ou outro desses. Também creio que você tenha encontrado outros para incrementar a lista. O fato é que ainda se encontra petrificada aquela postura homogênea ou monopolista com respeito ao método ou aquela concepção de ciência “imaculada”, afinal, ela “não é sacrossanta”, afirma Paul Feyerabend (2007, p. 289); e nem o professor ou o cientista que a produziu.

Por outro lado, você e eu já nos surpreendemos com criações de nossos alunos, seja no laboratório da escola, ou na sala de aula, usando métodos diferenciados e explicando experimentos e, ao mesmo tempo, revelando entusiasmo com suas descobertas e construções de conhecimentos. São momentos hilários, animadores e regadores daquelas sementes de novos conhecimentos científicos.

Para finalizar nosso texto, deixo, para a sua reflexão, algumas perguntas de Paul Feyerabend (2007, p. 319), às quais ele mesmo responde. Sugiro a você fazer a leitura completa dessa clássica e significativa obra da filosofia da ciência contemporânea.

- O que é a ciência? Como procedem os cientistas? Como seus padrões diferem dos padrões de outros empreendimentos?
- O que há de tão formidável a respeito da ciência? Quais são as razões que poderiam nos compelir a preferir as ciências a outras formas de vida e a outros modos de reunir conhecimento?
- Como devemos usar as ciências, e quem decide a questão?



3.3 Edgar Morin

A cultura humanista é uma cultura genérica que via a filosofia, o ensaio, o romance, alimenta a nossa inteligência geral, afronta as grandes interrogações humanas, estimula a reflexão sobre o saber e favorece a integração pessoal dos conhecimentos. A cultura científica, de outra natureza, separa os campos do conhecimento; ela suscita admiráveis



Edgar Morin

descobertas, teorias geniais, mas não a reflexão sobre o destino humano e sobre o vir-a-ser dela própria enquanto ciência. A cultura das humanidades tende a ser tornar como um moinho, privado do grão das aquisições científicas sobre o mundo e sobre a vida que deveria alimentar suas grandes interrogações; a cultura científica, privada da reflexividade sobre os problemas gerais e globais, se torna incapaz de pensar a si própria e de pensar os problemas sociais, e humanos que ela coloca. (MORIN, 2000, p. 9).

3.3.1 Dados biográficos

Edgar Morin é o pesquisador da complexidade. Nasceu na França no ano de 1921 e de lá pronunciou seu trabalho para as comunidades científicas de todo o mundo. Coursou Filosofia, Sociologia, Licenciou em História, Geografia e Direito, fez pós-graduações (mestrado e doutorado), ingressou no Partido Comunista Francês no ano de 1941 e participou da resistência à ocupação nazista durante a Segunda Guerra Mundial, ao lado de gaullistas (partidários do general De Gaulle, líder da resistência) e o pós-guerra (Autores Realizadores. Edgar Morin. No período da Resistência francesa adotou o apelido Morin, pois seu nome é Edgar Nahoum; e foi expulso do Partido por discordar do estalinismo (partidários do líder soviético Stalin).

No século XX conviveu com outros grandes pesquisadores, como os filósofos Albert Camus e Maurice Merleau-Ponty, o sociólogo marxista Georges Friedmann; também participou de cursos com o filósofo e renovador da ciência Gaston Bachelard na Sorbonne; e tornou amigo de Maurice Merleau-Ponty, de Vladimir Jankélévitch e Pierre Georges, cujo apoio foi determinante para que Morin fosse aceito como pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS).

Edgar Morin assume uma vida intensa de atividade de pesquisa. É diretor emérito do Centre Nationale de Recherche Scientifique, Presidente da Associação para o Pensamento Complexo, Presidente da Agência Europeia para a Cultura, membro fundador da Academia da Latinidade, codiretor do Centro de Estudos Transdisciplinares da École des Hautes Etudes en Sciences Sociales.

Suas obras são lidas e reconhecidas em todo o mundo. Dentre tantas citamos abaixo algumas delas.

- *Le Paradigme Perdu. La nature Humaine* (1973);
- *La Méthode* – obra em que trabalhou desde meados da década de 1970 e da qual publicou seis volumes entre 1978 e 2004.
- *Introdução ao Pensamento Complexo*;
- *Vidal e os Seus, Terra-Pátria* (com Anne Brigitte Kern);
- *Amor Poesia e Sabedoria, Para uma Política da Civilização* (com Sami Nair);
- *A Sociedade em Busca de Valores* (com Ilya Prigogine et al);
- *Os Desafios do Século XXI, Os Sete Saberes para a Educação do Futuro, Educar para a Era Planetária* (com Raul Motta);
- *Repensar a Reforma, Reformar o Pensamento*;
- *A Cabeça Bem Feita, Diálogo sobre a Natureza Humana* (com Boris Cylrunik);
- *Filhos do Céu* (com Michel Cassé);
- *A Violência do Mundo* (com Jean Braudillard).

3.3.2 Teoria científica

As teorias científicas são construções do espírito; não são reflexos do real – são traduções do real numa linguagem que é a nossa, ou seja, aquela de uma dada cultura, num dado tempo. Isso é muito importante. De um lado, as teorias científicas são produzidas pelo espírito humano; portanto, elas são subjetivas. De outro, estão fundamentadas em dados verificáveis e, portanto objetivos. (MORIN, 2000, p. 38).

Gostaria de convidar você a retomar mais uma vez a metáfora da maçã. Você lembra que a “teoria” que construí a respeito da maçã foi modificada ao longo da vida, e iniciada, é claro, no período minha infância. Desse período até este ano (2012), a maçã possibilitou a construção de novas “teorias”. Nenhuma absoluta; todas discutíveis. E todas são construções humanas. Essa é a minha experiência com um objeto, portanto uma experiência subjetiva.

E a sua, qual é?

Vamos relacionar essa metáfora com a proposta do filósofo da ciência Edgar Morin. De acordo com ele vivemos uma mudança de paradigma científico. Uma mudança do paradigma clássico com algo que ainda não nasceu, como o filósofo francês afirma: “estamos num período ‘entre dois mundos’; um, que está prestes a morrer, mas que não morreu ainda, e outro, que quer nascer, mas que não nasceu ainda.” (MORIN, 2000, p. 41). Uma afirmação sábia, sem dúvida; você não concorda?! Recordo aqueles momentos em que cada um de nós vislumbra mudanças em nossa vida e, sem ter controle sobre a situação, percebemos que algo está prestes a mudar. Pode parecer hilário, mas ainda incluo aqui os momentos em que percebi que muitas coisas que aprendi em casa, no seio familiar, tal como o conhecimento da maçã, estavam mudando. Então não existia apenas um tipo de maçã? E existe maçã de cor diferente da vermelha? Que mais eu vou descobrir? Essas e tantas outras perguntas iam me conduzindo a conclusões e constatações a respeito da complexidade dos conhecimentos a respeito de uma “simples” maçã.

Imagine agora se não fosse a maçã o nosso objeto de conhecimento, mas fosse a sala de aula. Mais do que isso: uma sala de aula de jovens e adultos. Mais ainda: uma sala de aula em uma favela do complexo do alemão no Rio de Janeiro. Mais um pouco: uma sala de aula, numa instituição pública em uma favela do complexo do alemão, onde na sala participasse parentes de ex-presidiários, traficantes e policiais. Você pode complexificar ainda mais esse objeto de estudo. Você percebe desde já que não existe uma “sala de aula” que é única em todos os lugares. E veja que não estamos nem abordando a estrutura física da sala e a qualidade de seus acessórios; estamos pensando em pessoas e suas condições de vida, sejam elas os alunos como os(as) professores(as).

A vida é mais complexa do que as teorias que a explicam. método infalível para a construção do conhecimento.

Vamos retornar ao Edgar Morin e aprender mais sobre o conceito de complexidade. O pesquisador francês apresenta a ciência clássica com seus avanços e ranços na construção de teorias sobre o “real”. De acordo com

Morin, no contexto medieval a ciência estava sob o controle da teologia católica, e toda explicação científica a respeito de algum ser (objeto) do mundo somente era aceita se não ferisse os dogmas religiosos. O “tu deves” dirigido ao cientista impunha a ele pesquisar apenas o que estivesse em sintonia com a Bíblia, com a visão aristotélica e a cosmovisão católica. Nesse sentido, o sujeito cientista imprimia em sua pesquisa os ditames do pensamento religioso o que, dessa forma, velava o objeto pesquisado. Tratava-se de uma moral religiosa imposta aos cientistas medievais no exercício de seu trabalho.

A partir do século XVI e XVII, sob um processo complexo de mudança paradigmática, constrói-se um novo contexto e tanto a ciência como os cientistas rumam para um lugar distante dos dogmas católicos e da moral religiosa. Muitos consideraram isso uma condição para os avanços científicos. René Descartes é quem vai apresentar o novo paradigma para a abordagem científica.

A proposta cartesiana é dualista e se apresenta da seguinte forma: ego cogitans e res extensa. Ele dualiza o que, na teoria da complexidade de Morin, é impossível dualizar. Vamos ler como essa posição cartesiana é apresentada por Morin (2005, p. 27):

Descartes, ao propor o problema do conhecimento, determina dois campos de conhecimento totalmente separados, totalmente distintos. De um lado, o problema do Sujeito, do ego cogitans, do homem que por assim dizer reflete a si mesmo, e esse problema vai ser, dever ser aquele da filosofia. De outro lado, o problema daquilo que ele chama de res extensa, quer dizer, dos objetos que se encontram num espaço, e o universo da extensão do espaço é aquele oferecido ao conhecimento científico. (MORIN, 2005, p. 27).

Esse pressuposto foi seguido ao longo de séculos e fixou os campos e posturas a respeito do conhecimento, tanto da filosofia como da ciência. A primeira se restringiu ao sujeito e passou a construir teorias apenas por meio da dimensão reflexiva. A segunda se manteve na abordagem do objeto, excluindo o sujeito. Ou seja, uma dimensão subjetiva e uma dimensão objetiva; as duas separadas, as duas distintas e sem a mínima possibilidade de interagir. O que se pensa a respeito da maçã não deve interferir no que

de fato é a maçã. O pensamento do objeto e o objeto propriamente dito são irrelacionáveis.

Morin discorda dessa dualidade e acusa esse pressuposto de disjuntivo, especialista e foge ao enfrentamento do “real”. Vamos pensar juntos. O que você e eu podemos falar sobre a maçã é fruto da experiência que tivemos com ela. Como retirar a nossa subjetividade a respeito da maçã? Na teoria da complexidade isso seria mascarar o não deve ser mascarado; é esconder o que não deve ser escondido; isso é, enfim, fugir ao enfrentamento da complexidade.

A ideia da complexidade é uma aventura. Eu diria mesmo que só podemos tentar na problemática da complexidade se entrar na da simplicidade, porque a simplicidade não é assim tão simples quanto parece. (MORIN, 1993, p. 48).

Ora, o que você e eu falamos a respeito da maçã resulta da consciência que construímos na relação que estabelecemos com ela. Você pode até estar pensando: “ora, mas eu posso me distanciar da maçã e não abordá-la”. Aparentemente. Pensemos juntos: você e eu não conseguimos fazer isso sem ter mantido um contato com o objeto. Quando dizemos que “eu posso me distanciar da maçã”, já estamos considerando que aquele objeto é uma maçã, pois sabemos nomeá-la. E porque ela é uma maçã e não outra coisa? E quais as relações possíveis que podemos identificar da maçã com a vida dos seres humanos?

Assim a tentativa de simplificação daquilo que é complexo conduz a arrogâncias científicas e, porque não dizer, a “imposturas intelectuais” (SOKAL, 1999). Enunciar conhecimentos requer abertura para aventurar-se, com coragem, na compreensão do objeto e na compreensão dos limites de nosso cognitivo. Existem muitas possibilidades de relação entre o conhecimento de um objeto, o sujeito que o conhece e a vida. A maçã é algo que ingressa na ampla rede da vida de muitas pessoas, como eu. E o conhecimento dela ultrapassa a mera nomeação, dele emerge a complexidade que pode estar relacionada ao significado que ela tem na vida de uma pessoa, a ausência dela na cesta básica de muitas famílias, a renda de famílias produtoras etc. E tudo isso merece o enfrentamento do estudo.

Links interessantes: INSTITUTO DA COMPLEXIDADE: <<http://www.iecomplex.com.br/>>; INSTITUTO PIAGET: <<http://30anos.ipiaget.org/complexidade-valores-educacao-futuro-edgar-morin/>>. Acesso em: 6 set. 2012.



3.3.3 Implicações no ensino

Você e eu podemos lembrar aquelas experiências em sala de aula que nos deixa quase impossibilitados para resolvê-las. Talvez uma pergunta, ou um problema de relacionamento em sala, ou um fato que emociona a todos. Você consegue lembrar de algo?

Se uma criança ou jovem apresenta um senso comum de algum objeto ou fenômeno, e nós com nosso conhecimento científico “fechamos os nossos olhos” e, à “queima roupa” apresentamos uma resposta imediata como que fugindo à provocação, estamos na verdade buscando simplificar o que é complexo. Se o aluno compreende que a maçã é uma fruta predominantemente vermelha e nós ficamos indiferente a essa compreensão estamos impedindo que ele conheça mais e melhor sobre esse objeto. Na metáfora da maçã que usamos ao longo do texto, podemos verificar que a compreensão a respeito dela inicia no seio familiar e vai se complexificar nas interações sociais (bairro, escola, etc.) ao longo da vida do sujeito.

Evidentemente que essa é uma experiência pessoal, fortuita, aleatória, enfim, com uma complexidade de grau baixo. Mas existem outras experiências de grau médio e alto. Imaginemos um aluno que more com sua família num barraco de uma favela no Complexo do Alemão, no Rio de Janeiro. A escola também está localizada na favela. Esse aluno pergunta ao (à) professor (a) de Ciências: Professor (a), por que a bala de revólver da polícia matou meu amiguinho?

Como você responderia essa pergunta:

Ela matou porque atingiu a cabeça dele.

Ela matou porque atingiu o coração dele.

Na abordagem da complexidade de Edgar Morin, essa pergunta nos desafia a ingressar na emergência de complexidades. E para desenvolver a inteligência complexa você e eu podemos incrementar com outras perguntas, como as que seguem abaixo:

- O que é uma bala de revólver?
- Qual a composição química da bala para o revólver?
- Por que ela se movimenta quando se aciona o gatilho?
- Por que o corpo humano é frágil diante de uma bala de tiro de revólver?
- Que partes do corpo humano são vitais?

- Qual o papel da polícia na sociedade?
- Por que a polícia atira em alguém?
- O que são traficantes?
- Por que eles atiram em alguém?
- Por que ocorre tanta violência na sociedade?

Essas e outras perguntas podem dinamizar a nossa aula, pois elas provocam debates e possibilitam as desconstruções de compreensão simplista a respeito de fenômenos complexos. As ciências, tanto as humanas como as da natureza podem ajudar a compreender o fenômeno para além de uma percepção simplista. Isso constroi em nós e nos alunos uma atitude permanente de busca de resposta para as experiências da vida, seja na sala de aula como fora dela. E não é essa interação que necessitamos fazer constantemente, ou seja, relacionar o conhecimento escolar com a vida?

Não conseguiremos solucionar todas as dúvidas de nossos alunos, mas ao menos podemos mostrar a eles que a compreensão de algo pode ser mais complexa do que eles pensam. E, ao mesmo tempo, tempo incentivá-lo para a reflexão e a busca de mais estudos.

Síntese

Caro (a) estudante,

Na unidade 3, você aprendeu alguns conceitos básicos da filosofia da ciência de Imre Lakatos, Paul Feyerabend e Edgar Morin.

Para Lakatos, a história da ciência é a história da competição de programas de pesquisa, cujos conceitos básicos são: núcleo firme, cinturão de proteção, programa progressivo e programa regressivo.

Na visão de Feyerabend, o método científico não é único para todas as pesquisas científicas e seus problemas, nem a ciência é a única forma de conhecimento a ser reconhecida pela comunidade científica.

E na teoria de Morin, a emergência da complexidade para o estudo do objeto, do conhecimento e do sujeito.

Considerações finais

Prezado(a) estudante,

A educação e conhecimento são dimensões indissociáveis, seja na vida cotidiana ou na vida escolar. Na vida cotidiana aprende-se de forma imediata o conhecimento necessário para sobrevivência diária. Tal conhecimento foi entendido como vulgar, senso comum, empírico, enfim, o conhecimento construído (adquirido, transmitido, etc.) na vida. E a educação que proporcionou a apropriação desse conhecimento ocorreu fora da escola e de seus aparatos pedagógicos. Eles se mantiveram unidos para a sobrevivência do ser humano em suas necessidades urgentes.

Na vida escolar o conhecimento é elaborado de forma mediata. Pois se trata de um conhecimento que, embora seja elaborado em vista da sobrevivência humana, requer tempo, dedicação, concentração intelectual e tantos outros esforços do ser humano – o aprendiz – para ser apropriado. Esse conhecimento, tal como abordamos nas unidades anteriores, trata-se do conhecimento filosófico-científico.

Não foram poucos os filósofos da ciência que se debruçaram sobre esse tipo de conhecimento. Karl Popper, Gaston Bachelard, Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Paul Feyerabend e Edgar Morin foram estudados neste texto. Esse conjunto de pensadores conduz à conclusão de que a ciência nunca recebeu apenas um sentido ou uma explicação dos fenômenos – naturais e sociais. Na verdade a ciência recebeu inúmeros sentidos, seja no meio acadêmico ou na sociedade em geral. E não poderia ser diferente, afinal o sujeito (o ser humano, o cientista, o aprendiz etc.) vive na sociedade, ocupando espaços específicos, e constantemente é afetado pelas teorias científicas ou outras explicações para os problemas com que se depara.

Essa constatação causa implicações no ensino de ciências na escola. Inúmeros sentidos de ciência, e mesmo as teorias dos filósofos da ciência,

desembarcam no espaço escolar desafiando os professores de ciência. O trabalho pedagógico exige do professor coragem para enfrentar esses desafios, como os obstáculos epistemológicos atacados por Gaston Bachelard ou a crítica ao indutivismo encetada por Karl Popper. Dessa forma, o ensino de ciências não se desenvolver de forma apática, estática, estável e repetitiva. Diante desses desafios, o professor de ciências não tem “vida mansa” do ponto de vista teórico, ele necessita retornar aos seus estudos (formação continuada) e buscar novos instrumentos dessa natureza para responder com competência a esses desafios.

Finalmente, esse texto teve como objetivo proporcionar ao professor de ciências a compreensão das concepções de ciência, das teorias dos filósofos da ciência para que, diante do ensino no espaço escolar, ele identifique as implicações que tudo isso provoca nesse espaço e possa concomitantemente buscar de forma criativa as respostas. No complemento das apresentações foram sugeridas algumas leituras, seja em obras impressa ou em textos virtuais, tendo em vista o incentivo à busca de uma formação atualizada para o ensino de ciências, partindo do lugar da filosofia da ciência.

Referências

ARANHA, Maria Lucia de Arruda; MARTINS, Maria Helena Pires. **Filosofando: introdução à filosofia**. 3. ed. rev. São Paulo: Moderna, 2003.

ANDRADE, Beatrice L.; ZYLBERSZTAJN, Arden; FERRARI, Nadir. **As analogias e metáforas no ensino de ciências à luz da epistemologia de Gaston Bachelard**. ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências Volume 02/Número 2 – Dezembro 2002. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v2_2/beatrice.pdf>. Acesso em: 6 set. 2012.

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. Tradução de Estela dos Santos Abreu. 3ª. Reimp. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BAKHTIN, Mikhail. **Marxismo e filosofia da linguagem**. 10. ed. São Paulo: Hucitec, 2002.

BACON, Francis. **Novum organum ou Verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza**. Tradução de José Aloysio R. de Andrade. São Paulo: Abril Cultura, 1973 (Aforismo XCV, Livro I, p. 69).

CHAUÍ, Marilena. **Convite à filosofia**. 7. ed. São Paulo: Ática, 1996, p. 252-270.

COSTA, Mauro Alves da. **A construção do sujeito pesquisador: o papel da intertextualidade na construção do discurso**. Dissertação (Mestrado). Blumenau: FURB, 2001.

CRUZ, Frederico Firmo de Souza et al. **Influência da história da ciência no ensino de física**. Florianópolis, 1988. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10076/9301>>. Acesso em: 6 set. 2012.

FEYERABEND, Paul. **Contra o método**. Tradução de Cezar Augusto Mortari.

São Paulo: Editora UNESP, 2007.

GOLDFARB, Ana M. A.; BELTRAN, Maria H. R. (Org.). **Escrevendo a história da ciência**. São Paulo: Livraria da Física, 2005.

HUISMAN, Denis. **Dicionário de obras filosóficas**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

JAPIASSÚ, Hilton. **A revolução científica moderna**: de Galileu a Newton. São Paulo: Letras e Letras, 1997.

JAPIASSÚ, H. & MARCONDES, Danilo. **Dicionário básico de filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1990.

KUHN, Thomas. **Estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2009.

LAKATOS, Imre. **História de la ciencia y sus reconstrucciones racionales**. Madrid: Editorial Tecnos, 1974.

MENDONÇA, Tereza. **Pensamento Complexo: Uma Filosofia Da Incerteza Ou, "O Retorno Do Sushi, No Reinado Do Big-Mac**. Instituto da Complexidade, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.iecomplex.com.br/uploads/Palestra%20H.html>>. Acesso em: 19 set. 2012.

MENDONÇA, Tereza. **Complexidade, Educação E Ética Da Responsabilidade Terezinha Mendonça, Psicanalista**. Instituto da Complexidade, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.iecomplex.com.br/uploads/revista%20natal%20vers%8Bo%20final.htm>>. Acesso em 20 set. 2012.

MOREIRA, Marco Antonio & Ostermann, Femanda. **Sobre o ensino do método científico**. Porto Alegre: Instituto de Física UFRGS. Disponível em: <http://www.fortium.com.br/faculdadefortium.com.br/luciana_cavalhero/material/1565.pdf>. Acesso em: 19 set. 2012.

MORIN, Edgar. **O método**: a natureza da natureza. 2. ed. Tradução de Ilana Heineberg. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MORIN, Edgar. *La Tetê bien faite. Repenser La reforme – reformer La pensée*. Paris (FR): Éditions Du Seuil, 1999, p. 18) In: Morin & Le Moigne. **A inteligência da**

Complexidade. Trad. Nurimar Maria Falci. São Paulo: 2000.

POPPER, Karl. **Conjecturas e refutações.** Brasília: Ed. UNB, 1982.

REALE, Giovanni & ANTISERI, Dario. **História da filosofia.** Vol. III. São Paulo: Paulus, 1991.

SERRES, Michel. **O terceiro excluído.** Porto Alegre: Instituto Piaget, 1993.

SILVEIRA, Fernando Lang da. **A filosofia de Karl Popper e suas implicações no ensino da ciência.** Disponível em: <www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/download/7713/7084>. Acesso em: 6 set. 2012.

VANNUCCHI, Andrea Infantosi. **História e filosofia da ciência: da teoria para a sala de aula.** Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-15062005-164939/>>. Acesso em: 6 set. 2012.

Bibliografia consultada

ALBERTO, Jóis. **Edgar Morin estará em Natal.** Jornal Tribuna do Norte, 2010. Disponível em: <<http://tribunadonorte.com.br/noticia/edgar-morin-estara-em-natal/159811>>. Acesso em 20 set. 2012.

MORIN, Edgar & LE MOIGNE, Jean-Luis. **A inteligência da complexidade.** Tradução de Nurimar Maria Falci. São Paulo: Peirópolis, 2000.

SAGAN, Carl. **O mundo assombrado pelos demônios: a ciência vista como uma vela no escuro.** Tradução de Rosaura Eicheberg. 7ª. Reimp. São Paulo: Cia. das Letras, 1996.

SILVA, Cibelle Celestino (org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para a aplicação no ensino.** São Paulo: Livraria da Física, 2006.

SOKAL, Alan; BRICMONT, Jean. **Imposturas intelectuais.** O abuso da Ciência pelos filósofos pós-modernos. Rio de Janeiro: Record, 1999.

WOOK Livros. Autores realizadores. Grupo Porto. **Edgar Morin.** Disponível em: <<http://www.wook.pt/authors/detail/id/13858>>. Acesso em 20 set. 2012.

Sobre o autor

Mauro Alves da Costa possui Licenciatura (plena) em Filosofia pelo Centro Universitário de Brusque (1990) e Mestrado em Educação pela Fundação Universidade Regional de Blumenau (2001). Doutorado em Linguística Aplicada pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (2008). Tem experiência nas áreas de Filosofia, Sociologia, História da Educação, Educação (e áreas afins), Currículo e Conhecimento, Formação de Professores (Licenciaturas, EJA), Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem, Administração (e áreas afins, em especial na disciplina Ética e Responsabilidade Empresarial) e Supervisão Pedagógica, com ênfase em Educação a Distância, atuando principalmente nos seguintes temas: Metodologia Científica, Pesquisa (Ciências Humanas e Sociais Aplicadas) Educação, Linguagem (alteridade e discurso em Mikhail Bakhtin), ciência e universidade.