

Metodologia de Ensino de Ciências e Biologia



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE SANTA CATARINA

BIOLOGIA
licenciatura a distância

Metodologia de Ensino de Ciências e Biologia

Luana von Linsingen



UNIVERSIDADE
ABERTA DO BRASIL

Ministério
da Educação

Governo
Federal

Florianópolis, 2010.

Governo Federal

Presidência da República

Ministério da Educação

Secretaria de Ensino a Distância

Universidade Aberta do Brasil

Universidade Federal de Santa Catarina

Reitor Alvaro Toubes Prata

Vice-Reitor Carlos Alberto Justo da Silva

Secretário de Educação à Distância Cícero Barbosa

Pró-Reitora de Ensino de Graduação Yara Maria

Rauh Müller

Pró-Reitora de Pesquisa e Extensão Débora Peres

Menezes

Pró-Reitora de Pós-Graduação Maria Lúcia Camargo

Pró-Reitor de Desenvolvimento Humano e Social Luiz

Henrique Vieira da Silva

Pró-Reitor de Infra-Estrutura João Batista Furtuoso

Pró-Reitor de Assuntos Estudantis Cláudio José Amante

Centro de Ciências da Educação Wilson Schmidt

Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na Modalidade a Distância

Diretora Unidade de Ensino Sonia Gonçalves Carobrez

Coordenadora de Curso Maria Márcia Imenes Ishida

Coordenadora de Tutoria Leila da Graça Amaral

Coordenação Pedagógica LANTEC/CED

Coordenação de Ambiente Virtual Alice Cybis Pereira

Comissão Editorial Viviane Mara Woehl, Alexandre

Verzani Nogueira, Vanessa Gonzaga Nunes

Projeto Gráfico Material impresso e on-line

Coordenação Prof. Haenz Gutierrez Quintana

Equipe Henrique Eduardo Carneiro da Cunha, Juliana

Chuan Lu, Laís Barbosa, Ricardo Goulart Tredezini

Straiato

Equipe de Desenvolvimento de Materiais

Laboratório de Novas Tecnologias - LANTEC/CED

Coordenação Geral Andrea Lapa

Coordenação Pedagógica Roseli Zen Cerny

Material Impresso e Hipermídia

Coordenação Laura Martins Rodrigues,

Thiago Rocha Oliveira

Adaptação do Projeto Gráfico Laura Martins Rodrigues,

Thiago Rocha Oliveira

Diagramação Karina Silveira, Kallani Bonelli,

Laura Martins Rodrigues

Ilustrações Jean Menezes, Liane Lanzarin, João Antônio

Amante Machado, Cristiane Amaral, Amanda Woehl,

Thiago Rocha Oliveira

Revisão gramatical Evillyn Kjellin

Design Instrucional

Coordenação Vanessa Gonzaga Nunes

Design Instrucional Cristiane Felisbino Silva,

João Vicente Alfaya dos Santos

Copyright © 2010 Universidade Federal de Santa Catarina. Biologia/EaD/UFSC

Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada sem a prévia autorização, por escrito, da Universidade Federal de Santa Catarina.

L759m Linsingen, Luana von
Metodologia de ensino de ciências e biologia / Luana von Linsingen. –
Florianópolis : Biologia/EaD/UFSC, 2010.
122 p.

Inclui bibliografia

Licenciatura em ciências Biológicas na Modalidade a Distância

ISBN 978-85-61485-35-1

1. Ciência – Metodologia. 2. Ciências – Estudo e ensino. 3. Biologia –
Estudo e ensino. I. Título.

CDU: 5/6:37

Catlogação na fonte elaborada na DECTI da Biblioteca Universitária da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Sumário

Apresentação.....	7
1. Do Conhecimento Científico	11
1.1 Considerações sobre o conceito de Conhecimento	13
1.2 Considerações sobre o conceito de Ciência	16
1.3 Considerações sobre o Conhecimento Científico	24
Resumo.....	34
Bibliografia complementar comentada	34
Referências	35
2. Caminhos do ensino de Ciências e Biologia	39
2.1 Breve histórico dessa caminhada	41
2.2 Ensinar Ciências e Biologia na escola atual	46
Resumo.....	50
Bibliografia complementar comentada	51
Referências	52
3. Os Parâmetros Curriculares Nacionais e os materiais didáticos.....	55
3.1 Os PCNs	57
3.1.1 Estrutura.....	57
3.1.2 Eixos temáticos.....	61
3.1.3 Temas transversais	63
3.1.4 Temas estruturadores	64
3.2 Os materiais didáticos	65
3.2.1 Livros didáticos (LD).....	66



3.2.2 Livros paradidáticos (LPD)	68
3.2.3 Outros materiais.....	69
Resumo.....	78
Bibliografia complementar comentada	78
Referências	80

4. A prática pedagógica do ensino de Ciências e Biologia 87

4.1 Aspectos metodológicos	89
4.1.1 O planejamento	90
4.1.2 A avaliação	97
4.2 Aspectos essenciais ao ensino de Ciências e Biologia.....	99
4.2.1 Algumas abordagens de ensino	100
4.2.2 A história da Ciência.....	102
4.2.3 A divulgação científica	104
4.2.4 A atividade experimental.....	105
4.3 Elementos da prática pedagógica.....	109
Resumo.....	116
Bibliografia complementar comentada	117
Referências	118

Apresentação

Essas páginas foram escritas pensando em fornecer a você certa base para desenvolver reflexões e práticas relacionadas ao ensinar e aprender Ciências e Biologia. Não espere, contudo, as respostas para todos os problemas e dúvidas que você porventura já tenha ou, quando ingressar de fato na carreira docente, vier a ter. O objetivo principal deste livro é fornecer rotas de procura para que você mesmo solucione suas dúvidas – algo bastante parecido com o que se propõe, hoje, no Ensino de Ciências e Biologia.

A propósito, você já se deu conta que a sua habilitação lhe capacita e propicia um campo vasto de atuação no que diz respeito às variedades oferecidas pela licenciatura? Aqui ficaremos falando em Ensino de Ciências e Ensino de Biologia, ou professores de Ciências e professores de Biologia... e talvez você comece a cismar com essas denominações, e a pensar: “puxa, mas do que essa mulher tá falando? Eu estou me formando em licenciatura para Biologia! Por que enfiar Ciências no meio?”

A questão é muito simples. Na hora do “vamos ver”, você será professor/a de Ciências quando estiver no Ensino Fundamental (ou seja, de 5ª a 8ª séries – os atuais 6º ao 9º anos), e será professor/a de Biologia quando estiver no Ensino Médio (do 1º ao 3º ano deste nível de ensino).

Sim, você estará capacitado/a para ambos os níveis com o seu diploma, desde que leve em consideração de que, para cada nível, um assunto determinado, sendo abordado de uma forma determinada. No Ensino Médio, por exemplo, será possível um maior aprofundamento dos conteúdos e das discussões em Biologia, inclusive no enfoque de Genética. No Ensino Fundamental, contudo, o viés da Biologia é mais “suave”, enfocando Ecologia no 6º ano, Zoologia no 7º, Corpo Humano no 8º e... bem, no 9º ano a coisa fica um pouquinho mais complexa para nós, formados em Ciências Biológicas. Na antiga 8ª série, o enfoque passa a ser mais químico e físico. É bom que você já fique sabendo deste detalhe.

Para qualquer nível a que se vá, contudo, considerações sobre a natureza do Conhecimento, da Ciência e do Conhecimento Científico, e, principalmente, o modo como este é transposto no cenário escolar, são importantes para a prática, pois norteiam o que e para que fazemos Ensino de Ciências. Essa postura implica a busca da caracterização da Ciência como empreendimento humano em constante construção e transformação. Ao humanizar a Ciência, contribuimos para promover avanços no ensino de Ciências e Biologia escolar, possibilitando o exercício da crítica e da construção de conhecimentos relacionados a uma perspectiva de cidadania.

Por isso é também importante compreender a história do Ensino de Ciências nas escolas brasileiras; a fim de detectarmos certos equívocos sedimentados pela prática ao longo dos anos e que continuam sendo aplicados, algumas armadilhas em que acabamos caindo, e que devemos evitar.

Além disso, serão foco das discussões propostas aqui, por meio de leitura de pesquisas realizadas na área de Ensino de Ciências e Biologia no Brasil, abordagens metodológicas e materiais didáticos para o ensino. As propostas curriculares, importantes fontes de leitura e reflexão, tampouco serão deixadas de lado.

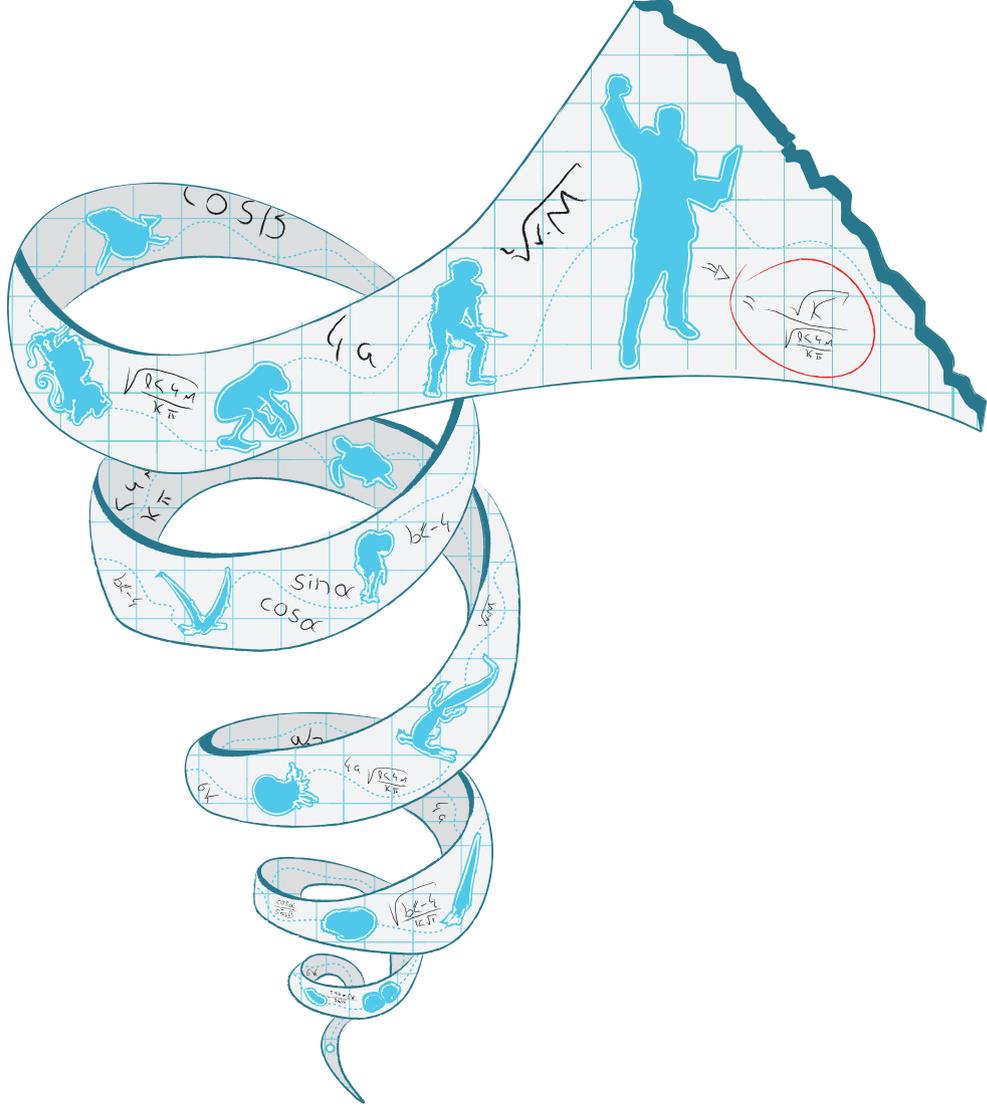
Na finalização deste livro, orientações básicas acerca de práticas metodológicas, como planejamento, avaliação, e os elementos e aspectos essenciais que devem constar tanto em um quanto em outro, serão discutidas e apontadas, mostrando o que se deve e o que não se deve fazer. É claro que não se trata de uma “receita” para dar aulas – isso seria irresponsável -, mas, como foi dito, orientam o exercício docente e indicam fontes de pesquisa e consulta.

Cabe ressaltar que não são esgotados aqui todos os aspectos e conteúdos do ensino de Ciências e Biologia: tal seria impossível. No entanto, ao longo do material, caminhos são apresentados com o intuito de contribuir para conversas e estudo.

Aliado a isso, as sugestões de leituras poderão compor um espaço interessante para constante busca de materiais e atualizações, mesmo após a finalização na disciplina. Tendo em vista a relevância de se trabalhar os conteúdos de Ciências e Biologia de forma crítica e criativa na Educação Básica, fica o desejo de que, mesmo após a formatura, você continue a se formar e a se informar, a se atualizar tanto em conteúdo científico quanto em abordagens pedagógicas. Seus alunos agradecem.

Luana von Linsingen

CAPÍTULO 1



Do Conhecimento Científico

Neste capítulo, serão discutidos conceitos centrais, como Ciência e Conhecimento, a fim de refletir, desmistificar e, com isso, recompreendê-los. O objetivo dessa leitura inicial é conceber o processo da produção, ou do desenvolvimento, do conhecimento científico, e assim aplicar as variadas opções metodológicas em sala de aula sem recair em equívocos movidos pela tradição do senso comum.

1.1 Considerações sobre o conceito de Conhecimento

O que é Conhecimento?

Parece uma pergunta um tanto ingênua, já que além de ser uma palavra corriqueira, aparentemente de fácil entendimento, ninguém costuma consultar o dicionário para ter uma ideia do que se trata. Mas, se o fizesse, perceberia que há doze verbetes explicativos, não exatamente sinônimos.

A pergunta acima aflige filósofos de todas as culturas há muito tempo. O que é conhecer? Por que conhecer? O que conhecer? Como conhecemos? São questões que acabam se tornando uma espécie de “pegadinha” a quem decide se aprofundar um pouco mais, como a pergunta *O que é vida?* – outra cuja resposta deveria ser simples, mas não é.

É fundamental, para os professores em formação, e mesmo para os em atuação, que jamais transformemos essa simples pergunta em algo banal. Conhecimento traz implicações históricas, sociais, culturais, de vida individual e coletiva e, de acordo com autores, como D'Ambrosio (1998), é algo gerado, organizado e difundido ao mesmo tempo e de modo inseparável. Há ainda que se levar em consideração que a elaboração do conhecimento acontece em quatro dimensões:

- sensorial;
- intuitiva;

- emocional;
- racional.

Essas dimensões constroem o conhecimento de maneira conjunta.

O significado mais conferido ao conhecimento leva em conta, tradicionalmente, a última dimensão: a racional. Conhecimento, sob essa perspectiva, estaria relacionado com o acúmulo de saberes, descobertas, passagens históricas e conceitos: em suma, com uma enciclopédia. Transmitir essa ideia de conhecimento em aulas de Ciências é muito comum, e um desastre.

Ao tratar sobre o tema *átomo*, por exemplo, podemos traçar uma linha histórica desde Demócrito até Bohr, passando pelo modelo do pudim de passas e os demais, até chegar “ao que interessa”: a distribuição eletrônica e o comportamento das partículas. Podemos fazer o mesmo com o tema evolução, do Fixismo a Darwin e além dele.

Mas o próprio Darwin agiu assim, linearmente, ao elaborar sua teoria? Não. Foi um trajeto correto, passo a passo, acumulado, do Fixismo ao Evolucionismo? Também não. O mesmo aconteceu com o desenvolvimento dos modelos atômicos e com quase todos os avanços do pensamento científico: houve idas e vindas, discussões calorosas, golpes e falcatruas, criatividade, desespero e dúvidas, muitas das quais ainda persistem. Sob esse ponto de vista, ensinar aspectos da produção e do desenvolvimento do conhecimento como se fosse algo linear, durante o qual todos concordaram com as iluminadas manifestações de uns poucos e privilegiados gênios, é muito contraproducente, além de ser uma mentira.

O conhecimento, assim como a Ciência e a vida, passa pelos sentidos, pela intuição, pelas emoções e também pelo racional. As inteligências são múltiplas, as fontes de conhecimento também, as formas e os modos igualmente o são, gerando um mundo de complexidade que nós, como educadores, não podemos ignorar, por mais difícil que seja gerir isso na prática.

Quando explicamos, diante do quadro-negro ou do que houver disponível, ecologia a crianças do 6º ano, por exemplo, precisamos ter em vista que não só o **conceito** de nicho precisa ser considerado, mas também o entendimento que essas crianças têm da **pala-**

vra nicho. Onde mais elas já tiveram contato com essa palavra, se é que tiveram?

Isso precisa ser considerado inclusive ao fazer uma atividade. Em dada ocasião, ao pedir para que certo grupo de estudantes encontrasse exemplos de espécies em determinado trecho de um conto, percebi, derrotada, que nenhum aluno fora capaz de encontrá-los. Mais tarde fui entender que o problema não era o conceito de espécie, mas a palavra trecho. Como encontrar algo relativamente novo dentro de um contexto misterioso?

Bioantropológicas

Aptidões físicas do cérebro e singularidades da mente humana.

Noológicas

Relativas às teorias abertas, que permitem a sua própria crítica, reformas, e abraçam o pensamento da complexidade.

O(s) conhecimento(s) tem(têm) muitas fontes, causas de erros e ilusões múltiplas e renovadas, o que gera uma incerteza que a educação precisa considerar. O conhecimento, enquanto é gerado, organizado e difundido, sofre influências de condições **bioantropológicas**, socioculturais e **noológicas**, sendo sempre passível de erro e ilusão (MORIN, 2000).

Capturamos e apreendemos a realidade por meio de nossos sentidos: a visão, a audição, o tato, o paladar, o olfato e até outros, mais subjetivos e sujeitos a discussões acaloradas desde sua existência até sua validade. Tais estímulos ou sinais, quando captados, não são de forma “crua”, imediata. Eles antes têm de ser codificados, tanto do ponto de vista do(s) órgão(s) envolvido(s) quanto da interpretação dada pelo aparato mental.

Podemos usar como exemplo disso a clássica situação da sensação de estarmos em movimento quando, na verdade, não estamos. Sentados dentro de um ônibus parado, ao lado de outro, quando este se move, a primeira reação que temos é a de achar que foi o nosso ônibus que se moveu, ou seja, a nossa percepção nos enganou.

O conhecimento é um acúmulo de experiências e práticas, bem como de reflexões sobre elas, de explicações e teorizações que partem dessas reflexões, mas não apenas isso; para D’Ambrosio (1998), o conhecimento é uma busca de sobrevivência associada à busca de **transcendência**, estando em permanente transformação e crescimento por conta da existência de um conflito contínuo entre o conhecimento coletivo e o conhecimento individual. Este sempre cresce e aumenta em desordem, estando associado à criatividade. Aquele tende a ser ordenado, devido ao processo de compartilha-

Transcendência

Para o autor, significa ter um sentido de história e de futuro.

mento por comunidades e sociedades, e está associado ao que se entende por tradição: valores, explicações, modos de comportamento e outras orientações para o viver e proceder dos indivíduos.

Dentro do que se entende por conhecimento coletivo está o conhecimento disciplinar – chamado simplesmente de *as disciplinas* –, que é o que se trabalha em um contexto educativo. As disciplinas são conjuntos de modos de explicar, manejar, refletir, prever comportamentos e fenômenos. Esses modos estão associados a normas e procedimentos e são organizados de acordo com critérios próprios e específicos.

O estudante, contudo, “entra” na disciplina com o seu conhecimento individual: a sua própria história, suas percepções interpretadas, suas ilusões e convicções e, ainda, se dentro de um contexto de Ensino Básico, suas transformações físicas e hormonais próprias da idade e também específicas de sua individualidade, o que ajudam a dispersar sua concentração. “No fundo, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior [...]” (BACHELARD, 1996, p. 17).

Inevitável o conflito gerado nesse encontro de conhecimentos, ambos os lados cheios de interesses que divergem. É neste conflito e nessa tensão que a educação, inclusive a de Ciências e Biologia, tenta ser realizada.

1.2 Considerações sobre o conceito de Ciência

Tal como ocorre com a concepção de conhecimento, a compreensão que temos de Ciência fica adormecida no lugar-comum como algo certo e sólido, e, somente quando confrontada por uma pergunta direta – *O que é Ciência?* –, surgem tentativas de conceitualização que merecem grande atenção por parte do professor.

Ao defrontar uma turma do 7º ano (em 2009) com essa exata pergunta, no primeiro dia de aula, as respostas que obtive giraram em torno das seguintes colocações:

1. É a *disciplina* Ciências;
2. É aquilo que gera a natureza;
3. É vida;

4. É o corpo humano;
5. Ensina como cuidar do meio ambiente;
6. Existe em tudo;
7. É uma descoberta;
8. É tudo aquilo que existe entre humanos e animais;
9. Estuda animais, vegetais, plantas, mas não células, bactérias e fungos;
10. É o que estuda o planeta;
11. É o que dá valor ao mundo;
12. É para quem se esforça;
13. Um monte de coisas;
14. O estudo do mundo em feitos.

“Para muitos, a Ciência é algo ainda distante e um tanto difuso”, afirmam Bazzo et al. (2003). Pelo padrão das respostas dessa turma específica de alunos, podemos perceber a falta de clareza. É provável que, pelo modo como se procede o ensino de Ciências, a maioria dessas crianças se tornem adultos com falta de clareza semelhante, futuramente relacionando a Ciência quase exclusivamente a desenvolvimentos científicos notáveis ou a nomes de cientistas conhecidos (mal recordando o que eles exatamente faziam ou para quê).

Essa forma de ver a Ciência está dentro do que alguns autores chamam de **concepção herdada** (ou tradicional). Nesta, é vista como um “[...] empreendimento autônomo, objetivo, neutro e baseado na aplicação de um código de racionalidade alheio de qualquer tipo de interferência externa.” (BAZZO et al., 2003, p. 14).

Essa concepção herdada da Ciência é um modo de ver que remonta à visão denominada **positivista** da Ciência, que vigorou entre os estudiosos e pesquisadores até a década de 60 do século XX. A partir desse período, começaram a surgir novas propostas para se ver a Ciência, encimadas por duas premissas principais:

1ª: *Toda observação está carregada teoricamente.*

Isso quer dizer que o cientista, como qualquer indivíduo, percebe as informações através de seus sentidos (conforme vimos

Positivismo

Conceito ideológico que consiste na premissa de que a experiência dos sentidos é a única capaz de produzir a verdadeira Ciência, a partir de dados concretos de um mundo apenas físico e material, sem imaginação ou quaisquer atributos que não sejam exclusivamente racionais. O Positivismo também defende que o conhecimento científico é a única forma de conhecimento verdadeiro, de modo que desconsidera todas as outras formas de conhecimento que não possam ser comprovadas cientificamente.

no segmento anterior) e, da mesma forma como acontece com todos, cai em erros e ilusões oriundos de suas interpretações. Essas interpretações são geradas conforme uma redoma de pré-leituras e preconceitos que o cientista, como observador e/ou manipulador de fenômenos, irá inferir na apuração dos dados que obtiver. Ele tem suas ideologias, suas preferências teóricas, suas pressões políticas, seus bons e maus dias, e tudo isso interfere na análise de seus dados.

Este fator emocional, contudo, geralmente não é considerado quando pensamos sobre o que é Ciência, porque herdamos a concepção positivista de vê-la, que enfatiza a racionalidade, a neutralidade, a “pureza” **empiricista** que haveria nela.

2ª: *As evidências empíricas são escolhidas.*

Na atividade científica, sempre é possível produzir mais de uma teoria ou hipótese, com valor empírico equivalente, mas cujas explicações para um fenômeno em comum são incompatíveis. Qual será a mais válida? E quem decide isso? Frequentemente, a chamada “evidência empírica relevante”, ou aquela teoria ou hipótese escolhida como a explicação a vigorar, é aquela cuja carga teórica de observação é a do contexto ideológico vigente. Quem decide? A comunidade científica, que, como qualquer outra comunidade, associação ou afins, é política e possui interesses que vão do econômico ao ideológico.

Por conta desse fato, autores como Bruno Latour pensam a atividade científica como mais um processo social, regulado basicamente por fatores, como pressões econômicas, prazos apertados, expectativas profissionais ou interesses sociais específicos.

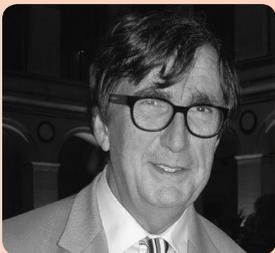


Figura 1.1 - Bruno Latour.

Bruno Latour é um filósofo francês (nascido em 1947) conhecido por descrever o processo de pesquisa científica dentro da perspectiva **construtivista**, privilegiando a interação entre o discurso científico e a sociedade. Seus livros de maior destaque são: **Jamais fomos modernos** e **Ciência em ação**.

Empirismo

Relativo a *empírico*, *experimental*. O Empirismo é um movimento filosófico que postula as experiências como principais, senão únicas, formadoras de ideias. Surgiu como contraponto à noção de inatismo, ressaltando a importância de uma metodologia lógica, experimental, para a atividade científica, em uma época na qual muitas teorias eram fundamentadas na fé e na intuição. Atualmente, sofre algumas críticas por desdenhar de outros fatores importantes na atividade científica, como a criatividade e a imaginação (até mesmo a volta da intuição).

Construtivismo

Em resumo, a linha construtivista assume que cada indivíduo tem a sua maneira de processar o conhecimento adquirido. Assim, assume, em consequência, que não existe apenas “um único método” para a realização de uma tarefa.

Geração espontânea

Hipótese que se desenvolveu para tentar explicar o aparecimento, aparentemente súbito, de animais e vegetais. De acordo com ela, a vida surgiria espontaneamente, sozinha, da matéria bruta.

Biogênese

De acordo com essa hipótese, a vida teria que surgir de outra preexistente.

Fixismo

Doutrina ou teoria filosófica que propunha que todas as espécies haviam sido criadas por um poder divino e que permaneciam imutáveis para todo o sempre.

Paradigma

Do grego *parádeigma*, significa “modelo” ou a “representação do padrão a ser seguido”. Existe um paradigma para tudo, desde o conhecimento científico até o comportamento alimentar, por exemplo. Paradigmas se apoiam em preconceitos e estereótipos, são construídos ao longo da História Cultural dos povos e, por isso, são muito difíceis de serem alterados, embora não seja impossível.

Observando a Ciência sob essas premissas, é compreensível a resistência dos filósofos e cientistas dos séculos XVI e XVII em abandonar a **geração espontânea**, ainda que diante de sólida argumentação e cuidadosa atividade empírica dos que terminaram apoiando a **biogênese**.

Os homens que acreditavam na geração espontânea estavam entre os intelectuais de sua época e observavam os fenômenos com o arcabouço teórico e ideológico disponível. A noção de evolução ainda estava longe de ser proposta, de modo que o **Fixismo**, aceito até o século XVIII (ou seja, mais um século adiante), norteava as elaborações de todas as áreas do conhecimento. Se era Deus que criava as espécies, nada havia de espantoso em pensar que a planta simplesmente brotava da terra, ou que larvas surgiam da carne morta por si mesmas.

Ademais, dentro do contexto escolar, é pela noção da geração espontânea que a maioria das crianças veem os fenômenos, ainda que sem dar esse nome às suas explicações. É preciso, como educador, trazer à tona esses esclarecimentos e trabalhá-los, antes de explicar o Evolucionismo ou mesmo a mais elementar concepção de interação entre as espécies. Porque, se a vida surge por si mesma, como compreender a inter-relação das espécies e do mundo abiótico ou mesmo o delicado equilíbrio do mundo?

Esse exemplo do demorado e conturbado declínio da geração espontânea e da ascensão nada fácil da biogênese é excelente para demonstrar outra característica importante da Ciência: a sua dinâmica.

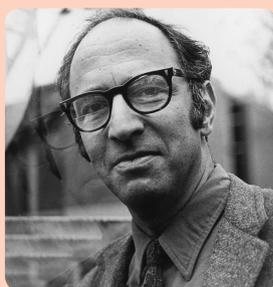


Figura 1.2 - Thomas Kuhn.

Thomas Kuhn foi um físico norte-americano cujo trabalho incidiu sobre a história e a filosofia da Ciência, tornando-se um marco importante no estudo do processo que leva ao desenvolvimento científico. Seu livro mais destacado é **A estrutura das revoluções científicas**, de 1962.

Sendo a Ciência uma atividade humana, passa por momentos de estabilidade e de instabilidade, que Thomas Kuhn, em 1962, denominou de períodos de **Ciência Normal** – os de estabilidade – e outros de **Ciência Revolucionária** – quando ocorre uma instabilidade que gera rupturas com o **paradigma** vigente.

Durante a Ciência Normal, os cientistas, orientados pelo paradigma teórico compartilhado, trabalham dentro de uma rotina conhecida buscando e aprimorando detalhes de problemas teóricos e experimentais que não divergem do paradigma. Ao mesmo tempo, contudo, pequenos problemas sem solução vão surgindo e sendo deixados “na gaveta”, até que, em certo momento, o acúmulo deles é tal que se torna impossível ignorar a realidade: a lógica dominante tem falhas, anomalias, e não está sendo capaz de explicar tudo.

Inicia-se uma crise.

Essa crise é caracterizada pelo surgimento de paradigmas alternativos e por polarizações dentro da comunidade científica que passam a disputar entre si. Essa rivalidade gera uma mudança na produção dos problemas disponíveis, nas metáforas usadas e nos valores da comunidade, induzindo a uma alteração na imaginação científica. Ocorre uma guinada enorme no modo de se ver e fazer a Ciência. Velhas questões são revisitadas, novas descobertas são feitas em cima de velhos **axiomas** e ocorre uma verdadeira revolução científica – daí o termo Ciência Revolucionária.

Aos poucos, a poeira se assenta, o paradigma revolucionário se torna o vigente, e a Ciência retorna a seu período de estabilidade.

As duas fases são essenciais para o desenvolvimento do conhecimento científico, e pode-se dizer que essa dinâmica também acontece na mente dos estudantes quando apresentados ao que, para eles, são novas representações do mundo conhecido desde seu nascimento e visto todos os dias. No entanto, como toda mudança, há muita resistência e é necessário jogo de cintura, inclusive muito “carisma”, por parte dos professores de Ciências e Biologia. É como se eles precisassem seduzir a mente dos educandos para a lógica científica.

Uma vez que o conhecimento tem entre suas dimensões a carga emocional, afetiva, por vezes um aluno não quer se deixar convencer pelos fatos, pois o modo como ele via o mundo até então era mais atraente, às vezes por parecer mais seguro. No momento em que precisamos abandonar uma convicção, se não existe o abraço imediato de outra – e muitas vezes não há –, ocorre uma vacilação intelectual que se reflete no emocional. É como se o professor esti-

• **Axioma**

- Premissa que se entende
- como imediatamente
- evidente e admitida
- como universalmente
- verdadeira, sem exigência de
- demonstração.

vesse acenando do outro lado do rio; o aluno não vai simplesmente atravessá-lo a nado, especialmente se este for caudaloso.

Imagine quando apresentam a uma criança, que vê todos os dias o Sol “nascer” de um lado e “morrer” do outro, o modelo heliocêntrico. Dizem a esta criança que o que ela vê não se aplica na realidade; que o Sol não nasce nem morre, é a Terra que gira em torno dele.

Não só existe a impossibilidade visual da Terra girando em torno do Sol como há, “de carona”, a obrigatoriedade de pensar que a Terra não é plana, como vemos, nem maior do que o Sol, como também vemos. É uma abstração que requer muito esforço intelectual e modifica toda uma estrutura de vida perante o mundo.

Foi isso que os intelectuais geocentristas, fixistas e tantos outros que houve sentiram quando viram seus modelos de pensamento se tornar obsoletos. E é isso que acontecerá conosco quando passarmos pela próxima guinada paradigmática.

A partir do século XX, novos enfoques sobre Ciência, com forte implicação na formulação de políticas públicas, começaram a tomar corpo e importância. Bazzo et al. (2003) citam duas linhas principais, expostas sucintamente no quadro a seguir.

	Ciência Acadêmica	Ciência Reguladora
Metas	“Verdades” originais e significativas	“Verdades” relevantes para a formulação de políticas
Instituições	Universidades, organismos públicos de investigação	Agências governamentais, indústrias
Produtos	Artigos científicos	Informes e análises de dados, que geralmente não se publicam
Incentivos	Reconhecimento profissional	Conformidade com os requisitos legais
Prazos temporais	Flexibilidade	Prazos regulamentados, pressões institucionais
Opções	Aceitar a evidência. Rechaçar a evidência. Esperar por mais ou melhores dados.	Aceitar a evidência. Rechaçar a evidência.
Instituições de controle	Pares profissionais	Instituições legisladoras Tribunais Meios de comunicação

Procedimentos	Revisão por pares, formal ou informal	Auditorias Revisão reguladora profissional Revisão judicial Vigilância legislativa
Padrões	Ausência de fraude e falsidade Conformidade com os métodos aceitos pelos pares Significado estatístico	Ausência de fraude e falsidade Conformidade com os protocolos aprovados e com as diretrizes da agência institucional Provas legais de suficiência (isto é, evidência substancial, preponderância da evidência)

Quadro 1.1 - Características da Ciência Acadêmica e da Ciência Reguladora. (Adaptado de: BAZZO et al., 2003, p. 30).

Analisando o Quadro 1, percebemos que a Ciência Tradicional (ou Acadêmica) move-se em ambiente de consenso teórico e prático, não tem implicações políticas imediatas e impede, no geral, a participação pública e de grupos de interesse. Há até uma crítica com relação a essa conduta, levando à anedota de que tais cientistas vivem em uma “torre de marfim”, isolados da realidade do mundo e insensíveis a seus apelos imediatos. É claro que tal concepção é susceptível a estereotipia e necessita de ponderação, uma vez que o risco de rotular pessoas e ideias é conduzir ao erro de julgamento e a uma discriminação desnecessária.

Já a Ciência Reguladora mostra uma atividade científica totalmente voltada para a assessoria de formulação de políticas, proporcionando as bases para a ação política. Os cientistas aqui alocados lidam com fatos incertos, paradigmas teóricos pouco desenvolvidos, métodos inconsistentes, muita pressão, escassez de conhecimento e de tempo, entre outros aspectos controversos. Exemplos desse tipo de Ciência são as análises de impacto ambiental e a avaliação de tecnologias, entre outros.

Ao contrário do que parece ocorrer na Ciência Acadêmica, a Ciência Reguladora transita na chamada **Transciência**, qual seja: quando surgem questões que dizem respeito à Ciência, mas que os cientistas não são capazes de responder com a precisão que se espera e/ou se precisa (BAZZO et al., 2003).

Essas questões transcenderiam à Ciência pelos seguintes motivos:

- **Transciência**
- O termo advém do verbo
- *transcender*, que significa
- “passar além”, “ultrapassar”,
- “exceder”. Em outras palavras,
- Transciência é quando a
- Ciência ultrapassa
- a si própria.

1. *É impossível determinar diretamente as probabilidades de que aconteçam eventos extremamente infrequentes.*

Existem situações em que não é possível estipular se determinado problema acontecerá ou não. Sendo assim, mal dá para antever danos, catástrofes ou outros azares. Por exemplo: reatores nucleares. A probabilidade de um acidente catastrófico envolvendo um reator nuclear é tão baixa que não se pode dizer que a construção de um seja desaconselhável. Por outro lado, não é possível afirmar que seja cem por cento segura.

Outro exemplo disso é o uso de telefones celulares, sobre o qual ainda não há consenso de que a incidência de câncer esteja ou não relacionada a eles.

2. *É impossível extrapolar o comportamento de protótipos ao comportamento de sistemas em escalas reais sem uma perda de precisão.*

Acontece muito nas engenharias. Antes de lançar um novo modelo de foguete, por exemplo, fazem-se simulações em laboratório usando protótipos, modelos e conserta-se o que não funcionar com esse protótipo. No entanto, no momento em que este se transformar no foguete em questão, não há como assegurar que nada vá dar errado.

Além disso, existem situações em que não há como aguardar resultados mais completos, dados mais precisos, antes de tomar uma decisão sobre alguma questão. Existem pressões de ordem econômica, política e social, que fazem com que entrem no mercado novas drogas, por exemplo, que não estão completamente testadas.

3. *É impossível responder a questões de valor.*

Pedir para que um corpo de cientistas decida quais os problemas mais importantes, mais urgentes, aos quais a Ciência deve se dedicar, as suas prioridades, transcende à Ciência porque, primeiro, as respostas são muito custosas e exigem tempo demais. Segundo, o que a Ciência estuda é tão variável que não é possível reunir todos os dados dentro de uma ótica uniforme. E, terceiro, questões de valor envolvem juízos éticos, políticos e estéticos, não apenas científicos.

Cientistas trabalham com questões de fato. Questões de valor são para os filósofos da Ciência.

Ciência, do latim *scientia*, equivale a “saber”, “conhecimento”. Porém, há saberes que não podem ser enquadrados como científicos, e o próprio conhecimento científico pode seguir até cinco estilos diferentes de raciocínio. Por isso, é difícil falar de Ciência como algo inserido ou orientado por um método ou uma estrutura específica.

Os cinco estilos de conhecimento científico

Bazzo et al. (2003) indicam: 1) a exploração e a medição experimental específicas da Física, da Química e da Biologia; 2) a elaboração de modelos hipotéticos, comum em Ciências Cosmológicas ou Cognitivas; 3) a classificação e a reconstrução histórica presente da filologia (estudo da língua) e da Biologia Evolutiva; 4) a elaboração de postulados e provas em Lógica e Matemática; 5) a análise estatística de populações da economia e partes da genética.

Contudo, ainda se pode falar em atitude científica ou em saber científico, porque existe uma credibilidade quase universal em seu torno. Credibilidade conquistada por conta do êxito em resolver muitos dos **problemas** que surgiram na história da humanidade. Êxito este angariado devido ao uso da matemática, ao uso de procedimentos padronizados por provas e refutações, à **generalidade** de suas afirmações e seus conhecimentos, à instrumentação e às práticas experimentais.

Os avanços medicinais, as melhorias da engenharia, a descoberta e o uso da eletricidade.

A Teoria da Evolução, a Lei da Gravitação Universal, a Teoria da Relatividade.

1.3 Considerações sobre o Conhecimento Científico

Diante do mundo, os primeiros conhecimentos que construímos são baseados em situações concretas: o que vemos, o que tocamos, o que ouvimos, o que sentimos pela gustação e pelo olfato. As impressões que obtivemos dessas experiências sensíveis – as quais vêm das sensações promovidas pelos nossos cinco sentidos – variam de muito palpáveis a muito difusas. Posso tocar uma gar-

rafa e perceber, juntamente com a minha visão, se ela é feita de vidro ou de plástico (impressão palpável); e posso julgar estar sendo observada ou seguida (impressão difusa), embora não veja nem ouça nada efetivamente.

Bastante claras ou vagas, essas impressões são concretas, porque vêm do mundo imediato, físico e, à primeira vista, indiscutível. Não se sente necessidade de ir além da explicação que nosso próprio corpo já oferece.

É assim que “tenho” frio ou calor, que a umidade “entra” na casa, que o sol “nasce” e “morre”, que a terra é plana, e o mundo terreno infinito. Que as cores são as mesmas para todo mundo, que as moscas “surgem” na fruteira e que o relâmpago desce do céu.

O conhecimento científico tem por diferencial a abstração das impressões concretas. Ele exige uma inversão de perspectiva, de modo de interpretar o que nossos sentidos capturam da realidade. Para que essa inversão aconteça, para que o “ter frio” se transforme em “perder calor para um ambiente de menor temperatura”, é preciso, na maioria das vezes, uma ruptura.

A explicação científica defende o contrário da explicação espontânea – a que vem das impressões sensíveis. Enquanto esta se apresenta esparsa e contraditória em si mesma, aquela se pretende coerente e clara, ao menos durante seu período de normalidade.

Mais do que apenas refinar ou refutar a racionalidade do senso comum, oriundo das impressões sensíveis, a racionalidade do conhecimento científico rompe com os princípios imediatistas das experiências dos sentidos, porque exige uma nova razão, uma nova explicação, que resista a todos os seus questionamentos. Enquanto minha impressão visual diz “a madeira é marrom”, a abstração exigida pela racionalidade do conhecimento científico diz “será mesmo?”.

Note a diferença: o conhecimento sensível faz uma afirmação; o científico gera uma pergunta. Para Bachelard (1996), não pode haver conhecimento científico sem que haja uma pergunta, porque a cultura científica deve ser posta em estado de mobilização permanente para manter o conhecimento aberto e dinâmico, dialtizando todas as variáveis experimentais.

Por isso, a mecânica clássica ou newtoniana ainda explica muita coisa, porém não tudo, e por isso existe também a mecânica quântica, que tem as respostas para as questões que a clássica não teve como responder. No entanto, também não explica tudo.

A ruptura necessária para a inversão paradigmática que o conhecimento científico exige deve ser drástica, catártica, intelectual e afetivamente, já que não adianta simplesmente adquirir este conhecimento. Ele não deve coabitar o indivíduo com o conhecimento comum. Ele deve assumir seu lugar.

É claro que isso não é simples, e a relação entre educador e educando em Ciências é, muitas vezes, nas palavras de Bachelard (1996), patogênica, pois gera uma tensão constante: resistência contra insistência.

Uma vez que o conhecimento científico vai contra o conhecimento sensível, Bachelard (1996) afirma que, para substituí-lo, é necessário passar por *obstáculos*, que ele chama de **epistemológicos**, mas que podemos, neste contexto, associar aos **obstáculos de aprendizagem**.

Esses obstáculos, de acordo com ele, não têm a ver diretamente com a complexidade ou com o caráter efêmero, transitório dos fenômenos dos quais a Ciência se ocupa. Nem com a fragilidade dos nossos sentidos, no que se refere à fisiologia insuficiente. É o ato de conhecer em si que é lento, difícil, cheio de conflitos cognitivos e emocionais, gerando os obstáculos para a compreensão científica. É a própria evolução da aprendizagem que, permeada por obstáculos e dificuldades, faz com que o aprendiz fique parado, desanimado e, às vezes, até regrida aquilo que havia acabado de aprender.

Se, no pensar de Maturana (2001), a Ciência é definida por um modo de explicar, é preciso reformular a vivência daquele para quem se explica a Ciência. E este só irá efetuar essa reformulação se *aceitá-la*. Se não houver aceitação, a explicação científica não existirá para esse indivíduo, preferindo a explicação fornecida por seu conhecimento sensível.

Bachelard (1996) explica como o ato de conhecer pode ser um obstáculo para o conhecimento científico, longamente, com muitos detalhes, em sua obra **A formação do espírito científico**, de 1938.

⋮ **Epistemologia**
⋮ Conjunto de conhecimentos
⋮ que tem como foco o próprio
⋮ conhecimento, incluindo o
⋮ científico.



Figura 1.3 - Gaston Bachelard.

A formação do espírito científico (1938) foi reeditado contínuas vezes devido à atualidade de muitas de suas pontuações, e até provocações ao modo como a educação científica leva alguns aspectos de sua prática. Está indicado como umas das bibliografias complementares por ser uma leitura instigante e válida a educadores em formação e em atuação.

A noção de obstáculo epistemológico, de um modo geral, leva em consideração o desenvolvimento histórico do pensamento científico, que ocorreu de maneira semelhante ao que ocorre com a maioria dos educandos em Ciências.

Segue, na próxima página, um quadro montado com o intuito de esclarecer alguns pontos tomados como principais. Por ser abrangente e um resultado de minhas interpretações da leitura sobre o assunto, não deve ser visto como definição nem como referência, mas apenas como um guia rápido.

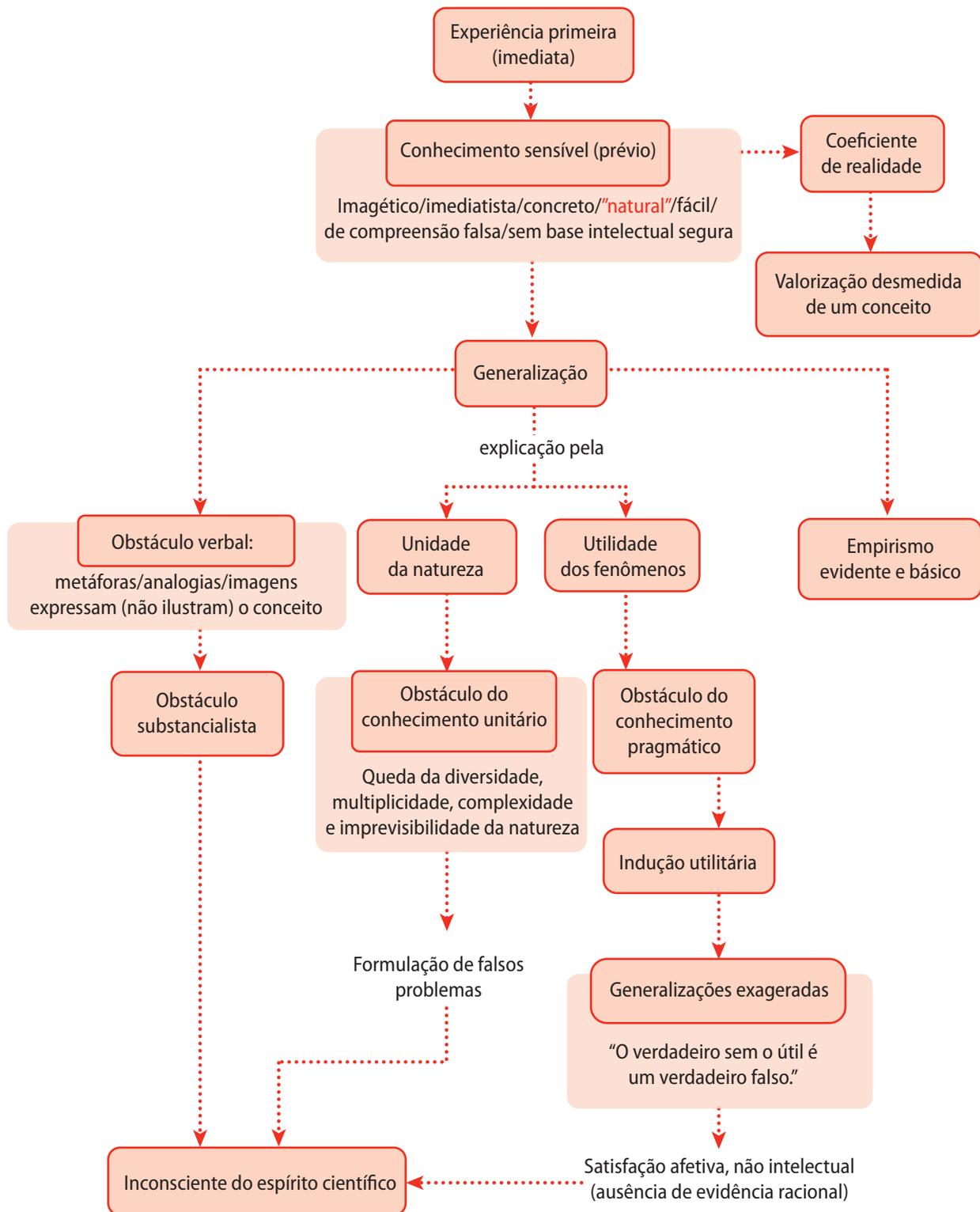
Analisemos agora cada um desses obstáculos.

Coeficiente de realidade

Pelo modo como Bachelard enxerga a aprendizagem em Ciências, o primeiro grande obstáculo é a experiência imediata, ligada aos sentidos, como já detalhamos.

Essa experiência primeira gera um conhecimento, tão ligado às sensações quanto o foi a experiência que o originou. São os conhecimentos prévios que os estudantes levam para a sala de aula, e que você mesmo, como estudante de graduação, também tem (embora em níveis diferentes).

Esse tipo de conhecimento é duramente criticado por Bachelard (1996), que o adjetiva de imagético (fortemente relacionado a representações que assumem a realidade como se fosse a própria, gerando um “esquecimento” de que são representações), concreto (no sentido de não haver reflexão e conseqüente abstração dessa realidade), fácil, “natural” (ou óbvia, sem necessidade de discussão ou ponderação), o que leva a uma sensação falsa de compreensão



Quadro 2.1 - A formação de obstáculos ao conhecimento científico. (Adaptado de: BACHELARD, 1996).

do fenômeno e porquanto a uma base intelectual frágil, facilmente desestabilizada quando posta à prova.

Pelo teor da “naturalidade” desse conhecimento prévio, ocorre um problema que o autor cunhou de **coeficiente de realidade**, isto é, a explicação frágil se torna sinônimo da realidade. Cria-se então um conceito, uma explicação a essa realidade falsa, que nada fundamenta, mas que assim mesmo acaba supervalorizada.

Podemos voltar ao exemplo da geração espontânea: ver as larvas saindo das frutas é uma experiência imediata, baseada fundamentalmente nas sensações, especialmente a visão.

Essa observação gera um conhecimento sensível, que é: larvas nascem de frutas. É tão visível, tão “natural” que elas nasçam das frutas que não existem razões para discutir isso.

A geração das larvas pelas frutas se torna um coeficiente de realidade, que, por sua vez, valoriza ao extremo o conceito associado, que é: a vida surge da matéria bruta, inanimada. E quem a põe lá é Deus.

Generalização

O que nos leva ao segundo obstáculo: a **generalização**, grande vilã do conhecimento humano e principal geradora dos nossos preconceitos.

Generalizar é estender uma explicação (na forma de princípio ou conceito) a todo e qualquer caso possível, tendo ou não sido observado por nós.

A Ciência usa muito a generalização. A Lei da Gravidade é uma delas. Estamos absolutamente certos de que qualquer coisa que se largue na Terra irá para o chão. Nós mesmos estamos no chão por causa dessa lei.

A diferença entre a generalização da Gravidade e, por exemplo, a generalização do geocentrismo é que esta não aguentou aos experimentos, enquanto que aquela continua funcionando.

Mas o modelo geocêntrico, não há como negar, já foi considerado correto, e por isso Bachelard (1996, p. 25-69) se põe fervorosamente contra as generalizações:

[...] generalizam-se as primeiras observações no instante seguinte, quando não se observa mais nada. [...] Nada prejudicou tanto o progresso do conhecimento científico quanto a falsa doutrina do geral.

A generalização leva a um empirismo evidente e básico, ou seja, a atividades experimentais simples, de resultados que até podem ser atraentes, mas que não trazem nada de novo nem levam a lugar nenhum.

Tornando ao caso da geração espontânea, as experiências realizadas por seus defensores seguiam este molde do empirismo básico: Jean Baptiste Van Helmont, médico belga e memorável fisiologista vegetal, ensinou como gerar camundongos a partir de uma camisa suada e de germe de trigo. Em vinte e um dias, ele prometia, os camundongos viriam.

Obstáculo verbal e obstáculo substancialista

A generalização se manifesta também na forma de **obstáculo verbal**: palavras sendo usadas para expressar fenômenos variados, sem explicá-los de fato. Cria-se uma associação imediata entre palavra e fenômeno, a ponto de reconhecê-lo na palavra sem tê-lo conhecido antes.

O obstáculo verbal é uma derivação da generalização que leva a outro obstáculo, o **substancialista**. Neste, uma palavra, ou uma imagem, ou uma metáfora, uma analogia, *assume* o lugar da explicação do fenômeno, tornando-se sua substância, sua essência. Não se consegue mais explicar o fenômeno sem usar a palavra, a metáfora, etc.

Desse modo, a palavra generaliza o fenômeno, torna-se uma evidência clara e distinta, sem necessidade de ser explicada: “[as palavras] são imagens particulares e distantes que, insensivelmente, tornam-se esquemas gerais” (BACHELARD, 1996, p. 97).

Exemplos desse tipo de obstáculo é a comparação do órgão cardíaco a uma bomba; do sistema nervoso a uma rede elétrica ou telefônica; do cérebro a uma noz, de um computador a um cérebro, e assim por diante (Figura 1.4). A Biologia é permeada por manifestações metafóricas e analógicas, além de ser extremamen-

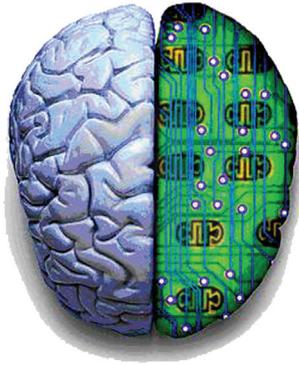


Figura 1.4 - Comparação entre o cérebro humano e o computador.

te visual. É praticamente impossível a qualquer professor, seja de graduação, de Ensino Fundamental e Médio, explicar fenômenos e sistemas biológicos sem o uso de imagens, metáforas, analogias e outras formas de comparação e explicação.

A solução não é abdicar desses modos explicativos; porém deve-se deixar claro, a si mesmo e aos alunos, que se trata de uma *representação*, e que, portanto, não adianta buscar aquela exata imagem da célula vegetal, por exemplo, com todas as suas organelas e estruturas perfeitamente instaladas, em um corte de tecido vegetal sob o microscópio.

Ademais, é saudável ter em mente, também, que imagens, mesmo fotográficas, não têm assimilação nem significação imediata, pronta: é preciso aprender a enxergá-las de acordo com o olhar do biólogo. Esse olhar não nasce pronto; ele é apreendido ao longo do curso, com um bombardeio simultâneo das diversas disciplinas, dos livros, dos manuais, dos atlas e dos próprios organismos utilizados em atividades práticas.

Refleta sobre sua trajetória no curso, pense sobre como as imagens foram apresentadas a você, e por quanto tempo: e procure se lembrar disso na hora em que não compreender por que seus alunos do Fundamental, por exemplo, não entendem algo tão banal quanto a estrutura externa de uma folha de goiabeira.

Obstáculo do conhecimento unitário

A generalização costuma ser explicada pela *unidade* da natureza ou pela *utilidade* dos fenômenos, ou ainda por uma combinação de ambas.

O exemplo de explicação pela unidade está na lei implícita de que todo ser vivo passa por um ciclo vital: nascimento, desenvolvimento, reprodução, envelhecimento, morte. O que não se encaixar nesse ciclo ou não é vivo ou é um enigma.

Tal forma explicativa conduz a um obstáculo tido como **obstáculo do conhecimento unitário**, avesso ao pensamento complexo, e que leva, no entender de Bachelard, à formulação de falsos problemas ou falsas explicações, por transformar a variação natural em variedades de uma só natureza.

Tomemos os fungos como exemplo. Até que se resolvesse o problema criando um Reino à parte – o *Fungi* –, não se sabia onde enquadrá-los: seriam vegetais ou animais? Rachar a cabeça na tentativa de enquadrar os espécimes em um ou outro reino existente desde Lineu é o tipo da formulação de um falso problema, no viés bachelardiano. O que isso *realmente interessa*?

Por que classificamos?

Classificar é importante não só para biólogos, como para todos os seres humanos. Até o mais elementar dos atos, como pôr a roupa para lavar na máquina, obedece a um padrão classificatório: roupas escuras, roupas brancas, roupas coloridas. Ficamos menos apreensivos com o resultado da lavagem – podemos usar alvejante nas roupas brancas sem peso na consciência, sem temer pelo pior neste caso: o desbotamento.

Classificamos as pessoas como classificamos as roupas; o mecanismo mental é o mesmo. As explicações, as justificativas são outras. E toda classificação está fundamentada em um conceito prévio que temos, que aprendemos a ter, com relação ao que está sendo classificado – em suma, em nossos preconceitos. É desse modo que nós, humanos, nos movimentamos em um mundo de símbolos. É desse modo, afinal, que enxergamos as coisas. O preconceito se torna um problema quando conduz à discriminação, que é o primeiro passo para a segregação, para a abolição dos direitos do outro, devendo ser evitada e combatida.

Mais vale buscar pela essência dos fungos, e isso não é colocá-los em um reino ou noutro, mas compreender seu modo de viver, seu encaixe no mundo, suas interações.

Obstáculo do conhecimento pragmático

E esta busca pode esbarrar em outro obstáculo, baseado nas explicações de ordem *utilitarista* – o **obstáculo do conhecimento pragmático**, que pressupõe que a não existência de uma *razão útil* para determinado fenômeno é praticamente o mesmo que não ter razão para *existir* tal fenômeno.

Cria-se uma cadeia viciada de pensamento, que Bachelard (1996) acusa de *indução utilitária*: se não houver utilidade, não há princípio explicativo; se não houver princípio explicativo, não há razão de ser; se não houver razão de ser, não pode ser verdadeiro.

Uma leitura inicial sobre o tema você pode ter na edição 143 da Revista **Superinteressante** (agosto de 1999) ou na versão on-line do mesmo artigo: <http://super.abril.com.br/superarquivo/1999/conteudo_94658.shtm>. Para uma leitura menos sensacionalista, tente a edição 269 da Revista **Ciência Hoje**, de 2009, também disponível eletronicamente: <<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2009/261/sexo-com-o-mesmo-sexo/?searchterm=homossexualismo>>. (Acesso em: 21 abr. 2010).

Um exemplo? O homossexualismo nos animais não humanos. Se a premissa explicativa para o enlace amoroso entre machos e fêmeas é a reprodução, que razão existe na união em que não é possível haver reprodução alguma?

Quando biólogos começaram a ver e a registrar eventos homossexuais na natureza e, com o tempo, não foi mais possível abafar esses casos relegando-os à categoria do ocasional, do pouco frequente, das anomalias, começaram o dilema e o martírio na mentalidade científica. Principalmente dos biólogos, já que viam os fenômenos esbarrando em um preceito essencial: a perpetuação das espécies.

Desde então, foram propostas diversas explicativas *úteis* para algo inicialmente inútil: falta de opção na região, confinamento em zoológicos, até ***ingenuidade dos animais envolvidos***.

Inconsciente do espírito científico

Todos esses obstáculos levam a um **inconsciente do espírito científico**, marcado por um conhecimento bambo, que não questiona de fato, não investiga, que se mascara sob falsa racionalidade científica. Um conhecimento inconsciente de si mesmo.

Deve-se, daí, enfrentar esta inconsciência – razão de um amolecimento do pensamento e do ânimo crítico, da conhecida “preguiça de pensar” –, colocando o conhecimento inconsciente em contato com as condições que lhe deram origem, ou seja, as experiências sensíveis. Ao fazer esse contato, a intenção é reavivar a crítica, racionalizando a experiência: revirar os problemas, variá-los, ligá-los, fazê-los proliferar.

Esse tipo de ação, contudo, vai contra a necessidade das certezas imediatas que as convicções primárias oferecem, gerando mau humor e resistência. Tais reações podem levar a uma postura negativa por parte do estudante: desdém – ou pelo professor ou pela disciplina ou pelo assunto; dispersão da concentração; indução à desordem; desleixo das atividades, individuais e em grupo; entre diversos outros problemas.

Longe de limitar questão tão complexa quanto o comportamento do estudante, são somente indicativos de *um* dos motivos para tanto.

Não bastasse a resistência propriamente dita, ainda é próprio dos obstáculos serem confusos e polimorfos. Uma vez superado um, encontra-se outro, muitas vezes de natureza oposta. Cabe ao professor tentar ser um guia nessa ruptura necessária à superação dos obstáculos de aprendizagem; se não tiver as respostas à mão – o que não é nenhuma tragédia –, pelo menos indicar caminhos para o aluno buscá-las. Se ele irá encontrá-las ou não, é o menos importante: a busca é a parte mais valiosa do trajeto.

Resumo

Neste capítulo, apresentamos algumas considerações sobre o conceito de Conhecimento, suas dimensões e a importância do vínculo afetivo, dos equívocos e das ilusões que as afetam. Também tecemos considerações sobre o conceito de Ciência; como pode ser compreendida pelos alunos, pela sociedade e pelos próprios cientistas. Compreender um pouco acerca de seu dinamismo e algumas de suas facetas. Finalmente, baseando-se nas ideias de Gaston Bachelard, discutimos alguns pontos sobre a construção – e os obstáculos – do conhecimento científico e os motivos da necessidade de uma ruptura intelectual (científica) para sermos bem-sucedidos nas relações de ensino-aprendizagem.

Bibliografia complementar comentada

A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento

Gaston Bachelard

Este livro, publicado originalmente em 1938, contribui para o entendimento de por que parece tão difícil aprender (e ensinar) Ciências. Ainda atual em diversas passagens, o autor traz à tona diversos exemplos do desenvolvimento histórico do pensamento científico, demonstrando que o mesmo acontece com o aluno durante seu desenvolvimento individual do pensamento científico.

BACHELARD, Gaston. A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

A ciência como conhecimento “situado”

Alberto Cupani

O artigo aborda, sob viés da filosofia da Ciência, a ideia de Conhecimento e algumas de suas confusões conceituais.

CUPANI, Alberto. A ciência como conhecimento “situado”. In: ENCONTRO DE FILOSOFIA E HISTÓRIA DA CIÊNCIA DO CONESUL, 3., 2004, Campinas, SP, AFHC, p. 12-22.

Não sabemos que não sabemos

Mauro Maldonato

Este artigo de cinco páginas é um exercício saudável de filosofia da Ciência; critica o que chama de dogmas do cientificismo, que estipulou como evidentes certas explicações que nem sempre o são. É de certo modo um complemento às ideias de Bachelard.

MALDONATO, Mauro. Não sabemos que não sabemos. *Scientific American Brasil*, São Paulo, n. 21, fev. 2004.

Referências

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BAZZO, Walter A.; LINSINGEN, Irlan; PEREIRA, Luis T. V. (Ed.). **Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade)**. Madrid: OEI, 2003.

BIOLOGICAL SCIENCES CURRICULUM STUDY – BSCS. *Biologia: das moléculas ao homem*. 11. ed. São Paulo: EDART, 1972. v. 1.

BURGIERMAN, Denis Russo. *Atração entre iguais*. **Superinteressante**, São Paulo, n. 143, ago. 1999. Disponível em: <http://super.abril.com.br/superarquivo/1999/conteudo_94658.shtml>. Acesso em: 21 abr. 2010.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Conhecimento e consciência: o despertar de uma nova era. In: GUEVARA, Arnold José de Hoyos. **Conhecimento, cidadania e meio ambiente**. São Paulo: Peirópolis, 1998. v. 2. p. 11-46. (Série Temas Transversais).

MATURANA, Humberto. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Tradução e organização Cristina Magro e Victor Paredes. Belo Horizonte: Ed. da UFMG, 2001. (Coleção Humanitas).

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000.

VIEIRA, Cássio Leite. Sexo com o mesmo sexo. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, n. 269, jul. 2009. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/revista-ch-2009/261/sexo-com-o-mesmo-sexo/?searchterm=homossexualismo>> Acesso em: 21 abr. 2010.

CAPÍTULO 2



Caminhos do ensino de Ciências e Biologia

Contextualizar o que se faz auxilia na compreensão do por que se faz. O objetivo deste capítulo é inteirar você sobre como o ensino de Ciências e Biologia chegou até onde chegou, de maneira que perceba as origens de alguns modos de ensino, incluindo alguns de seus vícios. Diante das novas perspectivas, exigências e dificuldades da escola atual, é possível que você identifique alguns desses vícios e armadilhas e evite-os.

2.1 Breve histórico dessa caminhada



Figura 1.1 - Esse tipo de mentalidade é bem trabalhada por Machado de Assis no conto **Lições de botânica**, de 1906. Simone Rocha Salomão (2005) realizou um trabalho voltado para o Ensino de Ciências e Biologia, em turmas de 6º ano de uma escola pública carioca, usando o conto como gerador de questões sobre Botânica e os caminhos da pesquisa experimental. Vale a pena ler sua tese, *Lições de botânica: um ensaio para as aulas de ciências*. Disponível em: <http://www.uff.br/pos_educacao/joomla/images/stories/Teses/simone_salomao.pdf>.

A fim de construirmos uma visão mais geral sobre o ensino de Ciências e Biologia e como ele vem sendo desenvolvido no Brasil, vamos entabular um breve histórico desse ensino, situando-o no contexto social de cada época.

Até o século XX não havia um ensino de Ciências formal e obrigatório como temos hoje. Ele foi sendo inserido na realidade da escola aos poucos. Ainda no século XIX, depois que a família real portuguesa se estabeleceu por aqui e com a expansão cafeeira, as mudanças sociais e políticas implicaram construção de novas relações sociais. Para a elite, apenas por meio do conhecimento científico seria possível promover um processo de desenvolvimento humano, e, para conquistar este conhecimento, investiu-se na escolarização (Figura 1.1).

Essa escolarização, porém, era voltada para a elite e seus filhos, com professores estrangeiros, que traziam seus livros igualmente estrangeiros. Marcadamente teóricas, as aulas destinavam-se a ensinar uma Ciência estável, neutra, cujo modo de conhecimento era inegavelmente superior aos demais. Nesse cenário, o desenvolvimento do conhecimento científico era visto como fruto de um processo linear que se iniciava por observações sem quaisquer influências – pessoais, ideológicas, políticas ou o que seja –, seguidas de experimentações e induções (Empirismo).

Como consequência, sentida ainda hoje, o ensino de Ciências foi marcado com uma postura dogmática sobre os conhecimentos (científicos), que não deveriam ser questionados.

Assim, este tipo de conhecimento desenvolvido representa socialmente um conjunto de dizeres verdadeiros, inegáveis, revestidos de neutralidade e desprovidos de interesses (financeiros, pessoais) – o que, se você reler o capítulo anterior, não só é uma visão hoje considerada ingênua, como infelizmente é ainda vigente.

Do começo do século XX até meados de 1920, o ensino de Ciências ficou restrito à escola primária. A partir da década de 1950, em um mundo pós-Segunda Guerra Mundial, houve um grande desenvolvimento científico e tecnológico. Aliado a isso, os Estados Unidos (EUA), a nova grande potência, e a então União Soviética (URSS), outra candidata a grande potência, disputavam o poder na perspectiva de avanços tecnocientíficos, na chamada Guerra Fria.

Quando a URSS “saiu na frente”, lançando, em 1957, o Sputnik (Figura 2.2), a primeira série de satélites artificiais no mundo, os EUA se viram forçados a realizar uma profunda reformulação em seu ensino, particularmente o de Ciências. Surgiram os *projetos curriculares*, conhecidos por suas siglas: BSCS (*Biological Science Curriculum Study*), CBA (*Chemical Bond Approach*), PSSC (*Physical Science Study Committee*), IPS (*Introductory Physical Science*) e MSG (*Science Mathematics Study Group*). O conhecimento científico é incorporado aos currículos escolares e há uma substituição dos métodos expositivos pelos “ativos” – principalmente através dos laboratórios escolares. O objetivo máximo era criar rapidamente o maior número possível de cientistas.

O Brasil, por sua vez, criou também os seus projetos de ensino de Ciências, com produção de textos e material experimental e com o treinamento de professores. Houve uma expansão da rede pública de ensino. Os materiais produzidos pelos projetos curriculares americanos foram traduzidos e adaptados para o ensino secundário, a fim de levar aos alunos os últimos avanços nas diferentes áreas da Ciência.

No cenário escolar, porém, as aulas continuavam expositivas: o professor transmitia o conhecimento, os alunos o recebiam. A verdade científica não podia ser contestada, sendo apresentada como unívoca e produto de grandes e poucas mentalidades brilhantes. O recurso mais usado, tanto de estudo quanto de avaliação, era

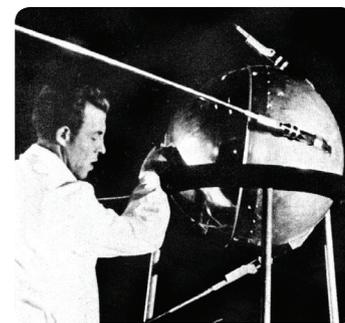


Figura 2.2 - O satélite russo Sputnik.

o questionário, cujas respostas seriam encontradas no livro-texto escolhido pelo professor e nas aulas deste.

O importante para o ensino dessa fase eram os aspectos lógicos da aprendizagem. A arte da decoreba vigorava. A qualidade era definida pela quantidade de conteúdos conceituais transmitidos aos alunos.

Em 1961, foi criada a Lei de Diretrizes e Bases para a Educação (LDBE 4024), que determinou que o ensino de Ciências, antes ministrado apenas nas duas últimas séries do antigo Ginásio, fosse estendido a todas as séries, com o aumento da carga horária das disciplinas de Física, Química e Biologia. Além disso, a lei conferia liberdade às escolas para programarem seus currículos e recomendava ênfase na postura investigativa. Centros de Ciências foram criados, inicialmente nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco, Rio Grande do Sul, Bahia e Rio de Janeiro, aliados a universidades e a secretarias de educação. Tinham por papel estimular o treinamento de professores em serviço e encorajar atividades de observação e de laboratório nas escolas.

O objetivo fundamental do ensino de Ciências passou a ser o de dar condições para o aluno identificar problemas a partir de observações sobre um fato, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando fosse o caso, trabalhando de forma a tirar conclusões sozinho. Ele deveria ser capaz de “redescobrir” o já conhecido pela ciência, apropriando-se da sua forma de trabalho, compreendida então como “o método científico”: uma sequência rígida de etapas preestabelecidas. É com essa perspectiva que se buscava, naquela ocasião, a democratização do conhecimento científico, reconhecendo-se a importância da vivência científica não apenas para eventuais futuros cientistas, mas também para o cidadão comum.

Uma consequência dessa maneira de ensinar Ciências é confundir metodologia do ensino de Ciências com metodologia científica. As concepções de produção do conhecimento científico e de aprendizagem das Ciências relacionadas a essa tendência tinham cunho empirista/indutivista, ou seja, a partir da experiência direta com os fenômenos naturais seria possível descobrir as leis da natureza.

Após o Golpe Militar, em 1964, o Brasil enveredou com mais ênfase na premissa desenvolvimentista. Nós precisávamos de cientistas, porém, mais do que isso, precisávamos de mão de obra capacitada. Ampliou-se o número de vagas nas escolas primárias e secundárias, e foram abolidos os exames admissionais, presentes até esta época. Surgiram disciplinas profissionalizantes, voltadas para a indústria e para o comércio.

Em 1971, foi criada a LDBE 5692, que tornou obrigatório o ensino de Ciências nas oito séries do 1º grau. Os movimentos estudantis de 1968 haviam reivindicado aumento no número de vagas nas universidades, o que foi posto em prática com esta LDBE. Junto a isso, houve uma expansão das instituições de ensino superior privadas, e para comportar a demanda, aumentou-se o número de cursos de formação de professores.

Com a crise econômica mundial, o desenvolvimento industrial desenfreado, os problemas relacionados ao desenvolvimento tecnológico e as agressões ao ambiente, no período de 1970 a 1985, as implicações sociais do desenvolvimento científico ficaram cada vez mais evidentes, divergindo daquela ideia de Ciência como um saber neutro, isento e inquestionável. Surgiu um movimento pedagógico no ensino de Ciências chamado **Estudos CTS**. Ainda tímido nesta época, ganhou maior expressão a partir da década de 1980. A Educação Ambiental também começou a se consolidar neste período.

Nos anos 1980, a atenção passou a ser dada ao processo de construção do conhecimento científico pelo aluno. Várias pesquisas foram realizadas tentando compreender como tal processo se dava, e o Modelo de Aprendizagem por **Mudanças Conceituais** surgiu como uma das propostas.

Bem aceito pelas correntes construtivistas, também foi alvo de críticas por não levar em consideração que a construção do conhecimento científico tem exigências relativas a valores humanos, à construção de uma visão de Ciência e suas relações com a tecnologia e a sociedade (influência do pensamento dos Estudos CTS) e ao papel dos métodos das diferentes ciências.

Da década de 1980 aos dias atuais, temas relativos ao meio ambiente, à saúde, a relações entre indústria e agricultura, à ciência

Estudos CTS

Na perspectiva dos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), os fatos e artefatos científico-tecnológicos, os conhecimentos e as inovações devem ser observados pelos aspectos técnicos e sociais ao mesmo tempo.

Para compreender o conceito de Mudança Conceitual, veja o artigo de Sergio Arruda e Alberto Villani, **Mudança conceitual no ensino de ciências**, de 1994, publicado no **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, v. 11, n. 2, p. 88-99. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/7152/6608>>.

e à tecnologia foram sendo incluídos nos currículos. A interdisciplinaridade e o construtivismo são tendências marcantes que até hoje têm aplicação pretendida nas escolas. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) sugerem fortemente a participação ativa do professor, com o suporte de livros e materiais didáticos.

Em 1996, a LDBE 9394 estabeleceu que a educação escolar deveria estar vinculada ao mundo do trabalho e à prática social. Os currículos do Ensino Fundamental e Médio deveriam ter base nacional comum, mas cada escola poderia complementar com suas características regionais e locais, sociais, culturais e econômicas. As ciências naturais e físicas têm obrigatoriedade reforçada nos currículos, preferencialmente dentro da realidade social e política brasileira.

O progresso como sinônimo de conhecimento científico

Vale destacar que o paradigma de progresso como sinônimo de conhecimento científico esteve intimamente relacionado à Revolução Industrial, ocorrida na Europa no século XIX. A Ciência moderna é fruto das mudanças ocorridas nessa época, tanto aquelas relacionadas a visões de mundo onde a Ciência passa a ser vista como modo privilegiado de controle e exploração da natureza quanto as relativas ao setor econômico, já que existe um crescente interesse em investimento em pesquisas científicas por parte de indústrias e governos. Podemos concluir que, longe do ideal de neutralidade e linearidade, a Ciência se constrói em relação a visões de mundo, valores, conhecimentos anteriores e está repleta de controvérsias e questões de poder. Ao mesmo tempo é possível compreender que a educação em Ciências vincula-se historicamente ao desenvolvimento científico (ou tecnocientífico). Sendo assim, as diretrizes para o ensino de Ciências que indicam como e o quê se deve ensinar nessas aulas carregam concepções de Ciências vigentes na sociedade, e o mesmo se dá com os conteúdos considerados relevantes em determinados contextos.

Um dos objetivos do Ensino Fundamental (que passou a ser obrigatório e com duração de nove anos) é fazer com que os estudantes tenham compreensão do ambiente natural e social; no Ensino Médio, o objetivo é a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos.

Em resumo, de um conhecimento elitizado e circunscrito, alienado das esferas sociopolíticas, a Ciência passa, gradativamente, a ocupar aspecto central na vida de todos os cidadãos, permeado no cotidiano, dos utensílios utilizados aos argumentos éticos e políticos, passando pelo consumo na mídia; e esta realidade se reflete, embora um tanto tardiamente, no ensino de Ciências.

Atualmente, a formação de professores propõe novos perfis profissionais, cuja capacidade de trabalhar com uma visão interdisciplinar da Ciência, própria das múltiplas formas de se conhecer e interagir na sociedade, orienta o ensino para uma reflexão mais crítica sobre os processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e suas implicações sociais na vida cotidiana.

2.2 Ensinar Ciências e Biologia na escola atual

O objeto de estudo da disciplina é muito prático e direto: o conhecimento científico resultante da investigação da natureza, compreendida como um conjunto de elementos integradores que constitui o Universo em toda a sua complexidade.

Perfeito. A questão agora é: *para que* ensinar isso? Ou antes: para que *aprender* isso? Muitos alunos se fazem essa pergunta, principalmente se Ciências não for a matéria favorita da maioria.

Há pelo menos três vantagens, três motivos, para aprender Ciências (WERTHEIN, 2006).

1. Envolve um tipo de exercício de raciocínio, distinto dos outros estimulados pelas demais disciplinas, que desperta o espírito investigativo, e com ele um modo diferente de criatividade, o que melhora a aprendizagem em todas as disciplinas.
2. Atrai talentos para as carreiras científicas, necessárias ao mundo que temos hoje, marcadamente tecnológico e científico.
3. Permite o posicionamento frente a processos e inovações (por exemplo, o uso de alimentos geneticamente modificados, a energia nuclear, a clonagem biológica, a carne sintética) sobre os quais é preciso ter uma opinião para que se possa legitimá-los. Em outras palavras, o domínio do conhecimento científico faz parte do exercício da cidadania.

Contudo, a principal meta do ensino de Ciências, como atualmente vem sendo executado, é a de dar condições para o aluno vivenciar determinadas técnicas científicas, ministradas, no geral, nos moldes de uma concepção tradicional de ensino, cuja finalidade é a memorização de conceitos previamente estabelecidos. Então, no fim de tudo, o aluno não só não percebe a relação entre o conhecimento científico e o exercício da cidadania como não liga muito para essa tal cidadania – até o momento em que houver dificuldades.

Da mesma forma, o raciocínio investigativo e criativo que percebemos em Darwin, Mendel, Einstein, entre centenas de outros, não chega a ser devidamente estimulado nas salas de aula, precisamente por conta do modo como o ensino de Ciências vem

Leia na íntegra o artigo de Gérard Fourez, **Crise no ensino de ciências?**, de 2003. Você pode encontrar uma versão on-line na revista onde ele fez a publicação, **Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)**, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/>>.

sendo realizado: ainda tradicionalmente, repetitivamente, sem contexto e sem pretexto.

O resultado é o que Fourez (2003) chama de “crise no ensino de Ciências”, que pode ser resumida na seguinte colocação: “[...] aquela disciplina [Ciências] é chata, um monte de dados, um monte de nomes, sem ter nenhuma relação com o atual, com o século 21.” (OAIGEN et al., 2005).

Em torno da crise no ensino de Ciências, existem “atores” com interesses que são às vezes conflitantes e que alimentam controvérsias sobre os *objetivos* e os *meios* da educação em Ciências. Esses “atores” são, **entre outros**, os alunos, seus pais e os professores de Ciências.

Os **alunos** até concordam com a importância da Ciência e admiram os cientistas, mas, em sua ótica, os professores têm querido forçá-los a enxergar o mundo com os olhos de cientistas, ao invés de ajudá-los a compreender o mundo com os seus próprios olhos. Além disso, os estudantes não veem razão em se engajar em um processo sem ter certeza de que será útil para eles ou para a sociedade.

Os **pais** desses alunos se preocupam com o emprego dos filhos, e creditam a situação ao mau preparo dos professores, os de Ciências também.

Os **professores de Ciências** têm sofrido pressões e problemas tanto com a perda de poder e de consideração por sua profissão quanto pelo fato de serem cada vez mais obrigados a mostrar sentido no estudo de Ciências para os alunos – sem a formação adequada para tal.

O ensino de Ciências na Educação Básica não deve se centrar nos conteúdos específicos, mas no processo de desenvolvimento do estudante. Não é interesse da Ciência escolar formar projetos de cientistas, mas cidadãos críticos e autônomos para buscar as respostas. O papel da Ciência na escola é provocar os alunos para que investiguem os caminhos, e não que fiquem à espera das respostas – que é o modo como ensinamos Ciência hoje, apesar de todos os avanços teóricos e metodológicos na área.

É preciso que se priorizem as habilidades que possam vir a ser estimuladas e desenvolvidas pelos alunos: observação, questionamento, negociação de ideias, experimentação, criatividade, entre outros.

Os elementos específicos de Ciência são necessários – e não devem, de forma alguma, ser deixados de lado. Não se pode nem priorizar os conteúdos nem abandoná-los: é preciso *inserir-los* no cotidiano do aluno de modo que façam sentido. Apenas desse jeito é que eles verão a importância de se aprender Ciências e, mais importante, desenvolverão um olhar investigativo e questionador para o mundo à volta deles.

Além disso, o ensino de Ciências não pode ficar direcionado apenas aos conhecimentos que já foram produzidos e publicados (embora também seja importante conhecê-los). É preciso criar nos alunos, em todas as fases da Educação Básica, a necessidade de eles mesmos buscarem sempre pelo novo, despertando o gosto pela pesquisa e pela produção individual, que deve ser socializada, em benefício do coletivo.

Todos nós construímos nossas compreensões sobre o que é um professor (o chato, o amigo da turma, o legal), o que ele deve fazer, que papel deve exercer, a função social da escola. Essa construção não se dá somente no contato com a escola, mas também por meio de filmes, livros, propagandas e até mesmo de anedotas.

Essas compreensões fazem parte da construção de nossa identidade profissional. Tomamos como modelo de professor, ou de “boa” aula, os exemplos que tivemos ao longo de nossas experiências sociais, especialmente como alunos, mesmo de forma não intencional.

Assim, conhecer o que se pensa sobre ser professor e sobre ser professor de Ciências e Biologia pode ser um primeiro passo para desnaturalizar algumas compreensões e práticas docentes. Além da questão do imaginário construído por nós acerca do papel do professor, também entram em cena a forma como vemos a própria escola e, dentro dela, as disciplinas de Ciências e Biologia.

Algumas vezes espera-se que sejam apresentadas metodologias específicas para o trabalho com conteúdos específicos de Ciências e Biologia escolar. Podemos até fazer isso – é o que se pre-



Figura 2.3 - Assista ao filme **Entre os muros da escola** e reflita sobre as representações presentes no vídeo sobre professores, alunos e o papel destes e da escola na sociedade atual. Com direção de Laurent Cantet, o filme, produzido em 2008, busca retratar a realidade escolar vivenciada em uma sala de aula francesa. Apesar das diferenças culturais, é possível refletir sobre educação, seus desafios, limitações e possibilidades nas escolas brasileiras.

tende no último capítulo deste livro –, mas é imprescindível ter em vista que o trabalho pedagógico é complexo e construído por um conjunto (professores, educandos, equipe pedagógica) mergulhado em contextos culturais, socialmente diferenciados, de modo que se torna impossível e até irresponsável tratarmos a questão metodológica como mera receita a ser reproduzida em salas de aula.

Isso nos leva a pensar na necessária articulação entre teoria e prática, entre propostas metodológicas e reflexões educacionais. Essa perspectiva ultrapassa uma visão instrumentalista de educação em Ciências e nos remete a uma perspectiva de ensino pautada na unidade e não mais na dicotomia entre saberes.

A pedagogia tecnicista

A perspectiva instrumentalista de ensino de Ciências e Biologia está relacionada à pedagogia tecnicista, fundada no Brasil nas décadas de 1960 e 1970. Inspirada nos moldes norte-americanos de educação em Ciências, a organização dos conteúdos na escola básica era feita por especialistas que entregavam ao professor um material instrucional pronto para ser aplicado. Assim, cabia ao professor a tarefa de aplicar de forma eficiente certo número de técnicas e métodos de ensino. O que não passava de uma desvalorização dos saberes e do papel dos professores (KUENZER; MACHADO, 1984; SAVIANI, 1999).

Desde a década de 1980 tem sido cada vez mais difundida a ideia de que o conhecimento profissional dos professores envolve saberes de diversas naturezas e que são apreendidos de formas diferentes. Schön (1997) aponta para a importância do conhecimento que vem da prática educativa, os chamados *saberes docentes*.

Isso, porém, não significa que o processo de tornar-se professor envolve apenas elementos provenientes de sua ação pedagógica. Não podemos deixar de lado a dimensão teórica. O conhecimento se constrói na relação entre as práticas e as leituras, nas teorias e nas suas interpretações. É o estabelecimento dessas relações que irá permitir ao professor avaliar, analisar, pensar suas práticas e ter a possibilidade de promover intervenções e mudanças. A autorreflexão, neste contexto, é importante na abertura de caminhos para a auto-crítica e para a busca de uma melhoria das práticas pedagógicas.

Assim, podemos pensar na figura do professor como alguém que é capaz de estabelecer relações entre conhecimento científico e práticas sociais, problematizando e buscando formas de compreensão (e transformação) da realidade social em que está situado por meio de sua prática pedagógica.

A construção dessa identidade profissional, para finalizar, não é algo natural, um “dom” recebido, mas resultado de muita transpiração, dedicação e paciência.

Resumo

Fizemos um breve apanhado histórico do modo como o ensino de Ciências vem sendo construído, fortalecido e sedimentado ao longo dos séculos, ao passo que vícios e problemas vêm surgindo e nem sempre são resolvidos. Um desses vícios diz respeito ao modo como atualmente praticamos o ensino de Ciências, ainda desvinculado da realidade do educando e preso a programas e conteúdos.

Ensinar Ciências não pode se restringir ao acúmulo de denominações, datas, nomes de personagens históricos. Deve contribuir para o desenvolvimento de entendimentos, de estabelecimento de relações entre aquilo que se aprende em sala de aula e a realidade social; deve possibilitar que as pessoas sejam estimuladas a pensar, a construir sentidos que possam ajudá-las a refletir e a questionar sobre o mundo em que vivem. Desse modo, a atividade profissional do professor de Ciências deve promover uma educação problematizadora, que se dê na interlocução com o aluno, no diálogo entre o que o professor considera importante ensinar e o que o aluno considera válido aprender.

Bibliografia complementar comentada

Tornando-se professores de ciências: crenças e conflitos

Nelson R. R. Bejarand; Anna M. P. Carvalho

Os autores apresentam resultados de um estudo que envolveu um processo de formação inicial de uma professora da área das ciências naturais. A partir de análises da trajetória de desenvolvimento profissional da professora supracitada, discutem questões relativas aos problemas que fazem parte dos processos de formação docente e, particularmente, da fase de transição entre licenciando e professor.

BEJARAND, Nelson R. R.; CARVALHO, Anna M. P. Tornando-se professores de ciências: crenças e conflitos. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 9, n. 1, p. 1-15, 2003.

Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências

Myriam Krasilchik

O artigo faz uma revisão histórica das propostas de reformas do ensino das Ciências nos últimos cinquenta anos e discute como isso refletiu na prática docente, no âmbito da disciplina de Ciências.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, n. 1, 2000.

Os discursos produtores da identidade docente

Rochele Q. Loguercio; José C. Del Pino

Aqui os autores buscam evidenciar discursos que influenciam a constituição da identidade docente e enfocam algumas questões relacionadas às dificuldades enfrentadas por professores iniciantes. Entendendo a escola como um espaço cultural de formação e de produção de saberes próprio, ressaltam a importância de se conhecer as narrativas que configuram a identidade profissional docente.

LOGUERCIO, Rochele Q.; DEL PINO, José C. Os discursos produtores da identidade docente. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 9, n. 1, p. 17-26, 2003.

Referências

- ARRUDA, Sergio; VILLANI, Alberto. Mudança conceitual no ensino de ciências. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, v.11, n. 2, p. 88-99, ago. 1994.
- BOSSOLAN, Nelma R. S. **Breve histórico do ensino de ciências no Brasil**. São Paulo: IFSC/USP, 2009. 20 slides, color., 29,7 cm x 21 cm.
- FOUREZ, Gérard. Crise no ensino de ciências? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2003.
- KUENZER, A.; MACHADO, L. A pedagogia tecnicista. In: MELLO, G. N. (Org.). **Escola nova, tecnicismo e educação compensatória**. São Paulo: Loyola, 1984. p. 29-52. (Coleção Espaço).
- OAIGEN, Edson R. et al. Educação em ciências? Ensino de ciências? Entendemos o significado de ciências? Idéias para uma reflexão sobre nossa práxis. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. São Paulo: ABRAPEC, 2005.
- SALOMÃO, Simone R. **Lições de botânica: um ensaio para as aulas de ciências**. 2005. 259 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.
- SAVIANI, D. **Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política**. 32. ed. Campinas: Autores Associados, 1999.
- SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e a sua formação**. 3. ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997. p. 79-91.
- WERTHEIN, Jorge. O ensino de ciências e a qualidade da educação. **Ciência Hoje**, Portugal, ago. 2006. Disponível em: <<http://www.cienciahoje.pt/index.php?oid=3985&op=all>>. Acesso em: 22 abr. 2010.

CAPÍTULO 3



Os Parâmetros Curriculares Nacionais e os materiais didáticos

Neste capítulo são apresentados alguns materiais úteis tanto para orientação do planejamento da prática docente quanto como instrumento de apoio e mesmo inspiração para essa prática. A ideia é que você, uma vez tendo contato com esses recursos, possa buscar por mais formas de utilização destes e também por outros recursos que não foram citados aqui.

3.1 Os PCNs

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – ou apenas PCNs – são documentos resultantes de um longo debate entre educadores brasileiros, professores atuantes em diferentes graus de ensino, especialistas da educação e de outras áreas, e instituições governamentais e não governamentais. São revistos periodicamente, com base no acompanhamento e na avaliação de sua implementação (BRASIL, 1998). São destinados à Educação Básica, que, conforme a Lei de Diretrizes e Bases de 1996 (LDB 9394/96), é composta pela Educação Infantil, pelo Ensino Fundamental e pelo Ensino Médio – embora este último não seja ainda considerado obrigatório (BRASIL, 2002).

3.1.1 Estrutura

O Ensino Fundamental é dividido em dois segmentos: de 1ª a 4ª série (atuais 1º e 2º ciclos do chamado Ensino Fundamental I) e de 5ª a 8ª série (3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental II). Para cada grupo, há um PCN. Para a nossa área, interessa o segundo documento.

O segundo documento é dividido em dez volumes: Introdução, Língua Portuguesa, Matemática, Ciências Naturais, Geografia, História, Arte, Educação Física, Língua Estrangeira e Temas Transversais, sendo este último subdividido em sete tópicos (Apresentação, Ética, Pluralidade Cultural, Meio Ambiente, Saúde, Orientação Sexual, Trabalho e Consumo).

Para o Ensino Médio, o documento passa a ser apelidado de PCNEM ou PCN-EM, e é organizado da seguinte forma: Bases Legais; Linguagem, Código e suas Tecnologias; Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias; e Ciências Humanas e suas Tecnologias. Além desses documentos principais, o PCNEM tem ainda os PCN+, complementares a cada caderno.

Os PCNEM, de acordo com o informado no site da Secretaria de Educação Básica (SED) do Ministério de Educação e Cultura (MEC), são resultados de meses de trabalho e discussão entre especialistas e educadores brasileiros. Sua principal função é servir de auxílio para equipes escolares e estímulo e apoio para a reflexão sobre a prática docente, para o planejamento das aulas e para o desenvolvimento do currículo da escola, contribuindo para a atualização profissional. Essa função pode ser atribuída também aos PCNs do Ensino Fundamental.

De acordo com o PCN de 1998, o termo *parâmetro* tem a ver com a ideia de que os documentos possam servir de padrão, de guia, de referência sobre questões educacionais dentro do âmbito da Educação Básica, sem abandonar as especificidades de cada região, escola e comunidade.

Currículo, por sua vez, é um termo que adquiriu diversos **significados**.

Leia o documento **Indagações sobre o currículo** para aprender mais sobre essa importante temática. Está disponível no site da SED do MEC.

Algumas noções básicas sobre concepções de currículo

De maneira sintética podemos abarcar as seguintes concepções de currículo:

1. O currículo como **guia**:
 - divisão em disciplinas;
 - grade curricular;
 - divisão em conteúdos;
 - lista de conhecimentos fixos, "naturais".
2. O currículo como **política cultural**:
 - artefato disputado entre grupos com interesses políticos e econômicos;
3. O currículo como **política de representação**:
 - tentativa de diferentes grupos, sujeitos e instituições de materializar certos aspectos da cultura considerados melhores.
 - luta por definir e representar certas concepções de conhecimento e de cultura que têm como intenção produzir sujeitos e condutas específicas.
4. O currículo como **prática discursiva**:
 - define papéis sociais;
 - autoriza/desautoriza representações do mundo;
 - hierarquiza conhecimentos;
 - valoriza sujeitos, temas, grupos sociais e formas de vida específicas, excluindo as demais.

De forma que o currículo pode ser entendido como um *espaço de lutas e conflitos* que se acionam em torno dos diferentes significados sobre o social e o político, uma *fabricação social* caracterizada por um processo social de concorrência entre diferentes interesses visando produção e fortalecimento de conhecimentos socioculturais entendidos como mais válidos, mais importantes para os estudantes, estando, portanto, envolto em *relações de poder*.

Assim, o currículo seria um artefato de produção de significados e representações *culturais*, e também um *artefato discursivo* de produção de identidades e *instituidor de condutas* e comportamentos específicos. Sendo produção, pode ser novamente transformado. É um lugar de produção/fabricação de discursos, representações e significados, que cria/produz identidades, significados e modos de agir.

Para esses documentos oficiais, o currículo é entendido como uma elaboração de princípios e metas do projeto educativo, necessariamente flexíveis, para permitir que o professor traduza os princípios elencados na forma de prática didática.

Os PCNs, além de terem base legal, pretendem contribuir na busca de respostas a problemas identificados no Ensino Fundamental e Médio, a fim de transformá-los em algo mais coerente com as demandas da atualidade nacional.

Fundamentalmente, a importância desses Parâmetros é oferecer uma base comum ao ensino nacional, pretendendo um andamento relativamente conjunto das escolas do país; ao mesmo tempo, ser suficientemente flexível para que as características regionais e locais da sociedade, da cultura e da economia onde está cada escola sejam respeitadas e atendidas.

Objetivos do Ensino Fundamental e Médio

Os PCNs determinaram como objetivos do Ensino Fundamental (BRASIL, 1997, p. 31):

1. a compreensão da natureza de modo holístico e dinâmico, com o ser humano sendo parte integrante e agente transformador;
2. a identificação das relações entre conhecimento científico, produção de tecnologia e condições de vida, no mundo atual e em contexto histórico;
3. a formulação de questões, o diagnóstico e a proposta de soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar;

4. a utilização de conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida;
5. a combinação de leituras, observações, experimentações, registros, etc., para coleta, organização, comunicação e discussão de fatos e informações;
6. a valorização do trabalho em grupo, e a capacidade de uma ação crítica e cooperativa para a construção coletiva do conhecimento;
7. a compreensão da saúde como bem individual e comum que deve ser promovido pela ação coletiva;
8. a compreensão da tecnologia como meio de suprir necessidades humanas, distinguindo usos corretos e necessários daqueles prejudiciais ao equilíbrio da natureza e ao homem.

Para a realidade do Ensino Médio, os PCNEM determinaram como objetivo central (BRASIL, 2002) a aquisição de conhecimentos básicos com fins de preparação científica e capacidade de utilização das diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação. Isso pode ser desmembrado nas seguintes assertivas: a formação geral, não específica; o desenvolvimento de capacidades para pesquisa, a busca, análise e seleção de informações; a capacidade de aprender, criar, formular, estimular o raciocínio crítico, e não meramente gravar as informações e repeti-las.

No documento de 2006, os objetivos estão dispostos nas seguintes finalidades (BRASIL, 2006, p. 32-33):

- a) a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
- b) a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;
- c) o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

d) a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

O PCNEM alerta também para o equívoco, normalmente cometido nesse nível de ensino, de assumir esta etapa como forma de entrar no Ensino Superior. Não é sob esse enfoque que o Ensino Médio deve ser encarado ou planejado pelos professores, mesmo com a pressão e as exigências dos exames vestibulares. Os conteúdos, os procedimentos, as avaliações devem ser pensadas com as finalidades acima citadas sendo sempre visadas.

As Ciências Naturais nos PCNs

No que concerne a conteúdo, os Parâmetros Curriculares Nacionais propõem, para o ensino de Ciências, uma organização interna, esmiuçada a seguir.

3.1.2 Eixos temáticos

O trabalho em **blocos, ou eixos temáticos**, tem como objetivo evitar que os conteúdos sejam tratados como assuntos isolados (o que poderia ocorrer caso fossem estruturados em blocos de conteúdos).

Cada eixo indica perspectivas de abordagem e organiza os conteúdos de modo que permitam sequências internas aos ciclos, tratamento de conteúdos de relevância local (adaptados ao contexto da escola e dos alunos), bem como a realização de uma conexão entre conteúdos de outros eixos ou mesmo de outras áreas, e com os temas transversais. Por conta dessa plasticidade, não deve ser seguido como padrão rígido, mas sim como orientador pedagógico e teórico-conceitual.

Todos os eixos apresentam **procedimentos, atitudes centrais e conceitos**, para a compreensão da temática em foco, visando um aprendizado que propicie aos alunos o desenvolvimento de uma compreensão de mundo que lhes confira condições, mesmo fora da escola, de colher e processar informações, desenvolver a comunicação, avaliar situações, tomar decisões, ter atuação no meio social, dentre outras atitudes e valores.

Nos PCNs de 1997, esses grupos de conteúdo foram chamados de blocos temáticos e organizados da seguinte forma: Ambiente, Ser Humano e Saúde, Recursos Tecnológicos, Terra e Universo. A partir de 1998, esses blocos passaram a ser chamados de eixos temáticos, organizados em: Vida e Ambiente, Ser Humano e Saúde, Tecnologia e Sociedade, Terra e Universo. Na Proposta Curricular da Rede Municipal de Ensino de Florianópolis de 2008, por exemplo, é utilizada a organização proposta em 1998.

Procedimentos, atitudes e conteúdos para o ensino de Ciências

Os **procedimentos** são os modos de indagação, seleção e elaboração do conhecimento, implicando observação, comparação, registro, análise, sínteses, interpretação e comunicação do conhecimento.

As **atitudes** estão relacionadas ao desenvolvimento de posturas e valores humanos, na relação homem/conhecimento/ambiente.

Os **conteúdos**, por serem muitos e abrangentes, requerem referenciais e critérios para seleção. Os referenciais são:

Conceitos: desenvolvidos pelas diferentes ciências e relacionados às tecnologias, estão organizados em teorias científicas, ou em conhecimentos tecnológicos. Para a Prefeitura Municipal de Florianópolis (SANTA CATARINA, 2008), por exemplo, os conceitos são: sustentabilidade, biodiversidade/diversidade biológica, ambiente/ecologia/natureza, conservação/preservação, tecnologia/biotecnologia/nanotecnologia e bioética/biossegurança/biopirataria.

Conceitos centrais: energia, matéria, espaço, tempo, transformação, sistema, equilíbrio, variação, ciclo, fluxo, relação, interação e vida são os conceitos que não devem, de maneira alguma, deixar de ser trabalhados ao longo de todo o Ensino Fundamental, pois permitem compreender os fenô-

menos naturais e os conhecimentos tecnológicos relacionados.

Explicações intuitivas: sobre a natureza e a tecnologia, são importantes informações vindas do senso comum, ou do conhecimento cotidiano, que interferem no aprendizado científico.

Os critérios para seleção dos conteúdos são que estes devem (BRASIL, 1997, p. 33-34):

1. se constituir em fatos, conceitos, procedimentos, atitudes e valores compatíveis com o nível de desenvolvimento intelectual do aluno, a fim de que este possa operar com tais conteúdos e avançar significativamente em seus conhecimentos;
2. favorecer a construção de uma visão de mundo que se apresenta como um todo formado por elementos inter-relacionados, com o ser humano incluso como agente de transformação;
3. relacionar fenômenos naturais e objetos da tecnologia, fazendo com que o aluno perceba o mundo como algo em permanente reelaboração e estabeleça relações entre o conhecido e o desconhecido, entre as partes e o todo;
4. ser relevantes do ponto de vista social e ter revelados seus reflexos na cultura, para permitirem ao aluno compreender, em seu cotidiano, as relações entre o homem e a natureza mediadas pela tecnologia, superando interpretações ingênuas sobre a realidade à sua volta.

O documento deixa expresso que é responsabilidade da escola e do professor a promoção do questionamento, do debate, da investigação e outras modalidades relativas ao aprendizado (e que veremos no próximo capítulo), tencionando o entendimento da Ciência como construção histórica e como saber prático e político. Desse modo se superariam as limitações do ensino passivo tradicional, fundamentado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno.

3.1.3 Temas transversais

Pressupondo que um tratamento integrado das diversas áreas de conhecimento e um compromisso com as relações interpessoais no âmbito escolar possam contribuir na construção de valores, os temas surgem como tentativa de tratar questões que interferem na vida dos alunos em sua complexidade, sem “recortá-las” a cada área de conteúdo ou de saberes.

Os temas são, portanto, formas de trabalhar questões de relevância social, assumindo que o conhecimento é forjado durante o processo de ensino-aprendizagem e com a convivência social.

Não é para tratar o mesmo tema por todas as áreas/disciplinas ao mesmo tempo, nem para abordá-los em casos especiais (como a Semana do Meio Ambiente, o Dia da Água e outros); é para serem trabalhados em contextos diferenciados, em níveis crescentes de complexidade e articulados com os conteúdos de modo contínuo.

No caso das ciências, destaca-se a necessidade de dar sentido prático às teorias e aos conceitos científicos trabalhados na escola e de favorecer a análise de problemas atuais.

Os textos de cada eixo temático de ciências indicam diversas conexões com todos os temas transversais. Alguns deles já são habituais e com tratamento esperado no planejamento da disciplina, como Meio Ambiente, Saúde e Orientação Sexual.

Com a ampliação da importância sobre tais temas, eles “transbordaram” para as outras disciplinas/áreas, indicando uma necessidade de projetos comuns com as demais áreas do ensino.

Da mesma forma, temas que parecem mais familiares às áreas humanas, como Trabalho e Consumo, Pluralidade Cultural, e Ética, ampliaram seus domínios e alcançaram as ciências, embora nem sempre se trabalhe de forma sistemática essas questões nesta disciplina.

As relações de Trabalho e Consumo estão ligadas à apropriação e à transformação dos materiais e dos ciclos da natureza pelo ser humano, possibilitando a crítica ao consumismo, debates sobre as diferentes oportunidades de acesso a muitos produtos ou sobre as relações entre consumo e sustentabilidade ou consumo e saúde, etc.

No tema Pluralidade Cultural pode-se articular o conhecimento do ambiente natural com todos os grupos socioculturais que desenvolvem e utilizam habilidades para observar fenômenos e regularidades, se localizar, medir, classificar, etc., em função de seus interesses e necessidades. Assuntos concernentes à etnozootologia, etnobotânica, etnoecologia, entre outros, são atuais e de extrema importância para discutir polêmicas como, por exemplo, o caso da usina hidrelétrica de Belo Monte (PA) (Figura 3.1).

As relações entre Ciência e Ética também devem ser consideradas; elas são diretas, na própria prática de investigação e difusão do conhecimento, e também indiretas, expressas nas relações entre Ciência, poder e economia. A questão do uso de animais em laboratório, seja cosmético, biofarmacêutico, ou mesmo para *estudo universitário*, é um bom exemplo dessa discussão.

3.1.4 Temas estruturadores

Para o caso dos PCNEM para o Ensino de Biologia, são incluídos os denominados Temas Estruturadores, que sintetizam as principais áreas de interesse das Ciências Biológicas voltadas ao ensino médio: interação entre os seres vivos; qualidade de vida das populações humanas; identidade dos seres vivos; diversidade da vida; transmissão da vida, ética e manipulação gênica; e origem e evolução da vida.

O primeiro tema (interação entre os seres vivos), com o apoio das ciências ambientais, aborda como os sistemas vivos funcionam e que relações estabelecem. O interesse principal é instrumentalizar os alunos para participar dos debates relativos às questões ambientais.

O segundo (qualidade de vida das populações humanas) tem ênfase sobre a vida humana. Com assuntos que abordam as áreas de fisiologia, zoologia e microbiologia os alunos podem aprofundar o entendimento sobre as condições de vida e saúde da população e se preparar para uma ação que vise à transformação dessas condições.

O terceiro tema (identidade dos seres vivos), aliado a conhecimentos de citologia, genética, bioquímica e conhecimentos tecnológicos, objetiva a percepção, pelos alunos, em situações práticas, que todas as formas de vida são reconhecidas pela sua organização ce-



Figura 3.1 - Polêmica da Usina de Belo Monte (PA).

Para mais informações sobre esse tópico, leia o artigo **Conflito ou convergência? Percepções de professores e licenciandos sobre ética no uso de animais no ensino de zoologia**, de LIMA et al. (2008). Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID200/v13_n3_a2008.pdf>.

lular, evidência de sua origem única. Pensar dessa forma os ajudará no posicionamento diante das tecnologias de manipulações da vida.

O quarto tema (diversidade da vida), domínio da zoologia, da botânica e das ciências ambientais, visa mostrar aos alunos como a vida se diversificou a partir de uma origem comum e dimensionar os problemas relativos à biodiversidade.

No quinto e no sexto tema (transmissão da vida, ética e manipulação gênica, e origem e evolução da vida), a citologia, a genética, a evolução, e também a zoologia, a fisiologia e a botânica trazem bases referenciais para que os estudantes analisem questões que acompanham a história da humanidade. Assuntos que vão da origem da vida, da vida humana e seu futuro no planeta, até questões mais recentes, como a clonagem e o genoma humano.

Cada um desses Temas Estruturadores está sistematizado em quatro unidades, que vão do geral ao específico, do macroscópico ao microscópico.

3.2 Os materiais didáticos

Juntamente aos documentos oficiais que servem de diretrizes e inspiração ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento dos conteúdos para os níveis Fundamental e Médio de ensino, há um material de apoio ao professor, chamado regularmente de material didático.

Esse material é bastante variável, embora o que venha primeiro à mente seja “livro didático”, chamado também por alguns de “livro-texto”. Depois, pensa-se em recursos de laboratório – especialmente na situação do ensino das ciências – e outros como enciclopédias ilustradas, atlas zoológicos, botânicos, etc., bem como dicionários voltados para a área, mapas, entre outros, chamados de recursos instrucionais.

Além desses ditos tradicionais, existem outros, como as chamadas Novas Tecnologias (ou Tecnologias de Informação e Comunicação – TICs), livros paradidáticos e recursos lúdicos, tais como jogos, literatura de entretenimento, RPGs, quadrinhos, teatro, entre outros.

Abordaremos de forma relativamente rápida os livros didáticos e os paradidáticos, de modo que você situe um material que já é conhecido, e, resumidamente, os outros materiais, a fim de familiarizá-lo com essas novidades, que não são propriamente novas a muitos alunos, mas que a maioria dos professores ainda não está habituada em seu uso orientado para a prática docente, a menos no âmbito das Ciências.

3.2.1 Livros didáticos (LD)

Até a década de 1960, os materiais didáticos tinham papel de auxiliares ao trabalho do professor, sendo este o centro dos saberes dentro do processo educativo. Com as necessidades econômicas e sociais da industrialização (sobre as quais conversamos no capítulo anterior), o ensino aos poucos deixou de ter preocupação mais conceitual e passou a ser focado na formação rápida de mão de obra qualificada para o trabalho nas indústrias.

A praticidade assumiu o lugar da reflexão, e foi neste palco que surgiu o livro didático, assumindo uma posição de direcionamento e orientação do trabalho escolar, tornando-se inclusive elemento obrigatório nas escolas. O professor foi progressivamente deixando o lugar de centro do ensino e transformou-se em uma espécie de auxiliar das atividades didáticas promulgadas pelos autores do livro didático (CEZAR; CALSA; ROMUALDO, 2009).

Essa dependência ainda é realidade para muitos professores e alunos, embora **Megid Neto e Fracalanza (2003)** tenham alertado que, a menos no ensino de Ciências, muitos docentes têm se recusado a seguir de maneira fiel os manuais didáticos, fazendo adaptações constantemente, moldando-os à realidade da escola e às suas próprias convicções pedagógicas.

Ainda assim, o caráter orientador dos livros didáticos é comum, em um e outro assunto, pois não é possível que um só professor esteja atualizado sobre todos os temas que são tratados na disciplina de Ciências ao longo do ensino fundamental e médio, de maneira que estar atento a pesquisas sobre o teor conceitual e ideológico desse material é importante. Essas **pesquisas** nos alertam para a qualidade e para a abordagem conceitual de alguns autores comu-

Esse artigo é recomendado para leitura complementar; dê uma olhada.

Para ter uma ideia de como uma pesquisa desse tipo é importante, leia o artigo de Sandrin, Puerto e Nardi (2005), **Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos**, publicado na revista *Investigações em Ensino de Ciências*, disponível eletronicamente em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID132/v10_n3_a2005.pdf>.

mente utilizados nas escolas. A má qualidade conceitual e técnica de um livro didático, se bem administrada, pode se converter em material didático consistente ao professor, pois pode servir como base para identificação de erros, discussões e provocações.

Mesmo com o avanço na incorporação das chamadas Novas Tecnologias, resultado de um processo de inclusão digital, o livro didático continua sendo o principal recurso de apoio a alunos e professores nas escolas, em algumas até o único (FREITAS, 2009).

De acordo com o **Programa Nacional do Livro Didático** (PNLD), o que confere a um livro o caráter de didático é principalmente o uso que se faz dele, embora, naturalmente, a forma própria de organização interna seja bastante particular, diferenciando o livro didático dos demais tipos de livro.

Essa organização obedece a determinadas funções simultâneas, a saber: transmissão de conhecimentos, desenvolvimento de capacidades e competências, meios de consolidação e avaliação de conhecimentos práticos e teóricos desenvolvidos (as chamadas atividades, exercícios, leituras, etc.), e referências para informações suplementares.

Aliadas a essas funções, voltadas para o aluno que se utilizará do livro, existem outras, voltadas ao professor que se valerá do apoio.

O PNLD

O MEC implantou o PNLD em 1985, através do decreto 9154/85, objetivando controlar a qualidade do livro didático. A partir de 1997, guias começaram a ser distribuídos nas escolas, a fim de que os professores pudessem fazer uma seleção dos livros pré-selecionados por um grupo de especialistas. Para Ferreira e Soares (2008), no entanto, mesmo depois da criteriosa avaliação feita por esses especialistas, as obras ainda apresentam erros e insuficiências, exigindo dos professores uma análise detalhada dos livros sugeridos antes de adotá-los para as aulas.

Segundo Sandrin, Puerto e Nardi (2005), um problema real está também no fato de que as escolas

reaproveitam livros antigos em suas bibliotecas, bem como doações de obras recentes, porém não analisadas, e esses livros ficam à disposição dos alunos para fazerem suas pesquisas. O ideal seria o descarte desses livros, porém, com a realidade precária da maioria das escolas, estas preferem manter o material no acervo.

Para saber mais sobre a trajetória do livro didático, desde sua formulação ao seu alojamento no acervo escolar, assista à animação disponível no site da revista Nova Escola: <<http://revistaescola.abril.com.br/gestao-escolar/diretor/historia-livro-didatico-mec-pnld-532344.shtml>>.

Geralmente indicadas em um “guia” do professor, o livro didático oferece informações científicas e gerais (pois não se pode estar atualizado acerca de tudo), e ajuda no desenvolvimento das aulas e na avaliação dos conhecimentos práticos e teóricos abordados na versão do aluno. Fora essas funções, o livro didático deve estar atualizado pedagogicamente, visto que transformações no modo de se entender o que e o como ensinar influenciam também na elaboração dos livros didáticos.

Esse material tem sido alvo de intensa avaliação conceitual, industrial, comercial, de adoção, de avaliação e de utilização porque possui papel excepcional na veiculação de conhecimentos científicos. Graças a seu potencial em disseminar informações e a sua facilidade na utilização diária por alunos e professores, os livros apresentam ampla penetração na comunidade escolar de todas as camadas sociais (SANDRIN; PUORTO; NARDI, 2005). Os autores também alertam para o fato de que a regulação criteriosa voltada aos livros didáticos para o ensino fundamental não se aplica àqueles para o ensino médio. Assim, se você se vir ministrando aulas neste nível de ensino, tenha atenção redobrada!

3.2.2 Livros paradidáticos (LPD)

De acordo com Coelho e Santana (1996), o livro paradidático é aquele cuja matéria ou linguagem (geralmente narrativa) é resultado da intenção de ensinar e divertir. O LPD pode ser classificado em dois tipos: o conceitual e o lúdico.

O LPDC (livro paradidático conceitual) tem claro objetivo pedagógico, diferenciado do livro didático porque se vale de linguagem narrativa, ficcional, e de um imaginário como suporte ou manipulação de conceitos, o que o aproxima bastante de um texto literário (onde estão os romances, a literatura infantojuvenil, os contos, os poemas, entre outros gêneros). Pode ser usado de modo complementar ao livro didático nas diversas disciplinas, incluindo Ciências e Biologia.

Um exemplo de LPDC é o livro **Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar** (Coleção Desafios da Editora Moderna, Figura 3.2), que foi trabalhado por Araújo e Santos (2005) no ensino fundamental em uma escola pública de São Paulo.

Alguns de seus títulos foram transformados em material didático para a disciplina de Física por alunos do curso de Licenciatura em Física da USP (2006), que pode ser visualizado no site *Ciência à Mão*, do Instituto de Física da Universidade de São Paulo: <http://www.cienciamao.if.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pmd&cod=_pmd2005_0309>.

O LPDL (livro paradidático lúdico, Figura 3.3) também tem objetivo pedagógico – por isso é um paradidático –, porém se vale fundamentalmente da ludicidade, propondo atividades ou experiências que estimulem as sensações, as emoções e a razão.

A coleção *Mortos de Fama*, da Editora Cia. das Letras, é um exemplo de LPDL.

Zanotello e Almeida (2007) aplicaram um dos livros dessa coleção (*Isaac Newton e sua maçã*, de Kjartan Poskitt) no Ensino Médio, obtendo resultados muito positivos. Eles narram o modo como trabalharam o livro e o tema com os alunos no artigo citado.



Figura 3.2 - Exemplo de livro paradidático conceitual.

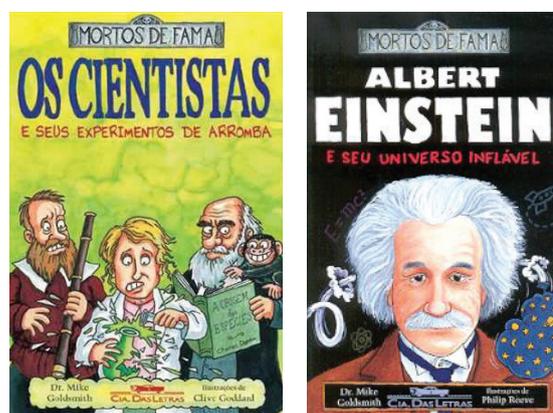


Figura 3.3 - Exemplos de livros paradidáticos lúdicos.

3.2.3 Outros materiais

Tendo como fundamento a premissa de que tornar o ensino mais lúdico é o mesmo que torná-lo mais agradável e “fácil”, sem abandonar o rigor conceitual e a necessidade de trabalhar conteúdos específicos na educação básica. Esses outros materiais são recursos já disponíveis no cotidiano dos alunos, no aspecto do entretenimento, que nós, como professores, podemos apanhar e moldar para fins educativos.

Assim, cinema, teatro, literatura, animação, histórias em quadrinhos, mangás, literatura de cordel, trava-línguas, adivinhas, jogos, entre uma miríade de alternativas lúdicas que inicialmente não têm objetivo didático se transformam em rico material para as aulas de Ciências e Biologia (como qualquer outra disciplina). A ideia, aqui, é indicar a leitura de trabalhos e pesquisas realizados com alguns

desses recursos, de modo que você possa buscar inspiração e ao mesmo tempo se aprofundar nessas alternativas, buscando outras.

RPGs

Do inglês *Role Playing Game*, é basicamente um exercício de interpretação e criação de narrativas orais na forma de jogo, com sistema de regras bem definido e regido por um jogador chamado de narrador. Como não comporta o conceito de vencedores e perdedores, não estimula a competição; e como, para poder jogar melhor, exige pesquisa e aprofundamento, é excelente para transformar o roteiro fantástico em um roteiro didático (NASCIMENTO JUNIOR; PIETROCOLA, 2005).

Histórias em quadrinhos e mangás

Os quadrinhos conjugam dois dos principais elementos da comunicação humana – desenho e escrita (QUINTANILHA, 2007) – aliado a fatores lúdicos, linguísticos e cognitivos que têm servido ao campo educacional (TESTONI; ABIB, 2003, 2004; CABELLO; MORAES, 2005; LINSINGEN, 2007; LISBÔA; JUNQUEIRA; DEL PINO, 2008).

As histórias em quadrinhos, ou simplesmente HQs (provavelmente mais conhecidas por você), têm um padrão específico de apresentação, configurado por quadrinhos – por isso o nome – que separam as diversas cenas que compõem a história, aliado a recursos de balões, dentro dos quais são inseridas palavras, onomatopeias onde se visualizam sons e expressões, e mesmo imagens, quando se deseja alcançar um discurso mais profundo (como notificado por LISBÔA; JUNQUEIRA; DEL PINO, 2008). Além dessa configuração específica, as HQs aparecem na forma de revistas, com histórias curtas e independentes entre si (como se fossem contos), com sustentação no personagem (exemplo: Batman, Figura 3.4) ou nos personagens (exemplo: Turma da Mônica). Por vezes são lançadas histórias mais longas, os “especiais” ou as “sagas”.

Os mangás são histórias em quadrinhos japonesas, que se aproximam das HQs ocidentais em alguns aspectos – como a apresentação da narrativa em quadrinhos, presença de balões, etc. –, mas que também se distinguem nesses mesmos aspectos por conta do



Figura 3.4 - HQ *Batman e Robin*.

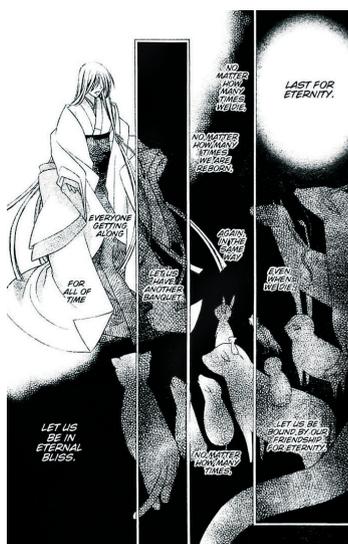


Figura 3.5 - Mangá Fruit Basket.

uso diferenciado desses recursos. A começar, a disposição desses quadrinhos raras vezes é linear; é muito comum que sejam losangulares, rasgados, ou mesmo a página inteira com uma sequência de cenas (em especial quando se demonstra uma luta). Os balões não ficam restritos ao quadrinho de origem, expandindo-se para os quadrinhos laterais.

Existem também recursos na ilustração que conferem uma sensação de movimento que não é encontrada com frequência nas HQs (riscos e jogos de sombra – especialmente nos mangás em preto e branco, muito comuns). Além disso, a leitura do mangá obedece ao costume japonês: de trás para frente, de cima para baixo, e da direita para a esquerda (Figura 3.5).

A narrativa se assemelha mais a um romance do que a um livro de contos, porém chega aos leitores dividida em tomos, que funcionam como “capítulos”, cujo número varia de acordo com a extensão da novela, mas que já tem final determinado, não importando a popularidade de seus personagens.

Tanto as HQs quanto os mangás têm sido sugeridos como instrumento para o ensino de Ciências, seja para a educação ambiental (LISBÔA; JUNQUEIRA; DEL PINO, 2008), seja para a perspectiva CTS (LINSINGEN, 2007), seja para o ensino de Física (**TESTONI; ABIB**, 2003, 2004), neste caso, uma HQ desenvolvida pelos pesquisadores, seja para a educação em saúde (CABELLO; MORAES, 2005), no caso, hanseníase.

Literatura e teatro

A articulação entre Literatura (em suas diversas facetas, como literatura infantil, infantojuvenil, juvenil, adulta, de massa, popular, tradicional, poemas e poesias, contos e crônicas, farsas, fábulas, entre muitas outras) e o ensino de Ciências é viável principalmente devido ao interesse e a preocupação demonstrada por diversos autores literários sobre a Ciência e o modo como esta se manifesta nas sociedades (ZANETIC, 2006). Assim, visões sobre Ciência, cientistas, a atividade científica, seus malefícios e benefícios, entre outras, polvilham a Literatura desde há muito, e não apenas no gênero que ficou conhecido como ficção científica.

Vale ler o artigo de 2003 desses autores, pois traz uma sugestão de plano de ensino sobre o tema Inércia, que é trabalhado na 8ª série (atualmente, 9º ano). Traz, inclusive, a HQ criada pelos autores no anexo. Você pode tirar uma cópia e trabalhar com seus alunos de acordo com a sugestão dos autores ou mesmo recriar um planejamento. Seja um professor criativo!

A manifestação teatral, tanto de peças que já tratam de temas científicos – como *Lição de Botânica*, de Machado de Assis (SALOMÃO, 2005) –, como peças que possam ser montadas pelos alunos, é muito rica para que estes reorganizem os conceitos aprendidos a fim de poder representá-los.

Temos, então, diversas abordagens sobre o uso desse recurso multidisciplinar e exigido em uma perspectiva de criação de leitores críticos – inclusive porque a leitura crítica é necessária não apenas no âmbito da Língua Portuguesa, mas em todas as disciplinas, como forma de se mover no mundo (MENEZES, 2009) –; aqui seguem algumas.

Piassi e Pietrocola (2007) trazem uma pequena lista de contos de ficção científica que colocam em evidência questões sociopolíticas sobre Ciência e Tecnologia, junto a algumas formas de interpretação dos mesmos e temas para discussão em sala com base neles.

Zen et al. (1997) organizaram, sob cinco temáticas (animais, chuva, relatividade, corpo humano e plantas), alguns títulos infantis e infantojuvenis para serem utilizados no ensino fundamental. As autoras indicam dados de cada obra, caracterizando o tipo de texto e as possibilidades de abordagens.

Ainda com literatura infantojuvenil, Goulart e Freitas (2005) expõem, no anexo, um roteiro de ensino sobre desmatamento, poluição do ar e da água, preservação dos animais, eleições e tratamento da água, baseado no livro **Os segredos da floresta**, de Daisy Braz Ramos e Gianna Didnot Hollerbach (Editora Machris). As autoras do artigo organizam o roteiro em conteúdos a serem desenvolvidos, materiais utilizados e como implementar o roteiro, com problematização, organização e aplicação do conhecimento.

Já Giraldelli (2007) se vale do livro do chargista e biólogo Gary Larson, **Tem um cabelo na minha terra! Uma história de minhoca** (Editora Companhia das Letrinhas, 2002 - Figura 3.6), para trabalhar com as séries iniciais. O livro é inteligente, dinâmico, imprevisível e interessante, podendo ser utilizado também para o ensino fundamental e médio, com as devidas adaptações em termos de atividades e profundidade das discussões. A dissertação também traz no anexo a reprodução quase integral da obra (ficou



Figura 3.6 - O livro *Tem um cabelo na minha terra! Uma história de minhoca*, de Gary Larson.

faltando a última página, que deixa um enigma aos leitores, mas isso não prejudica o entendimento da narrativa).

Textos originais de cientistas

A utilização de textos escritos por nomes conhecidos na História da Ciência, na primeira pessoa do singular, aproxima estes e suas teorias dos estudantes, em parte por se parecer com a prática da escrita de diários, em parte por demonstrar a evolução de um raciocínio, entremeado por erros e acertos, e até acentos humorísticos, rabugentos e mesmo sarcásticos. Os cientistas, assim, tornam-se mais humanos e com isso suas hipóteses também deixam o “pedestal”.

Nesta linha, temos o trabalho de **Montenegro e Almeida** (2004), que trabalharam textos de Faraday no ensino fundamental. Sugiro usar as palavras de Darwin sobre Ciência no geral e sobre seu próprio trabalho (DARWIN, 2009), narrado com bom humor e espirituosidade – bem longe do aspecto carrancudo das imagens divulgadas e de sua aura plantada de “evolucionista atormentado”. Em seu discurso, Darwin parece, antes de tudo, um curioso quase obsessivo e incurável colecionador.

Cinema

O uso de filmes – ficção científica, ficção, documentário, longa ou curta-metragem – como auxiliar ou agente problematizador de assuntos no ensino de Ciências tem sido almejado principalmente por tornar mais compreensível o discurso do professor. Os filmes são parte importante do cotidiano dos brasileiros, tendo a linguagem audiovisual maior acessibilidade do que a linguagem científica, servindo como intermediário na formação de novos conceitos (SANTOS; SANTOS, 2005), principalmente pela queda do formalismo, que torna a Ciência mais próxima, mais envolvente e mais presente.

Contudo, uma vez que o cinema é uma arte, na maioria das vezes associada ao entretenimento, precisa de ajustes para ser incorporado no ensino como instrumento (como, aliás, qualquer um desses outros materiais). Assim, alguns autores sugerem editar cenas específicas de filmes (**MACHADO**¹, 2008) e formar debates após a exibição, com leituras adicionais sobre o tema abordado (**SANTOS; SANTOS**², 2005).

Veja na Bibliografia complementar comentada mais adiante.

¹ Este autor, em específico, traz em seu artigo um modelo do que chama de “pequeno plano de aula”, na página 293, que mostra a matéria/o assunto específico a ser abordado, o tempo do recorte do filme e informações sobre a cena extraída. Dessa maneira, acredita o autor, é possível organizar a aula e o tempo investido na exibição do filme.

² Santos e Santos (2005) fazem duas propostas de aula com um filme para cada. Uma sobre o tema poluição, outra sobre drogas. Avalie bem o público para o qual você exibirá o filme, atentando ao tema possível de se trabalhar em sala e também ao nível do próprio filme. Ao assistir, pense em como reagiria a maioria de seus alunos, tendo em vista as seguintes indagações: é para o Ensino Médio ou o Fundamental? Para o oitavo ano ou para o sexto? As respostas mudam muitas abordagens.

Moço e Monroe (2010) aconselham alguns procedimentos, desde o planejamento até a avaliação, que são:

1. A escolha do filme deve considerar: as capacidades dos alunos, a faixa etária, os conteúdos apresentados e os fatores sociais, culturais, econômicos e religiosos dos alunos. Evite filmes com violência gratuita e nudez (Figura 3.7);
2. Assista ao filme antes. **Sempre!**;
3. Defina o que quer com o filme: discutir um tema específico, ilustrar uma passagem do livro didático, mostrar o ambiente de uma época, dar subsídios a um debate, ter uma visão de um fato histórico relevante, etc.;
4. Saiba as conexões existentes entre o filme e as aulas que serão (ou estão sendo) dadas;
5. Verifique as possibilidades de paralelos entre este recurso e outros recursos didáticos, como livros, textos de divulgação científica, mapas e esquemas, música, saídas a campo, etc.;
6. Tenha clareza do que será pedido depois da exibição: qual o tipo de produção que será exigido dos alunos, quais as reflexões que serão estimuladas, como será a avaliação, etc. Os autores recomendam que não se exija atividades antes da exibição (como um resumo do filme), porque desse modo eles não assistirão a nada, e sim ficarão tomando notas;
7. Exponha os objetivos da exibição e descreva o que será visto: antecipe para a turma elementos da história, alguma coisa técnica interessante (como a época em que foi realizado, a conjuntura cultural e social, etc.), e expresse por que você, professor, gosta ou não gosta do filme. Isso estimula nos alunos, através do exemplo, a busca por saber mais sobre aquilo que assiste, lê, ou consome de uma maneira geral. Estimula a criticidade no cotidiano;
8. Selecione materiais de apoio, como *links* sobre o filme ou o tema na internet, textos de jornais e revistas, etc.;
9. Não é necessário passar o filme na íntegra. Edite o trecho que seja relevante para a sua aula. Lembre a si mesmo e aos alunos que o momento não é uma sessão de cinema, e sim uma aula.

Eles sugerem a animação *A Era do Gelo 2* para o 6º e o 7º ano (5ª e 6ª série) do ensino fundamental, para trabalho com os temas aquecimento global e evolução.



Figura 3.7 - *A Era do Gelo 2*.

Como você pode notar, o planejamento de aula usando este (e outro) recurso requer antecipação maior do que a noite prévia. Tenha em vista pelo menos uma semana para planejar uma aula. E lembre-se de que nem todas as escolas têm uma televisão e um aparelho de DVD (às vezes nem de VHS) em cada sala, o que significa que você precisa agendar o uso da sala disponível para isso. Quando não há sala própria para a atividade, é sinal de que você vai precisar levar a aparelhagem para a sala, instalar e preparar tudo antes que os alunos cheguem – ou mesmo quando eles já estão na sala, quando for o caso de uma aula entre aulas. Isso significa que alguns minutos serão perdidos.

Sempre teste a aparelhagem antes, porque em algumas escolas ela apresenta defeito.

TICs

Computadores, internet, celulares, câmeras digitais, *e-mails*, mensagens instantâneas, banda larga, *chats*, grupos ou listas de discussão e uma infinidade de outras novidades modernas são chamadas de Tecnologias de Informação e Comunicação – as TICs. Os alunos, quando podem ter acesso a elas, entendem do assunto; os professores, nem sempre.

De acordo com Polato (2009), os docentes mostram variadas reações às TICs: expectativa e empolgação com as possibilidades em um extremo; temor e desconfiança de que estas “assumam” seu lugar na escola em outro; e, na maioria das vezes, impotência, por não saber usar ou por conhecer menos o assunto do que os alunos.

Essa falta de costume no uso das TICs não se restringe à docência escolar; estende-se a Instituições de ensino superior (SOUZA; DE BASTOS; ANGOTTI, 1999). Por consequência, jovens licenciados acabam não usando as novas tecnologias em sua vida profissional, até mesmo porque não as encontram disponíveis nas escolas (quando na rede pública).

Existem duas questões que são fundamentais na hora de decidir pelo uso das TICs (POLATO, 2009):

1. Quando usá-las em sala de aula?
2. Como utilizá-las?

Para a primeira questão, só vale usar as TICs quando elas estiverem a serviço dos conteúdos. Ou seja, não adianta trazer jogos de computador só para a garotada “ter o que fazer”, nem apresentações em *Power Point* para deixar as aulas “legais” ou passar filmes para “cobrir buracos” em um planejamento não muito feliz.

Para que as oportunidades de ensino favorecidas pelas TICs sejam significativas, elas devem cooperar no enfrentamento de desafios atuais, como encontrar informações na internet e se localizar em um mapa virtual.

Para a segunda questão, Polato (2009) sugere os seguintes procedimentos:

1. Investigue o potencial das ferramentas digitais;
2. No planejamento anual, avalie quais conteúdos são melhor abordados com a TIC visada e quais as novas aprendizagens que podem ser inseridas;
3. Familiarize-se com a ferramenta, pelo menos com o básico (processadores de texto, correio eletrônico, mecanismos de busca);
4. Certifique-se de que você sabe as funções elementares dos aparelhos e aplicativos que pretende usar em sala *antes* de iniciar a atividade. Se algo der errado, busque auxílio aos alunos – isso é parceria, não atestado de ignorância;
5. Faça ***cursos de aperfeiçoamento***;
6. Seja autodidata na internet: busque os chamados tutoriais, que são textos que explicam passo a passo como funcionam programas e recursos;
7. Ajude a turma a refletir sobre o conteúdo de blogs e fotologs. Debata sobre a responsabilidade e as consequências acerca daquilo que se publica;
8. Discuta precauções no uso da internet. Leve ***textos*** que orientem a navegação segura.

Como o Proinfo, programa de inclusão digital do MEC.

O site <<http://www.safernet.org.br/site/prevencao/cartilha/safer-dicas>> traz uma cartilha bem jovial sobre o uso seguro da internet.

Veja um exemplo de blog na Figura 3.8:



Figura 3.8 - Exemplo de blog.

Ter equipamentos é a condição básica para realizar atividades pedagógicas que usem TICs. Mas não só: em levantamento realizado em 13 capitais (PINHEIRO, 2009), a inclusão do computador no projeto pedagógico faz diferença; 94% das escolas que inserem o recurso em seu projeto fazem um uso pedagógico mais avançado, como a criação de *sites* e *blogs*. O mesmo vale para os professores: em 67% dos casos, os que consideram as tecnologias no roteiro das aulas elaboram atividades mais interessantes.

Outro aspecto importante tem a ver com a formação de professores que alie o uso das TICs e a especificidade de suas disciplinas. Saber operar programas e equipamentos, que mudam cada vez mais rapidamente, não é a principal função do corpo docente, e sim associá-los aos temas de estudo para realizar melhor a tarefa de ensinar.

Resumo

Foi feito um levantamento geral sobre o que dizem os documentos oficiais, conhecidos como PCNs, acerca das demandas do ensino fundamental e médio, com enfoque nas disciplinas das Ciências Naturais. Vimos sua importância, organização e os objetivos propostos para cada um desses níveis de ensino. Verificamos as diferenças entre Temas Transversais e Temas Estruturadores, bem como uma visão geral da seleção de conteúdos – como é proposto por esses documentos legais. Além disso, verificamos pesquisas e dicas de utilização de materiais didáticos e paradidáticos, que incluem artefatos culturais, de entretenimento e das novas tecnologias.

Bibliografia complementar comentada

Biologia e cultura: significações partilhadas na literatura de Monteiro Lobato

Fabiana A. Carvalho

A clássica obra infantil de Monteiro Lobato – especificamente **A chave do tamanho** – é dissecada por esta autora, sob os vieses biológico (tamanho, evolução e mundo biológico) e cultural (crenças, valores e interesses políticos no discurso científico). Você verá Lobato de forma inteiramente diferente da que está acostumado.

CARVALHO, Fabiana A. *Biologia e cultura: significações partilhadas na literatura de Monteiro Lobato*. *Ensaio*, v. 9, n. 2, dez. 2007.

Entendendo Darwin: a autobiografia de Charles Darwin

Charles Darwin

Dividido em duas partes (**A viagem a bordo do HMS Beagle pela América do Sul**, quando Darwin era jovem, e **A autobiografia de Charles Darwin**, escrito por ele em tom de memórias, já no fim da vida), o livro tem também uma apresentação de Marcelo Gleiser. O tom jocoso, animado e também autorrepreensível do pesquisador dá um tom delicioso ao livro. Vale a pena ler e ter em casa.

DARWIN, Charles. *Entendendo Darwin: a autobiografia de Charles Darwin*. São Paulo: Planeta do Brasil, 2009.

A ficção científica e o ensino de ciências: o imaginário como formador do real e do racional

Marcilene C. Gomes-Maluf; Aguinaldo R. Souza

Os autores buscam o papel de filmes de ficção científica (a exemplo de **Jurassic Park**, mas citam também outros) no ensino de Ciências, defendendo que este papel é o de organizador e/ou desencadeador da aprendizagem.

GOMES-MALUF, Marcilene C.; SOUZA, Aguinaldo R. A ficção científica e o ensino de ciências: o imaginário como formador do real e do racional. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 14, n. 2, p. 271-282, set. 2008.

O livro didático de ciências: problemas e soluções

Jorge Megid Neto; Hilário Fracalanza

Os autores analisam a questão do livro didático voltado ao ensino de Ciências tendo em conta as características atuais deste, as novas propostas curriculares para o ensino de Ciências, os resultados da pesquisa sobre a área, entre outros fatores relevantes. Também propõem alternativas ao uso do livro didático.

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

O ensino de ciências e os PCNs: um diagnóstico na segunda fase do ensino fundamental da rede estadual de Jataí

Ericson H. Silva

O trabalho compara a prática do ensino de Ciências com a teoria pretendida pela implantação dos PCNs, demonstrando que existe defasagem entre um e outro. É interessante ler os resultados como forma de perceber alguns equívocos comuns na nossa prática que acaba esmorecendo o entusiasmo dos alunos pela disciplina.

SILVA, Ericson H. et al. O ensino de ciências e os PCNs: um diagnóstico na segunda fase do ensino fundamental da rede estadual de Jataí. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória, ES. *Anais...* Vitória: SBF, 2009.

Mito e herói na contemporaneidade: as histórias em quadrinhos como instrumento de crítica social

Marcos Fábio Vieira

O autor analisa algumas manifestações dos mitos na figura de heróis de quadrinhos, especificamente das editoras Marvel e Detective Comics, nas décadas de 1980 e 1990. É um artigo muito interessante a quem deseja saber mais sobre o poder de influência dos meios de comunicação de massa, especialmente as HQs ocidentais.

VIEIRA, Marcos Fábio. Mito e herói na contemporaneidade: as histórias em quadrinhos como instrumento de crítica social. *Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 78-90, jan./jun. 2007.

Referências

ARAÚJO, Mauro S. T.; SANTOS, Cristina C. Abordagem de tópicos de educação ambiental utilizando um livro paradidático no ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. *Atas...* São Paulo: ABRAPEC, 2005.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**, v. 4. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: ciências naturais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB). **Orientações curriculares para o ensino médio – Ciências da natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Guia de livros didáticos PNLD 2008**: apresentação. Brasília, DF: MEC, 2007.

CABELLO, Karina S.; MORAES, Milton O. Educação e divulgação científica de hanseníase: histórias em quadrinhos para o ensino da doença. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** São Paulo: ABRAPEC, 2005.

CEZAR, Kelly P. L.; CALSA, Geiva C.; ROMUALDO, Edson C. Livro didático: seu papel nas aulas de acentuação gráfica. **Educar em revista**, Curitiba, n. 34, p. 215-230, maio/ago. 2009.

COELHO, Nelly N.; SANTANA, Juliana S. L. **A educação ambiental na literatura infantil como formadora de consciência de mundo**. In: TRAJBER, Rachel; MANZOCHI, Lúcia H. (Coord.). **Avaliando a educação ambiental no Brasil: materiais impressos**. São Paulo: Gaia, 1996. p. 59-76.

FERREIRA, Adriano M.; SOARES, Cynthia A. A. Aracnídeos peçonhentos: análise das informações nos livros didáticos de ciências. **Ciência e Educação**, v. 14, n. 2, p. 307-314, 2008.

FREITAS, Letícia F. R. Lições de identidade presentes em livros didáticos de séries iniciais. **Educar em revista**, Curitiba, n. 34, p. 201-213, maio/ago. 2009.

GIRALDELLI, Carla G. C. M. **Gestos de interpretação na leitura de um texto literário de divulgação científica**: crianças em situação escolar. 2007. 109 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

GOULART, Sheila F.; FREITAS, Deisi S. Unidades didáticas interdisciplinares: possibilidades e desafios. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** São Paulo: ABRAPEC, 2005.

LIMA, Kênio E. C. et al. Conflito ou convergência? Percepções de professores e licenciandos sobre ética no uso de animais no ensino de zoologia. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 353-369, 2008.

LINSINGEN, Luana Von. Mangás e sua utilização pedagógica no ensino de ciências sob a perspectiva CTS. **Ciência e Ensino**, Campinas, SP, v.1, nov. 2007. Número especial.

LISBÔA, Livia L.; JUNQUEIRA, Heloisa; DEL PINO, José C. Histórias em quadrinhos como material didático alternativo para o trabalho de educação ambiental. **Gaia Scientia**, Paraíba, v. 2, n. 1, p. 29-39, mar. 2008.

MACHADO, Carlos A. Filmes de ficção científica como mediadores de conceitos relativos ao meio ambiente. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 14, n. 2, p. 283-294, set. 2008.

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

MENEZES, Luis C. A língua em todas as disciplinas. **Nova Escola**, São Paulo, ed. 221, abr. 2009.

MOÇO, Anderson; MONROE, Camila. Cinema na escola. **Nova Escola**, São Paulo, ano 25, n. 232, p. 72-74, maio 2010.

MONTENEGRO, Anisabel G. P. M.; ALMEIDA, Maria J. P. M. A leitura de textos originais de Faraday por alunos do ensino fundamental. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas. **Anais...** Jaboticatubas: SBF, 2004.

NASCIMENTO JUNIOR, Francisco A.; PIETROCOLA, Maurício. O papel do RPG no ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** São Paulo: ABRAPEC, 2005.

PIASSI, Luís P.; PIETROCOLA, Maurício. De olho no futuro: ficção científica para debater questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula. **Ciência e Ensino**, Campinas, SP, v.1, nov. 2007. Número especial.

- PINHEIRO, Tatiana. Tecnologia na aula. **Nova Escola**, n. 228, dez. 2009. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/gestao-escolar/diretor/tecnologia-aula-computador-escola-pesquisa-fundacao-victor-civita-aprendizagem-518769.shtml>>. Acesso em: 22 maio 2010.
- POLATO, Amanda. Tecnologia + conteúdos = oportunidades de ensino. **Nova Escola**, São Paulo, ano 24, n. 223, p. 50-58, jun./jul. 2009.
- QUINTANILHA, Leandro. Para o alto e avante! **Vida simples**, ed. 55, p. 22, jul. 2007.
- SALOMÃO, Simone R. **Lições de botânica**: um ensaio para as aulas de ciências. 2005. 259 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2005.
- SANDRIN, Maria F. N.; PUORTO, Giuseppe; NARDI, Roberto. Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 281-298, 2005.
- SANTA CATARINA. Secretaria Municipal de Educação. Departamento de Educação Fundamental. **Proposta curricular para a rede municipal de ensino de Florianópolis**. Florianópolis: SME, 2008.
- SANTOS, Nelson N.; SANTOS, Joana M. O ensino de ciências através do cinema. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** São Paulo: ABRAPEC, 2005.
- SILVA, Wilian F. et al. **Coleção Mortos de Fama**. Produção de material didático do Portal de Ensino de Ciências do IFUSP, Ciência à Mão. Disponível em: <http://www.ciencia-mao.if.usp.br/tudo/exibir.php?midia=pmd&cod=_pmd2005_0309>. Acesso em: 18 maio 2010.
- SOUZA, Carlos A.; DE BASTOS, Fábio P.; ANGOTTI, José A. P. As mídias e suas possibilidades: desafios para o novo educador. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. **Atas...** São Paulo: ABRAPEC, 2003.

TESTONI, Leonardo A.; ABIB, Maria L. V. S. A utilização de histórias em quadrinhos no ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** São Paulo: ABRAPEC, 2003.

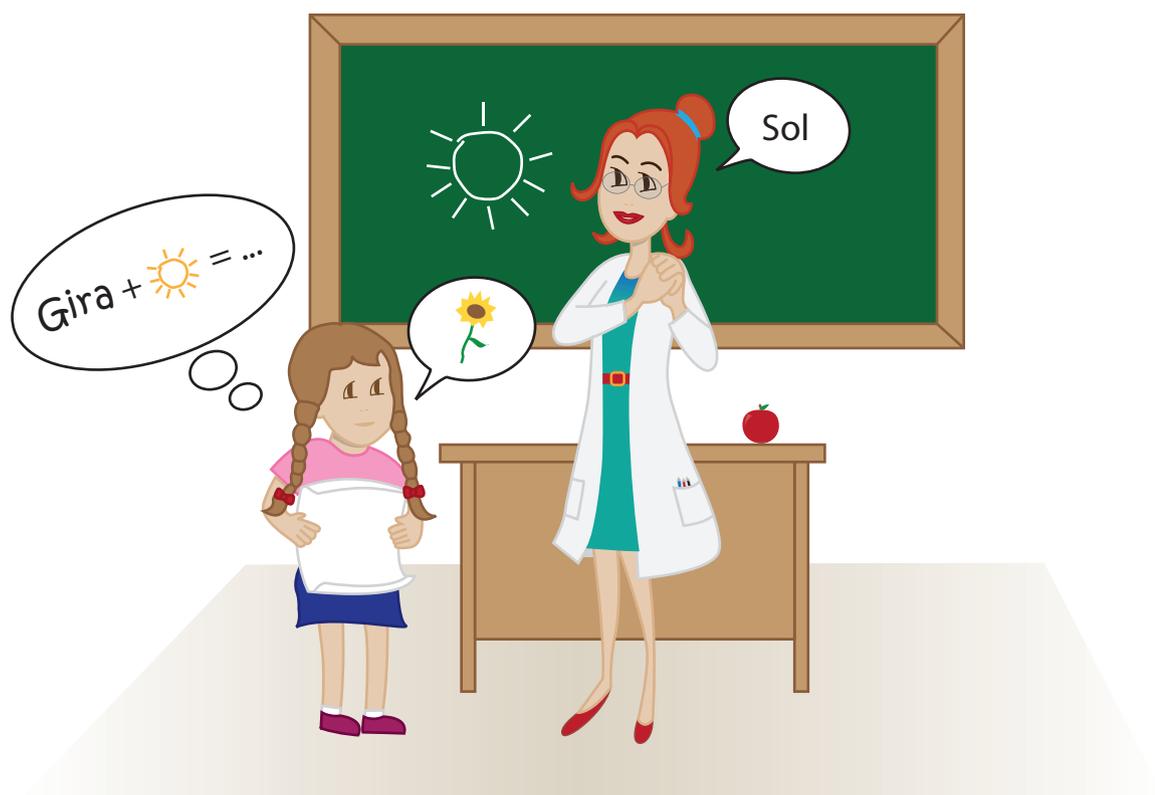
TESTONI, Leonardo A.; ABIB, Maria L. V. S. Histórias em quadrinhos e o ensino de física: uma proposta para o ensino sobre inércia. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas. **Anais...** Jaboticatubas: SBF, 2004.

ZANETIC, João. Física e arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-posições**, Campinas, SP, v. 17, n. 1, p. 39-57, jan./abr. 2006.

ZANOTELLO, Marcelo; ALMEIDA, Maria J. P. M. Produção de sentidos e possibilidades de mediação na física do ensino médio: leitura de um livro sobre Isaac Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 437-446, 2007.

ZEN, Maria I. H. D. et al. Aprendendo com Era uma vez.... In: OLIVEIRA, Daisy Lara de (Org.). **Ciências nas salas de aula**. Porto Alegre: Mediação, 1997. p. 39-46. (Cadernos Educação Básica, v. 2).

CAPÍTULO 4



A prática pedagógica do ensino de Ciências e Biologia

Na hora de selecionar os conteúdos, devemos considerar encaminhamentos metodológicos que utilizem recursos variados, planejados com antecipação, a fim de conseguir um processo de ensino-aprendizagem mais interativo e construir conceitos de maneira que faça sentido aos alunos. Isso inclui um processo avaliativo que esteja ligado ao planejamento e que se encaixe nas abordagens escolhidas. O objetivo deste capítulo é introduzir aspectos que envolvem a atividade docente do início – com o planejamento – ao fim – com a avaliação, passando por abordagens recomendáveis para se aplicar na sala de aula.

4.1 Aspectos metodológicos

Algo que foi várias vezes mencionado nos capítulos anteriores é o fato de que a aprendizagem tem de ser significativa. O que isso exatamente quer dizer?

Como a própria denominação sugere, é quando o conteúdo específico tem significado ao estudante. Isso ocorre quando esse conteúdo interage com ideias relevantes que já existem na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, com seus conhecimentos prévios.

De que modo podemos perceber que houve essa aprendizagem **significativa**? Basicamente, quando o estudante consegue usar os modelos ou as leis científicas em contextos diferentes daqueles aos quais foram apresentados. Traduzindo, quando ele aplica o conceito científico em questões novas, que ainda não propusemos a ele.

Para investigar se houve tal compreensão, podemos utilizar instrumentos que tragam questões e problemas novos, não familiares, que exijam uma transformação do conhecimento adquirido. Esses instrumentos serão citados mais detidamente neste mesmo capítulo.

Para haver uma aprendizagem que seja significativa, pensa-se que sejam necessários um bom planejamento e uma avaliação que tenha a ver com ele.

Para um maior
aprofundamento, leia o artigo
de Pelizzari et al. (2001/2002),
Teoria da aprendizagem
significativa segundo
Ausubel, disponível em:
<[http://portaldoprofessor.
mec.gov.br/storage/
materiais/0000012381.pdf](http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf)>.

4.1.1 O planejamento

Planejar é programar um roteiro onde se esboçam metas, prioridades e intenções. No caso do planejamento voltado à educação, contudo, essa simples definição se torna bem mais intrincada. A começar, se desvela em pelo menos três modalidades: o plano da escola, o de ensino e o de aulas.

O plano da escola é um documento de ordem mais abrangente: expressa as orientações gerais que vão sintetizar as relações da escola com o sistema escolar mais amplo (por exemplo, a Prefeitura, a Secretaria de Educação, etc.), e também as relações do **projeto político-pedagógico da escola**, o PPP, com os planos de ensino.

• Saiba mais sobre o PPP lendo
• oito questões essenciais
• sobre projeto pedagógico,
• disponível em: <[http://
revistaescola.abril.com.
br/gestao-escolar/diretor/
questoes-essenciais-projeto-
pedagogico-427805.shtml](http://revistaescola.abril.com.br/gestao-escolar/diretor/questoes-essenciais-projeto-pedagogico-427805.shtml)>.

O PPP e você

O Projeto Político-Pedagógico, ou Projeto Pedagógico, ou ainda Projeto Político, é um documento, obrigatório desde 1996, que deve explicitar por “a+b” tudo o que se pretende fazer na unidade educativa escolar. Envolve desde questões ideológicas (como o conceito de sociedade), sociais (histórico da escola, diagnóstico dos alunos de uma forma geral, etc.) até aspectos práticos, como horários, uso de uniforme, direitos e deveres dos alunos, pais, professores, etc. O PPP é amplamente variável conforme a escola, e por isso é interessante que você o leia antes mesmo de entrar na sala de aula, se possível.

Muitos desses documentos, porém, não saem da gaveta a não ser que forçosamente. Ou seja, nem toda equipe pedagógica irá mostrar o PPP assim que você se apresentar. É você que terá de pedir por ele.

Existem escolas que se valem de blogs para se comunicar com alunos, pais e integrantes da comunidade escolar. Nestas, o PPP é apresentado on-line. Quando a escola não dispõe desse recurso, é melhor perguntar pelo documento assim que conseguir o emprego.

O plano de ensino é a previsão dos objetivos e atividades que o professor pretende realizar ao longo de um ano ou semestre. Precisa ser, portanto, mais elaborado, mais detalhado, dividido em unidades sequenciais, pontuando objetivos específicos, conteúdos e metodologias.

Veja a seguir um modelo desse tipo de plano.

Plano de Ensino (ano ou semestre)			
Disciplina: Ciências Série/ Ano: 5ª / 6º Nº de aulas por ano: variável / no semestre: variável Professor: você			
Justificativa da disciplina (uma ou mais páginas)			
Objetivos gerais: Desenvolver no aluno aquisição de conhecimentos científicos referentes a fatos, leis, teorias e princípios, e habilidade de observar, criticar, analisar e adquirir conhecimentos básicos sobre: Seres Vivos, Ecologia e Botânica.			
Objetivos específicos	Conteúdos	Nº de aulas previstas	Desenvolvimento metodológico
Unidade I: 1. Diferenciar seres vivos dos não vivos	Unidade I: Introdução aos Seres Vivos e à Evolução 1. Características dos seres vivos 2. 3. 4. Unidade II 1. 2. 3.	variável	1. Pedir aos alunos que citem nomes de organismos que conheçam. Prof ^{o/a} . segue anotando na lousa. 2. Alunos devem separar, dentre os citados, os que nascem, crescem, se reproduzem e morrem. 3. Prof ^{o/a} . aponta o ciclo vital como característica central dos seres vivos. Alunos devem dar novos exemplos com base nesta definição. 4. Alunos constroem tabela de seres vivos e não vivos.
Bibliografia (do professor):			
Literatura indicada aos alunos:			

Quadro 4.1 - Modelo de Plano de Ensino (Adaptado de: LIBÂNEO, 1994).

Dentro do plano de ensino estão os planos de aula. Cada plano de aula esboça a previsão do que será tratado em uma aula ou conjunto de aulas, tendo por isso um olhar mais específico, onde revela métodos de abordagem do assunto, atividades em classe e o conteúdo em si.

Exemplo de Plano de Aula

Tema de Aula: Cadeia Alimentar

Duração: 2 horas/aula.

Objetivos de Aprendizagem – que o aluno aprenda:

- O que é a cadeia alimentar e qual a sua importância para os seres vivos.
- As relações ecológicas presentes na cadeia.

Conhecimentos prévios trabalhados pelo professor com o aluno:

Os alunos devem ser capazes de identificar a diferença entre herbívoros e carnívoros; ter noção de fotossíntese.

Estratégias e recursos da aula

Introdução

A cadeia alimentar é uma sequência de seres vivos que se alimentam uns dos outros. É a maneira de expressar as relações de alimentação entre os organismos, iniciando-se nos produtores e passando para os consumidores (herbívoros, predadores). Os herbívoros são os organismos do segundo nível trófico, que se alimentam diretamente dos produtores (por exemplo, a vaca). Eles são chamados de consumidores primários; os carnívoros ou predadores são os organismos dos níveis tróficos seguintes, que se alimentam de outros animais (por exemplo, o leão). O carnívoro, que come o herbívoro, é chamado de consumidor secundário.

Estratégia

Nesta aula será usado um jogo de estratégia que mostra o funcionamento de uma cadeia alimentar, em que os próprios alunos serão as “peças” do jogo.

Desenvolvimento

Atividade prática - Jogo da Presa X Predador

Professor, num primeiro momento, lembre com os alunos quem são os animais herbívoros e quem são os animais carnívoros. Comente com eles que,

na natureza, geralmente os animais herbívoros são caçados e servem de alimento para os animais carnívoros, que são os caçadores. Abaixo, segue a descrição do jogo, para ser realizado com os alunos.

Materiais necessários:

- 100 Bolinhas de plástico (usadas em piscina de bolinhas) ou de isopor;
- Fita adesiva;
- Giz.

Como jogar:

Divida a turma em grupos de “caçadores” (carnívoros) e de “caçados” (herbívoros), sendo que apenas 10% da turma podem ser caçadores (por exemplo, numa turma de 30 alunos, 3 podem ser caçadores, e os outros 27 serão os caçados). Após definir os grupos, explique para a turma que o grupo dos caçadores deverá pegar os caçados, e estes deverão pegar as bolinhas.

Montando o jogo:

Professor, leve a turma para o pátio ou modifique a estrutura da sala de aula, afastando as carteiras para permitir a mobilidade dos alunos. Cole com a fita adesiva as bolinhas por todo o espaço, podendo afixá-las no chão, nas paredes, dentre outros locais. Delimite no chão, com o giz, cerca de 15 espaços circulares com tamanho suficiente para que caiba uma pessoa, e 3 espaços maiores, que serão as áreas de cada caçador.

Dinâmica do jogo:

Os alunos representantes dos caçados terão a função de coletar as bolinhas. Estas representam as plantas, já que os animais herbívoros (caçados) se alimentam de vegetais. Já os alunos representantes dos caçadores terão a função de pegar os caçados. Eles deverão pegar os herbívoros e levá-los para suas áreas, onde estes deverão ficar saindo assim do jogo. Os círculos menores no chão são os esconderijos dos caçados, onde eles se protegem dos caçadores. Sendo assim, se os caçados estiverem dentro dos círculos menores, os caçadores não poderão pe-

gá-los, apenas o farão se estes saírem do esconderijo. É importante que o professor cronometre o tempo, determinando um máximo de 1 minuto para a realização do jogo.

Ao final do tempo, vencerá o jogo aquele aluno (caçador ou caçado) que tiver conseguido mais “comida”.

Definindo Conceitos

Professor, após o desenvolvimento do jogo com os alunos, leve-os a pensar sobre o seguinte:

- Que animais na natureza são caçados? De que eles se alimentam?
- Quem são os caçadores?
- Existem animais que podem ser caçados e também caçadores?

Respostas prováveis:

- Os animais caçados são: zebra, peixe e passarinho. Eles se alimentam de plantas.
- Os animais caçadores são: leão, tubarão e cobra.
- Os animais caçados e caçadores são: sapo, passarinho e lagartixa.

Muito bem, vamos registrar estas respostas de vocês no quadro. A zebra, o peixe e o passarinho foram apontados por vocês como animais caçados. Então, podemos dizer que eles são consumidos pelos caçadores, não é mesmo? É o mesmo que dizer que eles são as presas. Os caçadores consomem os caçados, ou as presas, então eles são os predadores. E as plantas, elas se alimentam de quê?

Respostas prováveis:

- De coisas que estão no solo.
- De esterco.
- Eu acho que as plantas não precisam se alimentar como nós.
- As plantas produzem seu próprio alimento.

Isso mesmo, as plantas não se alimentam como nós, que buscamos a energia em outros seres vivos. Elas

conseguem fabricar sua própria energia, então elas não precisam “comer” outros seres vivos. Como elas produzem seu alimento, elas são chamadas de produtores. Agora, vamos separar esses seres vivos que vocês citaram de acordo com a sua função.

Produtor	Presa	Predador
Plantas	Zebra	Leão
Sementes	Peixe	Tubarão
Flores	Passarinho	Cobra

Professor, nesta aula não há necessidade de preocupar-se com a direção correta das setas da cadeia alimentar, já que os alunos estão aprendendo inicialmente as relações entre os seres vivos, e não as relações energéticas.

Esta relação entre os seres vivos, em que um se alimenta do outro é chamada de cadeia alimentar, pois há uma sequência dos organismos vivos. Nesta cadeia, as plantas sempre iniciam, pois elas produzem seu alimento e não consomem nenhum outro ser vivo. A presa sempre vem logo depois da planta, pois ela se alimenta da planta. E o predador vem após a presa, já que se alimenta desta. Portanto, vocês devem ter percebido que na cadeia alimentar existe uma ordem:

Produtor → Presa → Predador

Entendendo o Jogo

Alunos, agora vocês já conseguem entender melhor o jogo que fizemos, não é? Perceberam que as bolinhas são as plantas, não se deslocam de seus lugares, e servem de alimento para os animais herbívoros, que são os caçados do jogo (presas). Estes servem de alimento para os caçadores, ou seja, os predadores, pois são os carnívoros. Aqueles círculos menores no chão representam as tocas e esconderijos dos animais, que permitem que estes fujam de seus predadores. Mas vocês devem ter percebido também que aqueles animais que ficaram todo o tempo, ou grande parte dele, dentro das tocas, não conseguiram se alimentar (coletar as bolinhas), ou se alimentaram menos que os outros, e por isso perderam o jogo.

Na natureza, é preciso balancear o seu comportamento de fuga e alimentação, pois se você se esconde por muito tempo, acaba por se alimentar pouco e corre o risco de não sobreviver. Já se você se arrisca muito, suas chances de ser predado são maiores. Os caçadores mais rápidos conseguiram predar mais herbívoros, e isso acontece na natureza também, onde aqueles predadores mais eficientes se saem melhor que os outros, assim como as presas mais lentas são mais facilmente predadas que aquelas mais ágeis.

Equilíbrio Ecológico

Professor, neste momento da aula, reaplique o jogo inicial, modificando a quantidade de cada item: plantas, presas e predadores. Isso quer demonstrar para os alunos que a redução ou aumento de qualquer elo da cadeia causa um desequilíbrio, podendo extinguir seus componentes. Pode-se também falar sobre a presença e interferência do ser humano nas cadeias alimentares, e o que essa interferência vem causando à natureza.



Figura 4.1 - Tirinha ilustrando as relações de uma cadeia alimentar.

Recursos Complementares

Professor, como recurso adicional, sugerimos que passe para os alunos o filme *O rei leão 3: haku-na matata* (2004) – 77 minutos – Walt Disney. Este filme mostra de forma divertida as relações entre os animais predadores e as presas. Os protagonistas da história (Timão e Pumba) vão em busca de um “lar” perfeito, com muito alimento e sem seus predadores.

Avaliação

Avaliar numa perspectiva formativa implica estar atento à construção de conhecimentos conceituais, comportamentais e atitudinais de nossos alunos. Por isso é importante estar atento a todo o percurso do aluno enquanto aprende: suas ideias iniciais, aquelas apresentadas durante a investigação, à maneira que se relaciona com os colegas, sua atitude investigativa e crítica no decorrer da aula. Feitas essas considerações, propomos mais um momento para que os alunos sejam avaliados. Entregue aos alunos a tirinha da Cadeia Alimentar (citada no item Estratégias e Recursos da Aula) e peça que cada um, em casa, faça um texto e conte o que está acontecendo na tirinha, relacionando com o que aprenderam na aula de hoje. Avalie a construção de conhecimentos dos alunos de acordo com o que narrarem dos acontecimentos da história, se conseguiram descrever o que é e qual a importância da cadeia alimentar na natureza.

*Plano de aula elaborado por
Gonzaga Silva e Ramos (2009).*

Mais do que um roteiro bem programado, o planejamento é um momento de reflexão das ações do professor e de seus posicionamentos ideológicos, visto que a seleção de conteúdos, e a maneira como esses serão abordados e/ou administrados, depende do modo como o professor vê a escola, os alunos e o conhecimento por construir. Por essa razão, é o passo inicial do trabalho dentro da sala, e a definição do que se pretende alcançar ao final do encontro.

Para isso, você consulta o PPP da escola.

¹ Veja o quadro sobre os objetivos de aprendizagem.

² Falaremos mais a respeito nos próximos tópicos.

Há três dimensões básicas a serem consideradas na elaboração de um planejamento, em suas três modalidades: a **realidade** (quem são os alunos, seus pais e a escola), a **finalidade**¹ (onde se quer chegar com determinado trabalho docente) e **plano de ação**² (os métodos, as abordagens e as atividades pretendidas pelo professor), onde se coordena, também, os recursos e o tempo disponíveis.

Objetivos de aprendizagem

Os objetivos de aprendizagem são metas que abrangem a estruturação dos currículos, a aplicação dos conteúdos e as técnicas avaliativas. Por isso, não devem ser assertivas soltas ou aleatórias, mas específicas, sistematizadas e organizadas. Elas obedecem a uma hierarquia, conhecida como Taxonomia dos Objetivos de Aprendizagem, Taxonomia dos Verbos Educacionais, ou Taxonomia de Bloom.

Benjamin Bloom estabeleceu, em 1956, uma lista de processos cognitivos com seis níveis de raciocínio, organizados do mais simples (informação) ao mais complexo (avaliação). Cada nível tem associação com verbos de ação, ou verbos que sintetizam o mais adequadamente possível o que se espera que o aluno faça ao atingir aquele objetivo.

A classificação divide as possibilidades de aprendizagem em três grandes domínios: o cognitivo (a aprendizagem intelectual), o afetivo (os aspectos de sensibilização e gradação de valores) e o psicomotor (as habilidades de execução de tarefas que envolvem o organismo muscular).

A fim de exemplo, mostraremos aqui a listagem que abrange o domínio cognitivo (embora este interaja com os demais domínios, sempre) (Quadro 4.2).

Nível	Definição	Verbos de Ação
Informação	Lembrar a informação	Identificar, descrever, nomear, rotular, reconhecer, reproduzir, seguir
Compreensão	Entender o significado, parafrasear um conceito	Resumir, converter, defender, parafrasear, interpretar, dar exemplos
Aplicação	Usar a informação ou o conceito em uma nova situação	Criar, fazer, construir, modelar, prever, preparar
Análise	Dividir a informação ou o conceito em partes visando um entendimento mais completo	Comparar/contrastar, dividir, distinguir, selecionar, separar
Síntese	Reunir ideias para formar algo novo	Categorizar, generalizar, reconstruir
Avaliação	Fazer julgamentos sobre o valor	Avaliar, criticar, julgar, justificar, argumentar, respaldar

Quadro 4.2 - Taxonomia de objetivos educacionais de Bloom (tradicional).
(Adaptado de: Intel Educação, 2010).

A lista vale para todos os níveis de ensino (inclusive superior) e foi reformulada em 2001 para se adaptar ao universo atual dos estudantes (Quadro 4.3). A nova taxonomia combina o tipo de conhecimento a ser adquirido (dimensão do conhecimento) e o processo utilizado para a aquisição desse conhecimento (dimensão do processo cognitivo).

Nível	Verbos
Lembrar	Reconhecer, recordar
Compreender	Classificar, comparar, exemplificar, explicar, inferir, interpretar, resumir
Aplicar	Executar, realizar
Analisar	Atribuir, diferenciar, organizar
Avaliar	Criticar, verificar
Criar	Gerar, planejar, produzir

Quadro 4.3 - Nova taxonomia de objetivos educacionais.
(Adaptado de: WAAL; TELLES, 2004).

Projetos didáticos permitem mais flexibilidade no aspecto tempo: dependendo do objetivo, podem ocupar alguns dias ou vários meses. Os projetos didáticos também se orientam para a elaboração de um produto final tangível.

Sequências didáticas têm como meta ensinar um conteúdo específico, de forma encadeada e sistemática.

Atividades permanentes podem ser desenvolvidas em todas as aulas, ou semanal, quinzenal ou mensalmente, graças a seu caráter de rotina e interesse em desenvolver, nos alunos, familiaridade com determinados temas ou conceitos.

Veja que não apenas os níveis foram “rebatizados” como a “síntese” (agora “criar”) trocou de lugar com a “avaliação” (agora “avaliar”).

A Taxonomia dos Verbos pode ser muito útil para o planejamento e desenho de eventos de aprendizagem. Ela também oferece apoio ao esforço de compatibilizar testes de avaliação com conteúdo de ensino.

O planejamento, acima de tudo, precisa ser flexível, pois cada turma é diferente da outra, cada nível tem suas particularidades, e cada ano traz sua novidade. Embora existam escolas que ainda entendem o planejamento de maneira burocrática, como mero preenchimento de fichas com prazos de entrega (AMORIM, 2009), e também como instrumento de controle da “eficiência” do professor (MONTEIRO, 2009), não é possível cumpri-lo à risca: sempre haverá modificações, e é inclusive esperado que tal aconteça.

Um erro comum, de acordo com Nunes (2010), é usar o momento do planejamento apenas para organizar uma sequência de conteúdos para determinado período, junto a alguns projetos didáticos. Na verdade, tem que se alinhar tudo o que será realizado, combinando sequências didáticas, atividades permanentes e projetos didáticos.

Enquanto planejar tem a ver com a estreia das atividades com os alunos, a avaliação tem a ver com fechamento dessas atividades. Entretanto, esse fechamento nada tem a ver com o “fim” de determinado período ou tema; ao contrário, quanto mais avaliações houver no decorrer do tema, melhor.

4.1.2 A avaliação

A avaliação como prática pedagógica é entendida como uma parceria entre aluno e professor, não mais como uma forma de coerção e ameaça através de classificação entre alunos bons, mais ou menos e maus, cujo castigo maior é a repetência – ou o fracasso escolar. Assim, uma avaliação produtiva não castiga ou veta os

erros dos estudantes, mas os valoriza, a fim de retomar a compreensão equivocada e retificá-la.

Na nova forma de avaliação, definida pela LDB 9394/96 como contínua e cumulativa em relação ao desempenho do estudante, esta deve ser usada como mais uma ferramenta de compreensão dos conteúdos, um conjunto de caminhos para medir a qualidade do aprendizado dos estudantes.

Para a parceria funcionar, é preciso, antes de tudo, uma reformulação conceitual por parte do professor, já que mudar a forma como se avalia implica mudar também a forma como se ensina e, especialmente, como se planeja o processo de ensino.

Depois, o professor precisa identificar exatamente o que quer com a forma de avaliação pela qual optou, e o aluno precisa colaborar, caso contrário o novo sistema não funciona. Para haver colaboração do aluno, recomenda-se uma negociação com a classe, onde se expõe os objetivos da avaliação e se discute os critérios, enfatizando a necessidade da colaboração desses alunos.

A avaliação pode ser baseada nos métodos antigos – provas, trabalhos, seminários, etc. –, porém sob nova perspectiva. É possível criar novas maneiras, mesclar as velhas formas, aplicando-as no decorrer do desenvolvimento do conteúdo, pois o objetivo é verificar como está indo a compreensão dos estudantes. Nesse sentido, a avaliação é também um espelho do modo como o professor aborda sua temática.

Uma boa avaliação envolve três etapas:

1. Saber o nível em que está o aluno – o chamado diagnóstico;
2. comparar o diagnóstico com o que é considerado, pelo professor, fundamental que o aluno saiba – a chamada qualificação;
3. tomar as decisões que possibilitem o alcance desta qualificação.

A avaliação interessa a quatro públicos:

1. aos alunos, que têm o direito de conhecer como vai seu desempenho, e assim decidir a se empenhar mais;

2. aos pais, corresponsáveis pelo desenvolvimento de seus filhos e um dos maiores estímulos ao estudo na ausência do professor;
3. ao professor, como maneira de analisar a própria prática;
4. à equipe da escola, que deve garantir a continuidade e coerência do percurso escolar de todos os estudantes. No caso das redes públicas, também precisa ter material para apresentar a um nível burocrático maior.

Uma das formas de estimular o aluno a se empenhar no seu desenvolvimento conceitual é a autoavaliação, assunto polêmico por esta ser mal compreendida e mal aplicada.

Autoavaliação não significa deixar o aluno dar sua própria nota; significa fazê-lo acompanhar seu próprio ritmo, comparar sua visão com a do professor, e estimular outro olhar sobre si e seu comportamento – algo muito positivo para um indivíduo em plena metamorfose humana. A autoavaliação, assim como a avaliação no geral, pode abranger conteúdos, atitudes e procedimentos, tornando-se, portanto, um instrumento de ampla aplicação.

Deixar as avaliações para o final do conteúdo (do bimestre, do semestre, do mês, do ano, etc.), dizer os resultados sem fazer uma discussão (apenas dizer a nota) e fazer perguntas sem sentido pedagógico (apenas para pontuar a nota) não têm serventia para nenhum dos envolvidos no processo educativo.

4.2 Aspectos essenciais ao ensino de Ciências e Biologia

Há diversas abordagens que podem ser utilizadas durante o processo de ensino-aprendizagem. Algumas são consideradas defasadas e até mesmo inadequadas, como a Tradicional e a Comportamentalista (ou Behaviorista); outras cuja popularidade no ensino vai e vem, como a Construtivista, a Sociocultural, a Humanista e a Sociointeracionista. Trataremos melhor dessas correntes, e de seus principais mentores, daqui a pouco.

Mais do que seguir modismos, porém, devemos articular as diferentes abordagens de acordo com a situação de ensino. Existem momentos em que a Abordagem Tradicional é a melhor opção; outros, em que a Humanista se adapta mais. Tudo depende do contexto dos alunos com os quais você está trabalhando, e, principalmente, de seus objetivos de aprendizagem.

Optar por uma única abordagem, por considerá-la mais significativa, ou mais funcional, ou porque você se adapta melhor a ela, não é recomendável se o objetivo é um trabalho pedagógico de qualidade. Na organização do plano de ensino e de aula, quanto mais variedade houver na abordagem dos assuntos, nas estratégias e nos recursos, melhor.

4.2.1 Algumas abordagens de ensino

Trataremos aqui de seis delas, sintetizadas no quadro a seguir (Quadro 4.4).

Abordagens	Aluno	Professor	Ensino-aprendizagem	Objetivo	Principais autores
Tradicional	Passivo; Assimilador de conteúdos	Autoridade; Transmissor de conteúdos	Aulas expositivas; Exercícios de fixação; Leituras-cópia	Dominar o conteúdo cultural universal	Émile Chartier; Georges Snyders
Comportamentalista	Elemento para o qual o material é preparado	Selecionador e organizador dos meios de ensino	Ênfase nos meios que proporcionam o ensino	Lidar “cientificamente” com os problemas da realidade	B. F. Skinner
Humanista	Ativo; Centro do processo	Facilitador da aprendizagem	“não diretivo”; Conteúdos programáticos selecionados a partir dos interesses dos alunos; Ênfase na autoavaliação	Aluno criativo, participativo, que “aprendeu a aprender”	Rogers

Abordagens	Aluno	Professor	Ensino-aprendizagem	Objetivo	Principais autores
Cognitivista	Ativo	Criador de situações desafiadoras e desequilibradoras	Baseado no ensaio e no erro; Pesquisa, investigação; Solução de problemas; Ênfase em trabalhos em equipe e nos jogos	“aprender a pensar”	Piaget; Jerome Bruner (criadores) J. Dewey; Montessori; Decroly
Sociocultural	Concreto, objetivo, determinado e que determina o universo social, político, econômico e individual/histórico	Direciona e conduz o processo de ensino-aprendizagem	Diálogo e grupos de discussão; “temas geradores” extraídos da prática de vida dos educandos; Relação horizontal entre aluno e professor	Educando capaz de operar conscientemente mudanças na realidade	Paulo Freire
Sociointeracionista	Sujeito inserido em sistemas de representação	Mediador da interação entre diferentes linguagens	Aprendizagem acontece através da interação com o outro, e em dois níveis: social e individual	Internalização de conhecimentos	Lev Vygostsky
Discursiva	Agente das relações sociais	Agente das relações sociais	Passa necessariamente pelo sujeito; O verbal e o não verbal influenciam de forma determinante na construção de sentidos	Dialogar entre os diferentes discursos, relacionando-os	Mikhail Bakhtin

Quadro 4.4 - Resumo de algumas abordagens de ensino-aprendizagem.
(Adaptado de: SANTOS, 2005).

Independentemente de qual abordagem você escolher para determinada situação de ensino, existem algumas estratégias que são consideradas essenciais por terem a ver tanto com a atividade pedagógica em si quanto com a formação e o aprimoramento do professor. Trataremos aqui de três delas: a História da Ciência, a Divulgação Científica e a Atividade Experimental.

4.2.2 A história da Ciência

Tem como objetivo principal fundamentar os resultados científicos que são abordados em sala.

Por exemplo: ao invés de entrar no assunto genética nua e crua, posso contextualizar seu surgimento e importância antes e durante as aulas técnicas. Discorrer sobre os experimentos de cruzamentos entre espécies animais e vegetais que são realizados desde a Antiguidade, contar sobre Mendel e como a matemática o ajudou a elaborar as leis probabilísticas que estão enraizadas no raciocínio da genética, e revelar como ele foi redescoberto e retirado da obscuridade um século depois da publicação de seu trabalho com ervilhas. As formas de se entrar num discurso histórico sobre determinados conteúdos são várias.

Fazer isso não é “matar tempo de aula”, mas fundamentar a ideia, integrar os conceitos científicos escolares, desfazer o mito da Ciência como algo que é recebido pronto, como um “*download*” divino em mentes privilegiadas, e ainda estimular a curiosidade sobre o assunto – o que sempre leva à motivação para estudar. É fazer o aluno “acompanhar” o raciocínio de cientistas que levaram ao resultado que queremos ensinar, e assim fazer com que ele visualize as razões e a importância de saber desses resultados.

Além de ser válido ao aluno, é também importante para o professor, pois ajuda na compreensão dos conceitos científicos e, assim, enriquece suas estratégias de ensino. Ademais, a História da Ciência torna esta mais humana, menos técnica, e com isso mais próxima da realidade do estudante.

Alguns equívocos, porém, são comuns quando se tenta inserir essa estratégia no planejamento. São eles:

- Representação de cientistas famosos aliados a verbos decisivos: descobriu, inventou, provou, pai de alguma coisa, etc.

Exemplo:

*O holandês Anton van Leeuwenhoek, em 1676, desenvolveu o primeiro microscópio. Depois, em 1859, o **pai da microbiologia**, Louis Pasteur, **desvendou** o “mistério” do crescimento das massas de pães. Ele **descobriu** as leveduras [...], uma espécie de fungo conhecido como fermento biológico, o mesmo que compramos nos supermercados para fazer pães. Certamente, com a descoberta das leveduras ficou muito mais fácil fazer um. (BAGGIO, 2009, p. 8).*



Figura 4.2 - Eureka.

Nesse trecho temos, em negrito, confirmações da genialidade dos cientistas – imagem que não deve ser perpetuada; contudo, a autora também insere com naturalidade a abordagem histórica no conteúdo disciplinar. Isso evita que o discurso se torne enfadonho e pragmático.

- Uso de anedotas, reais ou inventadas, sobre cientistas.

Exemplo:

Conta-se que Arquimedes [...], ao afundar o próprio corpo num recipiente completamente cheio de água para se lavar, parte dela transbordou. Teria saído do banho gritando Eureka! (que em grego significa “Achei!”), (Figura 4.2)). (CRUZ, 2010, p. 4).



Figura 4.3 - Newton e a maçã.

Outros exemplos bem comuns trazem Newton e uma maçã no cocuruto, e Benjamin Franklin empinando pipa em uma noite de tempestade (Figuras 4.3 e 4.4). O problema de abordar cientistas e teorias dessa maneira é que a visão distorcida e mistificada da Ciência, dos cientistas e do processo de produção do conhecimento é perseverada, além do fato de que nem todos esses “contos” são reais, ou mesmo possíveis de serem comprovados. Ou seja, não bastasse a possibilidade de distorcer a atividade científica, ainda pode-se estar incutindo uma falsa história da Ciência aos alunos.

- Uso de autoridade pelo discurso.

Exemplo:

Ao longo do século XIX, a investigação científica preocupava-se, também, com a velocidade de propagação do som nos líquidos



Figura 4.4 - Franklin, a pipa e os relâmpagos.

*e sólidos. Os resultados dessa investigação **mostram** um modelo explicativo **afirmando** que, em meio líquido, o som atinge uma velocidade menor, pois as partículas estão mais afastadas.* (CONRADO, 2010, p. 4).

Em negrito, estão palavras que reprimem dúvidas e impõem doutrinas, indo em direção contrária ao que se pretende no ensino de Ciências: favorecer o espírito crítico nos alunos, despertar o olhar investigativo, propiciar uma autonomia que o leve a formular perguntas e buscar suas respostas.

Aquela frase poderia ser substituída por *os resultados dessa investigação levaram à confecção de um modelo [...]*, o que retiraria a autoridade e ofereceria a perspectiva de sugestão, de algo maleável, de algo discutível, mais próximo da atividade científica.

4.2.3 A divulgação científica

Este é um termo sobre o qual ainda faltam precisão e clareza, sendo geralmente associado a aspectos do jornalismo, como notícias e artigos de jornais e revistas. Mas a divulgação científica não é só isso.

Para Bertolli Filho (2007), é uma prática realizada por comunicadores e por cientistas que se apoiam em recursos da mídia, com formatação própria – que depende da forma como está sendo veiculada, se por meio escrito, televisionado ou falado via rádio –, cujo objetivo é compartilhar, a uma maioria de indivíduos entendidos como leigos, pensamentos e informações científicas geralmente restritos a uma minoria, cunhada de especialista.

Silva e Almeida (2005) concordam com isso, afirmando ainda que a divulgação científica é parte do espaço público de circulação de discursos **sobre a ciência e da ciência**, que fazem parte do processo de produção do conhecimento científico.

A importância da divulgação científica para o ensino de Ciências tem a ver com o fato de ser uma alternativa para suprir a defasagem entre conhecimento científico e conhecimento científico escolar, de ter uma linguagem mais acessível do conhecimento produzido pela ciência, e uma oportunidade ao professor de ciências para atualizar seus conhecimentos.

Existem os discursos que se fazem sobre a ciência, ou a forma como se percebe a ciência e a atividade científica, e existem os discursos da ciência, ou como são divulgados os conhecimentos científicos propriamente ditos. O primeiro caso trata de percepções sobre a ciência e as suas interações sociais. O segundo tem a ver com o chamado conhecimento científico, ou o que a ciência diz de si mesma (o que os cientistas e a mídia divulgam como conhecimento científico).

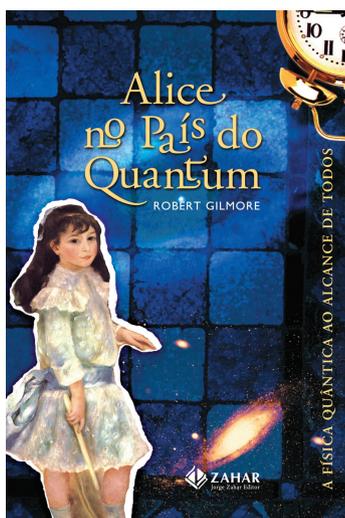


Figura 4.5 - Alice no país do Quantum.

Seus materiais mais comuns de veiculação são revistas, jornais, documentários e livros que discutem o tema (por exemplo, *Alice no país do Quantum*, de Robert Gilmore (Figura 4.5), ou os livros de Stephen Jay Gould e Stephen Hawking, entre muitos outros).

Antes de usar esse rico material, é preciso saber que ele tem intenção informativa e até formativa, porém nunca didática. Por isso, temos de adequá-lo ao espaço escolar: observar a qualidade do texto, selecionando-o tanto pela linguagem quanto pelo rigor teórico-conceitual; articular o uso do material e a identificação de conceitos (preferencialmente pelo aluno); realizar recortes e inserções, separando o “joio do trigo” no aspecto científico; e estabelecer relações conceituais, contextuais e interdisciplinares, sem deixar a leitura morrer ao final do texto, trazendo-a para a realidade, fazendo com que o aluno dialogue o escrito com o visto, trespasse o assunto por todas as disciplinas, e o leve para a rua também.

4.2.4 A atividade experimental

Em uma conceituação geral, é uma atividade prática cujo objetivo inicial é a observação seguida de demonstração e/ou manipulação.

Há diversas formas de atividades experimentais. Há a que poderíamos chamar de “clássica”, com uso de vidrarias, reagentes, fios, condutores, etc., geralmente realizada em um espaço designado para este uso (o laboratório de ciências), envolvendo mais tempo de realização e ocorrência de transformações (de cor, odor, forma; surgimento de luzes, faíscas, fumaças, etc.). São também mais dispendiosas e trabalhosas.

Outro tipo é a “simples”, que pode ser realizada em qualquer espaço, requer menos tempo, menos recursos e menos trabalho. Um exemplo: em diferentes condições de luminosidade (muita luz e pouca luz), pedir aos alunos para que observem o tamanho da pupila de um colega. Depois, incitar discussões sobre o resultado da experiência.

Esse tipo de experimento não é mais pobre do que o tipo “clássico”; por vezes, é o mais recomendável, justamente porque pode ser

inserido no planejamento das aulas, tornando-as menos teóricas e mais estimulantes.

Um terceiro tipo de atividade empírica é o que se pode chamar de “redacionista”, uma vez que envolve coleta de dados, observação e anotações. Ela pode ser realizada sozinha, como um trabalho de investigação, ou junto às outras formas de atividade.

Exemplo: pedir aos alunos para que façam um levantamento, nos eletrodomésticos que tiverem em suas casas, sobre a potência, o consumo em quilowatts-hora por mês e o custo mensal aproximado de cada um, e anotar tudo em uma tabela semelhante à exposta abaixo. A partir disso, elaborar questões sobre o consumo de energia elétrica, fundamentando o assunto de forma interdisciplinar e histórica (Quadro 4.5).

Eletrodoméstico	Potência de Referência (W)	Potência do seu aparelho (W)	Consumo quilowatts-hora (kWh) por mês (número de horas de utilização no mês X potência – dividido por 1000)	Custo mensal aproximado (multiplique o resultado da coluna anterior pelo valor unitário de kWh cobrado pela concessionária)
Aparelho de som	200 a 1000			
Aspirador de pó doméstico	300 a 800			
Aquecedor central de água	1500 a 4000			
Batedeira	100 a 400			
Cafeteira elétrica	500 a 1000			
Chuveiro elétrico	2000 a 6000			
Condicionador de ar	750 a 4000			
Exaustor	75 a 300			
Enceradeira	300 a 400			
Ferro elétrico	500 a 1500			
Forno de micro-ondas	800 a 1500			
Forno elétrico	3000 a 12000			
Freezer	350 a 500			
Geladeira	150 a 400			

Lâmpada incandescente	40 a 150			
Lâmpada fluorescente	15 a 65			
Lavadora de louças	1200 a 2700			
Lavadora de roupas	500 a 1000			
Liquidificador	150 a 300			
Secadora de roupas	2500 a 6000			
Computador	300 a 500			
Rádio	50 a 100			
Secador de cabelos	300 a 2000			
Televisão	70 a 400			
Torneira elétrica	1000 a 2000			
Torradeira elétrica	500 a 1000			
Ventilador	100 a 500			
Outros				
Totais				

Quadro 4.5 - Exemplo de atividade experimental do tipo “redacionista”. (Fonte: ROCHA, 2009).

Uma quarta categoria de atividade experimental é a que envolve arte e carpintaria, em um estilo “faça você mesmo” – aliás, muito apreciada pelos alunos. Essa atividade envolve elementos de construção e confecção de recursos (como madeira, tecidos, cola, linha, etc.) para simular observações.

Um exemplo é a confecção de uma maquete de solitária (*Taenia* sp.) a partir de tecido branco e linha, que formam o corpo do plátelminto; bolinhas de isopor, que simbolizam os ovos; velcro, que prendem as “proglotes grávidas” e que simulam o desprendimento das partes do corpo do parasito a fim de demonstrar a infecção; e zíper, para soltar os “ovos” das proglotes (KOVALICZN, 1999). O macromodelo ajuda a demonstrar os aspectos morfológicos do animal, bem como as formas de disseminação de seus ovos, além de ser uma atividade que envolve a motivação dos alunos.

Como discutimos no segundo capítulo, as atividades experimentais foram inseridas no ensino de Ciências, com mais vigor e concentração, pelos anos 1960, tornando-se imprescindíveis na

década seguinte. Esse tipo de atividade está prevista no currículo e é desejada, mas nem todas as escolas dispõem de recursos ou mesmo de espaço para ela. Muitas vezes precisamos usar nossa criatividade e nosso bolso para fazer demonstrações, manipulações e estimular a investigação. E nem sempre os alunos irão reconhecer esse esforço ou mesmo se entusiasmar com a iniciativa.

Porém, devemos investir nela, por ser importante na contribuição da superação de obstáculos na aprendizagem, já que propicia interpretações, discussões, confrontos de ideias entre os estudantes e incita a investigação. Mas como ocorre com os outros aspectos essenciais, é suscetível a equívocos de abordagens.

Um desses equívocos é usar a atividade experimental como mera ilustração da aula teórica. Por exemplo, discutimos o conceito de empuxo em uma turma de 8ª série (atual 9º ano), e ao final da explanação demonstramos como a composição do líquido influencia no empuxo: em um copo, colocamos um ovo cru em água de torneira, e todos veem que ele afundou. Então colocamos sal na água, e aos poucos vemos o ovo flutuar. Pronto, demonstramos o empuxo.

Para que serve uma atividade dessas? Os alunos nem chegaram perto de praticar a experiência, pois foi monopolizada pelo professor; não houve nenhuma problematização, nenhum questionamento que os pudesse fazer pensar (por exemplo: a gente consegue fazer esse ovo flutuar? Como? Alguém aí tem uma ideia?); e a atividade encerrou-se em si mesma, já que não foi proposta nenhuma nova experiência baseada na inicial, com diferentes líquidos e diferentes corpos.

Na mesma esteira, atividades espetaculares, que envolvem cores, sons, odores, faíscas e miniexplosões não servem para os propósitos do ensino-aprendizagem se não houver contextualização, provocação e continuidade; continuará uma demonstração vazia: “[...] no ensino elementar, as experiências muito marcantes, cheias de imagens, são falsos centros de interesse.” (BACHELARD, 1996, p. 50).

Outro equívoco é a atividade experimental como comprovação de leis e teorias. Sob este viés, parece-se bastante com o caso da História da Ciência sendo usada como autoridade: retira o espíri-

to crítico dos alunos, privando-os da autonomia investigativa. Em outras palavras, torna-se inútil a seus objetivos.

Finalmente, há o equívoco do descarte das falhas. Os resultados errados, tanto os gerados por nós professores quanto pelos alunos, devem ser valorizados para instigar sugestões de explicações (por que isso não funcionou se fizemos o que o roteiro mandou?) e de melhorias (como podemos fazer isso funcionar?).

4.3 Elementos da prática pedagógica

Além desses aspectos essenciais a se considerar no planejamento e na avaliação, e na formação de professores e alunos, existem elementos da prática pedagógica que são muito valorizados no ensino de Ciências. Trata-se de estratégias e recursos que auxiliam tanto na superação de obstáculos de aprendizagem quanto no desenvolvimento cognitivo dos estudantes.

Vejamos alguns.

Abordagem problematizadora ou a problematização

Geralmente compreendida como a “pergunta inicial”, é, mais do que apenas um meio de introduzir o assunto que se pretende abordar, a possibilidade de aproximação entre o conhecimento prévio do estudante e o conhecimento científico escolar pretendido pelo professor.

Ela pode ser usada de pelo menos duas formas estratégicas:

- a) para trazer à tona as concepções prévias dos alunos sobre determinado tema, e assim saber quais são (ajudando no diagnóstico, discutido antes);
- b) para demonstrar a eles que a explicação que têm sobre determinado assunto não se sustenta, e assim apresentar a explicação científica como melhor alternativa.

É sempre útil fazer uma sondagem do que o aluno já sabe, ou como ele entende o conteúdo que vamos abordar em aula. Se, por exemplo, ele já demonstrar um arcabouço teórico ou prático relativamente sólido, podemos ser mais breves na introdução do assun-

to. Se, ao contrário, verificarmos que ele pouco sabe ou demonstra um conhecimento muito distante daquele que objetivamos, precisaremos de uma estratégia mais elaborada, mais tempo de aula no planejamento, etc.

Exemplo da primeira estratégia de problematização é fazer uma pergunta bastante simples (vamos supor, a uma turma de quinto ano): em um apartamento no quinto andar tinha uma lagarta comendo uma samambaia. Como ela apareceu lá? (BAUMGARTEN; OLIVEIRA; ZEN, 1997).

As respostas das crianças serão variadas e imaginativas, que podem sustentar desde hipóteses abiogênicas (a lagarta veio da folha) até mágicas (influenciadas por filmes e livros infantis, ou de cunho religioso, como “Deus pôs ela ali” ou “Ela veio trazida pelo vento ou foi um passarinho que deixou ela cair”).

A problematização, contudo, não deve ficar associada meramente a fazer perguntas e verificar as respostas. Os aspectos essenciais discutidos antes – história da ciência, divulgação científica, atividade experimental –, bem como alguns dos elementos pedagógicos que discutiremos ainda neste tópico – pesquisa, observação, atividades orais, recursos alternativos, entre outros – também servem como formas problematizadoras.

Como exemplo da segunda estratégia (desestabilização da concepção alternativa), podemos citar um experimento simples e conhecido, aplicável a alunos do nono ano, por exemplo. Pegamos um copo sem nenhum conteúdo e perguntamos aos alunos se ele está vazio ou cheio. A provável resposta estará baseada no senso comum: está vazio.

Insistimos e perguntamos a eles por que o copo está vazio. O objetivo é fazer com que deem explicações que serão, muito provavelmente, baseadas em intuições, “achismos” ou mesmo sacudir de ombros e ditos de “não sei”. Em outros termos, mostrar a eles mesmos que a explicação que eles dão à afirmativa tem base instável.

Enfiamos então um chumaço de algodão até o fundo do copo, de maneira que pelo menos $\frac{1}{4}$ dele fique preenchido. Em seguida, mergulhamos o copo verticalmente em outro recipiente, cheio de água, até chegar ao fundo deste. Perguntamos aos alunos: o que

É diferente se você pegar o algodão e afirmar à classe que está seco. O sentimento de grupo existente entre os alunos, especialmente aqueles que estão na mesma turma desde as séries iniciais, cria um elo mais forte, do qual nós, como professores – especialmente aqueles na categoria de temporários, por onde se inicia a carreira da maioria dos professores recém-formados –, não fazemos parte.

acham que acontecerá agora? Uma provável resposta será: vai molhar o algodão, porque o copo encheu de água.

Retiramos o copo verticalmente, e pedimos a um **voluntário** para que retire o algodão. O voluntário atestará que este se encontra seco. Então, perguntamos à turma: e como se explica isso?

Eles tentarão formular mais explicações ou desistirão. É a partir daí que podemos falar sobre o ar como matéria, ocupando espaço, tendo massa, etc.

Relação interdisciplinar ou a interdisciplinaridade

Segundo Amorim (2009), há tantos entendimentos sobre a interdisciplinaridade que as controvérsias, as ambiguidades e as contradições na literatura especializada deixam os professores confusos e com dificuldade de aplicá-la e mesmo considerá-la em seus planejamentos.

De forma geral, entende-se a interdisciplinaridade como metodologia de ensino voltada a determinado tema, assunto ou conteúdo previamente decidido no planejamento curricular da escola, e abordado em diferentes disciplinas.

Esse tipo de abordagem requer um trabalho em equipe, isso significa dedicar um tempo extra para reuniões entre colegas, o que geralmente acaba não acontecendo, uma vez que tempo é um elemento normalmente escasso para os professores. Como resultado, a interdisciplinaridade acaba ficando somente no papel – mais especificamente, no papel oficial, simbolizado pelos PCNs, por exemplo.

É interessante saber, pelo menos superficialmente, os diversos enfoques atribuídos à interdisciplinaridade, tanto para conhecer o que se trata quanto para desmitificar a associação mais comum, explicitada acima.

Um dos enfoques é o tradicional, ou seja, a extinção do saber fragmentado através da colaboração, interação e reciprocidade entre as disciplinas escolares. É entendido aqui como uma metodologia.

Outro enfoque transfere o olhar da metodologia para a ação do docente em relação ao conhecimento, ou seja, não é tanto uma necessidade de se trabalhar um tema por diversas disciplinas di-

ferentes, porém tratar este tema, em sua própria disciplina, como uma fusão de saberes, descartando um especialismo excessivo.

O terceiro enfoque vai além do método e da ação: transforma a interdisciplinaridade como um princípio teórico-metodológico para a produção de conhecimentos, reforçando a diversidade e a criatividade e indo contra o pressuposto de que os diversos conhecimentos são fragmentos de um saber unitário e absoluto, seja ele qual for.

O quarto enfoque coloca a interdisciplinaridade como necessidade histórico-cultural.

O quinto enfatiza o trabalho em equipe, resultando em comunicação e enriquecimento recíproco. As propostas interdisciplinares, de acordo com esta visão, surgem e se desenvolvem apoiadas nas disciplinas.

Um sexto enfoque diferencia a interdisciplinaridade em três planos, voltados ao universo da escola: o curricular, quando se intenciona integrar as disciplinas da escola de forma complementar; o didático, quando se objetiva articular os conhecimentos a serem ensinados com sua inserção nas situações de aprendizagem; e o pedagógico, que assegura, na prática, a colocação de um modelo ou modelos didáticos interdisciplinares em situações concretas em sala de aula.

Finalmente, um sétimo enfoque diz que é preciso adequar a atuação interdisciplinar às suas possibilidades e limites, que variam de históricos e metodológicos a de natureza dos objetos, problemas e/ou projetos.

Relação contextual ou a contextualização

Associada à perspectiva interdisciplinar, a contextualização envolve, também, incompreensões e enganos de interpretações. Baseada no pressuposto de que toda aprendizagem significativa implica a necessidade de o aluno ver significado nos conteúdos que estão sendo ensinados, acabou por tornar-se sinônimo de “mundo cotidiano”, “dia a dia”, “contexto”, “vida diária” e outras denominações (AMORIM, 2009). Muitos professores entenderam esse elemento como o trabalho de conceitos associados a assuntos do cotidiano dos alunos *trazidos por eles*. Acontece que contextualizar **não é** res-

Para saber um pouco mais sobre contextualização, leia a crítica: de Westphal, Pinheiro e Teixeira (2005), **PCN-EM: contextualização ou recontextualização**, disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0229-2.pdf>>. (Acesso em: 10 maio 2010).

tringir o ensino a temáticas propostas pelos estudantes; não se resume a partir do senso comum para chegar ao senso científico.

Contextualizar é *problematizar* a relação entre o mundo do cotidiano e o mundo científico escolar: traçar paralelos entre os dois mundos, de modo que os alunos percebam as semelhanças, as diferenças e possam dialogar com os dois discursos, identificar um no outro.

Pesquisa

É uma estratégia apresentada na forma escrita e/ou oral, individual, em duplas ou em grupo (de três alunos em diante), que visa à construção do conhecimento através da busca, interpretação e apresentação de material, com base em fontes diversificadas, sobre determinado tema proposto. O aluno, através da pesquisa, aprende a formular hipóteses, interpretar resultados, elaborar problemas, recolher dados, pesquisar e registrar as informações que conseguiu.

Essa atividade pode acontecer durante o desenvolvimento de todos os conteúdos, e para que seja mais do que uma busca de dados, é sempre interessante formular questões e problemas sobre o tema norteador.

Exemplo:

Os acertos e os erros da Ciência

A Ciência pode ser usada para melhorar nossas condições de vida. Mas, se mal empregada, pode provocar doenças e morte.

Alguns produtos criados pelo ser humano trazem também riscos ao ambiente. Pesquisem e descubram alguns exemplos de aplicações da física ou da química que têm melhorado as condições de vida da humanidade e de outras aplicações capazes de causar danos às pessoas e ao ambiente.

Levem todas as observações registradas e as respostas das perguntas para a sala, a fim de discutir com os colegas. Entreguem o relatório ao professor. (GEWANDSZNAJDER, 2008, p. 34).

A função do relatório a ser entregue ao professor(a) é dar subsídios aos alunos para organizar os dados coletados, sistematizar as ideias e explicitar o entendimento sobre o conteúdo. A discus-

são, ou a apresentação oral, tem função de superar a mera leitura e repetição do trabalho escrito (daí ser interessante que a entrega do relatório se dê antes do debate ou da apresentação), evidenciar a compreensão crítica do conteúdo e explicitar a interpretação do aluno ou do grupo.

Esses elementos devem ser levados em conta no momento da avaliação.

É importante pensar que nem sempre os alunos saberão fazer a pesquisa. Você, como professor, precisará orientá-los sobre como fazê-la (mesmo que seja pela internet ou na biblioteca), mas nunca fazer a pesquisa por eles.

Observação

Estimula o olhar atento e investigativo sobre os fenômenos, a fim de estabelecer relações mais amplas sobre estes. Mais do que simples constatação dos fatos, o aluno deve construir hipóteses que os expliquem.

Um exemplo de atividade de observação é a saída a campo, que pode ser para o próprio pátio da escola, dependendo dos objetivos. Você pode pedir a uma turma de sexto ano identificar os insetos presentes na horta da escola, ou na quadra de esportes, ou, se houver disponibilidade, no jardim.

Aí podemos perceber as dificuldades individuais na interpretação dos fenômenos por falta de atenção conduzida e lacunas teórico-conceituais, como citar aracnídeos na categoria de insetos.

Atividade em grupo

Além de permitir uma aproximação do estudo de Ciências aos problemas reais dos estudantes, oportuniza a troca de experiências entre os colegas de turma através da apresentação das proposições de cada um. O confronto de ideias fortalece a argumentação e estimula o ato de repensar suas posições, e o trabalho em equipe desenvolve o espírito de colaboração.

A atividade em grupo pode ser realizada de **variadas maneiras**, a começar pelo número de integrantes. Dependendo do que se pretende com a atividade, às vezes é melhor restringir o trabalho em

duplas, em outras é interessante dividir a classe em dois grandes grupos, ou mesmo transformar a sala toda em um grande grupo.

Afora a questão do número de participantes, a dinâmica também pode variar conforme o interesse do professor. Desde a formulação de um desafio na forma de gincana até a simulação de debates controversos, passando pela representação das relações presa-predador, as opções são muitas.

Como em qualquer outro recurso pedagógico, devemos sempre adequá-lo ao nível de ensino e ao conteúdo que está se abordando na hora de realizar atividades em grupo, levando também em consideração que o risco de dispersão dos alunos é maior.

Alguns exemplos de atividade em grupo

Seminário – mesmo sendo a modalidade mais comum, não tem a devida atenção por parte dos professores, que se limitam a apresentar temas à escolha e módulos de pesquisa (expressões vagas como “na internet, em livros, no caderno...”). É preciso ensinar os alunos a preparar e apresentar o seminário: fazê-los pesquisarem sobre o tema escolhido e apresentarem os resultados por escrito, mostrar vídeos de seminários eficientes, orientar a montagem de esquemas-guia para a apresentação oral; ajudá-los a planejar a apresentação, antecipando possíveis reações da plateia e orientando possíveis respostas para questões às quais não sabem responder, alertando para prováveis manifestações de interesse que devam ser consideradas a fim de que o seminário não se torne um monólogo entediante.

Entrevista – resultado de um diálogo, no qual a participação dos envolvidos varia conforme o direcionamento feito por quem pergunta e a reação de quem responde. Quem entrevista, portanto, precisa conhecer o assunto abordado (o que envolve pesquisa), saber quem lerá/ouvirá/assistirá a entrevista, qual o nível de formalidade, qual o propósito do trabalho – porque, depois da entrevista, precisará intermediá-la apresentando a quem não esteve presente nela, sem distorcer as informa-

ções concedidas. Em atividades desse tipo o estudante adquire habilidades de compreender o que está sendo dito e de se aprofundar sobre um tema, aproveitando as respostas dadas.

Debate – desenvolve a argumentação e a capacidade de defender ideias, escutar opiniões, compreender o colega e confrontar seus próprios pontos de vista; é um espaço para refletir sobre um tema. Para que o debate seja produtivo, é preciso pesquisar o tema, a fim de poder sustentar suas opiniões. A intervenção do professor vai de acordo com a confiança que os alunos vão assumindo durante o debate: pode agir como moderador, retomando e reiniciando discussões, e regulando as participações, atento ao tempo de fala, para que todos tenham igual direito de participação. O interessante é que, ao perceber que os alunos já estão conseguindo argumentar com base nos dados que possuem (o que não vai acontecer necessariamente no primeiro debate), o professor os incite a convencer os demais. Isso ajuda o educando a reforçar sua posição, ou mudar de ideia, ou construir um consenso, ou perceber que a questão é mais complexa do que se pensava de início, sem resposta simples. Ao planejar se determinado conteúdo será debatido em classe, o professor precisa verificar se este é polêmico o bastante, e se possui respostas variadas. O final da atividade pode ser registrado pelo professor ou pelos alunos, individualmente.

Os recursos instrucionais

São os mapas conceituais, os organogramas, os mapas de relações, os gráficos, as tabelas, os infográficos, entre diversos outros materiais de apoio didático.

Esses instrumentos se fundamentam na aprendizagem significativa e subsidiam o professor no trabalho com o conteúdo científico escolar, servindo de ilustração, referência, problematização, etc. para aulas com variadas abordagens – atividades práticas, experimentais, de pesquisa, entre outros.

Por sua plasticidade, não têm regras fixas de utilização e/ou construção.

Os recursos alternativos

Vimos alguns deles no capítulo anterior. São aqueles que aliam o conhecimento ao fator lúdico, permitindo maior interação entre os assuntos abordados. Quanto mais intensa for esta relação, maior será o nível de percepções e reestruturações cognitivas realizadas pelo estudante.

Esses recursos podem ser utilizados em todas as etapas de ensino e durante a abordagem de todos os conteúdos, requerendo somente observação e adaptação pelo professor quanto à linguagem, à abordagem, às estratégias e aos recursos de apoio.

Exemplos: música, cultura popular, receitas culinárias, teatro, literatura infantil e infantojuvenil, textos literários e de ficção científica, animação, histórias em quadrinhos, fábulas, criação textual, legislação, jogos folclóricos (como adivinhas e trava-línguas), jogos de tabuleiro, cinema, pintura, etc. A lista se alonga.

Resumo

Uma breve explanação teórico-conceitual sobre Aprendizagem Significativa foi feita neste capítulo, enfatizando-se a importância do planejamento e da avaliação significativa dentro desta perspectiva. Exemplos de abordagens válidas e estratégias que podem

vir a ser úteis no processo de ensino de Ciências, como a História da Ciência, a Divulgação Científica e a Atividade Experimental, foram sugeridos em seguida. Por último, não menos importante, discutiu-se elementos da prática pedagógica, como problematização, contextualização, interdisciplinaridade, e maneiras de aplicá-los, como a observação, a atividade em grupo, os recursos instrucionais e os recursos alternativos.

Bibliografia complementar comentada

Algumas reflexões sobre a avaliação dos estudantes no ensino de ciências

Jomar Barros Filho; Dirceu da Silva

Os autores discutem sobre as avaliações no ensino de Ciências (especificamente Física e Química, mas é também válido para Biologia) no Ensino Médio, comentando implicações destas na formação dos estudantes, além de apontar alternativas para superar alguns dos problemas.

BARROS FILHO, Jomar; SILVA, Dirceu da. Algumas reflexões sobre a avaliação dos estudantes no ensino de ciências. *Ciência e Ensino*, Campinas, SP, n. 9, p. 14-17, dez. 2000. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/72/72>>. Acesso em: 10 maio 2010.

Didática

José Carlos Libâneo

De maneira bastante direta, o autor discorre sobre o processo de ensino e os objetivos, as tarefas e os componentes do processo didático. No capítulo 10 (da página 221 à 247) há uma aula especial sobre planejamento escolar, com modelos de plano de ensino e de aula, que podem ser úteis a você.

LIBÂNEO, José Carlos. *Didática*. São Paulo: Cortez, 1994. (Coleção Magistério: 2º Grau; Série Formação do Professor).

Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências?

Oswaldo Pessoa Jr.

O autor defende que a História da Ciência, além de ajudar no aprendizado, ajuda os alunos a entenderem os motivos de estudar Ciências. Faz também propostas do que abordar, o quanto, e os tipos de abordagens históricas possíveis de serem realizadas.

PESSOA JR., Oswaldo. Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências? *Ciência e Ensino*, n. 1, p. 4-6, set. 1996. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/4/9>>. Acesso em: 5 maio 2010.

Revista Nova Escola

Tanto em sua versão impressa quanto na eletrônica, a revista traz muitas informações e dicas sobre planejamento, incluindo da disciplina de Ciências, para a qual são sugeridas as expectativas de aprendizagem do 6º ao 9º ano (antigas 5ª a 8ª séries), plano de aula, sequência didática e proposta de plano plurianual.

REVISTA NOVA ESCOLA. São Paulo: Abril, jan. 2010. Edição especial Planejamento. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/edicoes-especiais/030.shtml>>. Acesso em: 5 maio 2010.

Referências

AMORIM, Fabrícia. **Abordagem contextualizada e interdisciplinar em projetos de ensino de ciências visando à inclusão social:** um estudo nas escolas do Maciço do Morro da Cruz – Florianópolis, SC. 2009. 165 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BAGGIO, Celma R. **Como o fermento faz o pão crescer?** Curitiba: SEED, 2009. (Projeto Folhas). Disponível em: <http://www.diadiaeducacao.pr.gov.br/portals/folhas/frm_detalharFolhas.php?codInscr=4126&PHPSESSID=2010050518052788>. Acesso em: 5 maio 2010.

BAUMGARTEN, Cláudia; OLIVEIRA, Daisy Lara de; ZEN, Maria I. H. D. De onde vem o bicho-da-goiaba? Algumas influências sócio-culturais na elaboração de explicações biológicas. In: OLIVEIRA, Daisy L. (Org.). **Ciências nas salas de aula**. Porto Alegre: Mediação, 1997. p. 19-29. (Cadernos Educação Básica, v. 2).

BERTOLLI FILHO, Claudio. A divulgação científica na mídia impressa: as ciências biológicas em foco. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 351-368, 2007. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/viewarticle.php?id=477&layout=abstract>>. Acesso em: 6 maio 2010.

BIBIANO, Bianca. Refletir e avançar. **Revista Nova Escola**, São Paulo, ano 25, n. 230, p. 80-82, mar. 2010.

CONRADO, Lucia G. **Poluição sonora é altamente prejudicial à saúde?** Curitiba: SEED, 2010. (Projeto Folhas). No prelo.

CRUZ, Dalva A. **Submarino sobe e desce: você já pensou como isso acontece?** Curitiba: SEED, 2010. (Projeto Folhas). No prelo.

GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Ciências: matéria e energia**. São Paulo: Ática, 2008.

GONZAGA SILVA, Maria A.; RAMOS, Lízia M. P. **Cadeia alimentar**. Sugestões de aula. Espaço da Aula. Portal do Professor. Ministério da Educação. 2009. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=10518>>. Acesso em: 18 jun. 2010.

GURGEL, Thais. Oito questões essenciais sobre projeto pedagógico. **Revista Nova Escola**, São Paulo, jan. 2009. Edição especial Planejamento. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/gestao-escolar/diretor/questoes-essenciais-projeto-pedagogico-427805.shtml>>. Acesso em: 9 maio 2010.

INTEL EDUCAÇÃO. **Criando projetos: estrutura de raciocínio**. Taxonomia de Bloom: um novo olhar sobre uma velha corrente. 2010. Disponível em: <<http://download.intel.com/education/Common/br/Resources/DEP/skills/Bloom.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2010.

KOVALICZN, Rosilda A. Representação da “solitária” (*Taenia* sp) em maquete, com fins de manuseio. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO E CARIBENHO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ICASE, 1999. p. 146-147.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994. (Coleção Magistério: 2º Grau; Série Formação do Professor).

MENEZES, Luis Carlos de. O melhor jeito de atrair os estudantes. **Revista Nova Escola**, São Paulo, jan. 2009. Edição especial Planejamento. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/planejamento-e-avaliacao/planejamento/atrainr-estudantes-427873.shtml#>>. Acesso em: 9 maio 2009.

MONTEIRO, Paula. Planejar é antecipar ações para atingir certos objetivos. **Revista Nova Escola**, São Paulo, jan. 2009. Edição especial Planejamento. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/planejamento-e-avaliacao/planejamento/planejar-objetivos-427809.shtml#>>. Acesso em: 9 maio 2010.

NUNES, Ronaldo. Da intenção à ação. **Revista Nova Escola**, São Paulo, ano 25, n. 229, p. 72-74, jan./fev. 2010.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. Departamento de Educação Básica. **Diretrizes curriculares da educação básica: ciências**. Curitiba: SEED, 2008.

PELIZZARI, Adriana et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2001/jul. 2002. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>>. Acesso em: 9 maio 2010.

ROCHA, Marcos. Geração e “consumo” de energia elétrica. Curitiba: SEED, 2009. (Projeto Folhas). Disponível em: <http://www.diadiaeducacao.pr.gov.br/portals/folhas/frm_detalharFolhas.php?codInscr=3859&PHPSESSID=2010050612251774>. Acesso em: 6 maio 2010.

SANTOMAURO, Beatriz. Desafio: falar em público. **Revista Nova Escola**, São Paulo, ano 25, n. 230, p. 42-49, mar. 2010.

SANTOS, Roberto V. dos. Abordagens do processo de ensino e aprendizagem. **Revista Integração**, São Paulo, ano 11, n. 40, p. 10-31, jan./maio 2005.

SILVA, Henrique C.; ALMEIDA, Maria José P. M. O deslocamento de aspectos do funcionamento do discurso pedagógico pela leitura de textos de divulgação científica em aulas de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, n. 3, 2005. Disponível em: <http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen4/ART8_Vol4_N3.pdf>. Acesso em: 6 maio 2010.

WAAL, Paula de; TELLES, Marcos. A taxonomia de Bloom. **DynamicLab Gazette**: reflexões sobre a aprendizagem on-line, ago., 2004. Disponível em: <<http://www.dynamiclab.com/moodle/mod/forum/discuss.php?d=436>>. Acesso em: 18 jun. 2010.