

# COLEÇÃO ESCOLA APRENDENTE

CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA  
E SUAS TECNOLOGIAS

MATEMÁTICA

FÍSICA

QUÍMICA

BIOLOGIA



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria da Educação*



**GOVERNO DO  
ESTADO DO CEARÁ**  
*Secretaria da Educação*

**Governador do Estado do Ceará**  
Cid Ferreira Gomes

**Vice-Governador**  
Francisco José Pinheiro

**Secretária da Educação**  
Maria Izolda Cela de Arruda Coelho

**Secretário Adjunto**  
Maurício Holanda Maia

**Secretário Executivo**  
Antônio Idilvan de Lima Alencar

**Assessora Institucional do Gabinete da SEDUC**  
Cristiane Carvalho Holanda

**Assessora de Desenvolvimento Institucional**  
Maria Jeane Peixoto Sampaio

**Coordenadora de Planejamento da Educação**  
Nohemy Rezende Ibanêz

**Coordenadora de Desenvolvimento da Escola**  
Maria da Conceição Ávila de Misquita Viñas

**Coordenadora de Cooperação com os Municípios**  
Márcia Oliveira Cavalcante Campos

**Coordenadora de Gestão de Pessoas**  
Marta Emília Silva Vieira

**Coordenador Administrativo Financeiro**  
Luis Alberto Parente

**Coordenadora de Avaliação e Acompanhamento da Educação**  
Ana Cristina de Oliveira Rodrigues

**Assessora Jurídica**  
Érika Chaves Fernandes Barbosa

## Concepção e Organização da Coleção

Germânia Kelly Furtado Ferreira

## Coordenação da Coleção

Maria da Conceição Sales Mesquita

Denilson Albano Portácio

## Autores

Antônio de Pádua Rapôso Mazulo (Matemática)

Jafaron Batista de Sousa (Física)

Pedro Reginaldo Bruno da Costa (Física)

Helena Silva Almeida (Química)

Rickardo Léo Ramos Gomes (Biologia)

José Frederico Rodrigues de Andrade Neto (Biologia)

Francisca Valdelice Araújo do Vale (Biologia)

## Projeto Gráfico

Jozias Rodrigues

Feliciano de Magalhães Jr.

Márcio Magalhães

## Diagramação Eletrônica

Jozias Rodrigues

Márcio Magalhães

## Ilustrações

Bené

## Capa

Jozias Rodrigues

## Revisão lingüística

Claudiene Braga

## Catálogo

Gabriela Alves Gomes

Este projeto conta com o financiamento do  
Ministério da Educação/Fundo Nacional  
de Desenvolvimento da Educação/Projeto  
Alvorada/Convênio 158/2001

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C387m

Ceará. Secretaria da Educação.

Metodologias de Apoio: áreas de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. – Fortaleza: SEDUC, 2008. (Coleção Escola Aprendente - Volume 3)

92p.; il.

ISBN 978-85-62362-01-9

1. Secretaria da Educação do Estado do Ceará. 2. Livro Didático. I. Título.

CDD 500

Índice para catálogo sistemático:

ISBN

Todos os direitos reservados à Secretaria da Educação do Estado do Ceará  
Centro Administrativo Governador Virgílio Távora  
Av. Gal. Afonso Albuquerque Lima s/n, Cambéba  
60.819-900 Fortaleza - Ceará - Brasil  
www.seduc.ce.gov.br



## SUMÁRIO

<b>Apresentação</b> .....	7
<b>Disciplina: Matemática</b> .....	8
O ensino de Matemática e a formação do pensamento lógico.....	9
1. Introdução .....	9
2. Os PCNEM e as competências do professor de Matemática .....	10
3. A diversidade de formas e espaços no ensino da Matemática....	16
4. Lendo, Acessando, Ouvindo e Assistindo .....	29
Referências .....	31
<b>Disciplina: Física</b> .....	34
Conhecimentos de Física e compreensão da natureza.....	35
1. Introdução .....	35
2. Os PCNEM e as competências do professor de Física.....	38
3. A diversidade de formas e espaços no ensino da Física .....	40
4. Produzindo Exercícios e Avaliações.....	42
5. Lendo, Acessando, Ouvindo e Assistindo .....	44
Referências .....	49
<b>Disciplina: Química</b> .....	50
Química, educação e sociedade: compromisso inadiável.....	51
1. Introdução .....	51
2. Os PCNEM e as competências do professor de Química .....	54
3. A diversidade de formas e espaços no Ensino da Química.....	57
4. Produzindo Exercícios e Avaliações.....	61
5. Lendo, Acessando, Ouvindo e Assistindo .....	62
Referências .....	66
<b>Disciplina: Biologia</b> .....	68
Biologia, a ciência da vida e da sobrevivência .....	69
1. Introdução .....	69
2. Os PCNEM e as competências do professor de Biologia .....	71
3. A diversidade de formas e espaços no ensino da Biologia .....	72
4. Produzindo Exercícios e Avaliações.....	75
5. Lendo, Acessando, Ouvindo e Assistindo .....	80
Referências .....	89
Autores .....	90



## APRESENTAÇÃO

Prezado (a) Professor (a):

O Programa Aprender Pra Valer instituído pela Lei Estadual 14.190/08 tem como objeto principal desenvolver ações estratégicas complementares de fortalecimento do Ensino Médio. A efetivação desse Programa está vinculada as seguintes ações: Superintendência Escolar; Primeiro Aprender; Professor Aprendiz; Avaliação Censitária do Ensino Médio; Pré-Vest e Articulação do Ensino Médio à Educação Profissional.

Por sua vez, o Programa, no tocante à ação Professor Aprendiz, visa incentivar aos professores da rede a colaborarem na produção de material didático-pedagógico, na formação e capacitação de outros professores e na publicação de suas experiências.

Nessa senda, a Coleção Escola Aprendente, foi pensada e escrita por professores da rede pública estadual que exercem funções técnico-pedagógicas na Secretaria da Educação.

Saliente-se que esses professores serviram-se de suas vivências e experiências condensadas em diálogos realizados nas formações da própria instituição. Destarte, foram elaborados os textos ora descritos nessa coleção, pretendendo discutir as metodologias de apoio didático envolvendo as disciplinas que compõem as três grandes áreas do conhecimento: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias, Linguagens, Códigos e suas Tecnologias.

Compreendendo a necessidade de repensar o ensino, a equipe de autores elaborou orientações didáticas que poderão auxiliar o professor, no que diz respeito ao processo da prática pedagógica, colaborando assim, com várias sugestões e facilitando, em sua prática, uma reflexão sobre aprender e ensinar.

Dentro deste contexto, apresentamos a você Professor(a) a Coleção Escola Aprendente como uma produção da linha editorial institucional da ação Professor Aprendiz, inserido no Programa Aprender pra Valer, entendendo que essa incorpora a reflexão do professor quanto ao exercício das práticas didático-metodológicas.

A mencionada coleção pretende contribuir com atividades diversas e simples sem, no entanto, interferir na autonomia do professor e no projeto pedagógico definido pela escola. Esperamos, contudo, que a Coleção Escola Aprendente provoque e motive o professor a embarcar nos novos rumos da escola instituídos nas ações estratégicas complementares do Programa Aprender Pra Valer, fortalecendo a aprendizagem dos alunos.

Deste modo, a Secretaria da Educação do Estado do Ceará, ciente das diferentes vertentes que devem ser trabalhadas rumo a uma aprendizagem efetiva do aluno, desenvolve ações que buscam o atendimento global das questões pedagógicas, entendendo que o todo se faz pelo olhar diferenciado das partes. O desafio agora é dar suporte para que, esse professor, dotado de conteúdos específicos e conhecedor do nível de aprendizagem de seus alunos, possa trabalhar espaços e formas de aprendizagem diferenciadas, contudo, efetivas.

# *Disciplina: Matemática*





## O ENSINO DE MATEMÁTICA E A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO LÓGICO

Antônio de Pádua Rapôso Mazulo



### Introdução

A espécie humana partilha, com os outros mamíferos, a necessidade de atender a ímpetus primários fundamentais para a sobrevivência tais como o sexo, a fome, a sede, o oxigênio, além das reações límbicas exteriorizadas pela raiva e pelo medo. No entanto, ao longo do processo evolutivo, por meio de sucessivas ações de maturação, o homem tem superado o seu aprisionamento ao sistema límbico e desenvolvido ações de abstrações e generalizações que se fundamentam na emergência da vontade de compreender, imaginar e manipular coisas e idéias, aperfeiçoamentos que podem ser atribuídos à própria evolução, considerando-se os atributos que ela concedeu ao neocórtex.

Os indivíduos humanos se constituem na única espécie de mamíferos que conseguiu desenvolver a aptidão para **conhecer** e **disciplinar**. A exigência de se submeter a constantes mudanças comportamentais para assegurar a sobrevivência obrigou o homem ao hábito instintivo de **relacionar** coisas e fatos, para então abstrair e discriminar. Estes processos fizeram emergir na espécie a possibilidade do **conhecimento** – pela determinação de relações entre aquele que deseja conhecer (o ser cognoscente) e a coisa, objeto do conhecimento (o ser cognoscível) e da capacidade de **aprender** – pela mudança de paradigmas já estabelecidos em função de outros, novos, impostos pelos desafios da evolução.

Portanto, o ato de **conhecer** está estritamente ligado e depende do estabelecimento de relações lógicas, ou, mais precisamente, de relações explícitas entre a construção das operações mentais e o ensino.

Para Piaget, a lógica de classes e relações, é como é, por que revela a forma pura do funcionamento das estruturas mentais biológicas específicas para o ato de conhecer, ou seja, a forma de funcionamento da razão humana [...] o ser humano só relaciona coisas porque a sua inteligência funciona relacionando de acordo as leis do conjunto das estruturas biológicas do ser humano (Chiarotino, 1988, p. 25).

Pode-se afirmar que o ser humano nasce biologicamente preparado para dar curso evolutivo ao conhecimento das coisas do mundo. E o mais importante, principalmente para todos os envolvidos com a melhoria da qualidade da aprendizagem, é o fato de poder inferir que uns conhecem mais que outros porque, no decorrer de suas vidas, foram

mais solicitados para estabelecer relações, com um maior número de situações problemáticas. Assim, as variações nos níveis de conhecimento que se observam nos alunos da escola pública se devem às diferentes experiências escolares e sociais vivenciadas por eles ao longo da vida.

Estudos no campo da cognição revelam que, do ponto de vista da capacidade de aprender, os alunos da escola pública têm potencialidades semelhantes aos seus pares das instituições de ensino particulares, mesmo considerando as diferenças socioculturais.

No que se refere à Matemática, uma das disciplinas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, deve-se identificar, no contexto de sua aprendizagem, quais são as contribuições que ela proporciona no processo de promoção da cidadania e inclusão social, por meio do desenvolvimento de competências e habilidades que permitam aprender e continuar aprendendo, compreender, questionar, interagir e tomar decisões. É útil registrar que a busca de uma formação adequada para os alunos não deve ser exclusivo do ensino promovido pelas disciplinas; na verdade, trata-se de uma preocupação que envolve toda a comunidade escolar.

A contribuição que se deve colocar na Matemática é a sua caracterização como Ciência hipotético-dedutiva e indutiva, onde, principalmente, na geometria dita euclidiana, as demonstrações se estruturam num conjunto de axiomas e postulados que organizam a dedução de forma coerente e lógica, para poder provar o fato matemático.

No trabalho de sala de aula, cabe ao professor tornar os alunos competentes na utilização das ferramentas apropriadas para a investigação científica e matemática tais como: os axiomas, os postulados, as definições e a apreensão de conceitos. Espera-se, em consequência, facilitar a compreensão do processo lógico das demonstrações e o domínio dos algoritmos com a utilização de cálculos e suas respectivas operações fundamentais. O propósito desse procedimento pedagógico é promover no aluno ações formativas como a utilização de uma Metodologia de Resolução de Problemas, fazer uso do método analítico, compreendendo o significado da decomposição de uma questão em partes mutuamente relacionadas. Além disso, possibilitar o desenvolvimento do raciocínio para que seja possível diferenciar fatos relevantes, daqueles que devem ser refutados por não contribuírem para a resolução de uma situação-problema.



### Os PCNEM e as competências do professor de Matemática

A Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nº 9.394/96, em seu artigo 22, diz que a finalidade da educação básica será “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação indispensável para o exercício

da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”. No ano de 1998 o MEC publicou os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e através de um processo de ampla disseminação, fez chegar a todas as escolas brasileiras que trabalhavam com este nível de ensino.

Embora se defenda a autonomia escolar amparada nas respectivas realidades regionais, nos aspectos social e cultural, é mais salutar e prudente que se busque uma autonomia partilhada pois como encontramos nas Orientações Curriculares (2004):

[...] as dificuldades identificadas para uma ação autônoma das escolas no que tange à inovação na definição e na organização das grades curriculares advertem que a simples afirmação de que as mudanças para a construção de uma escola democrática têm de ser de baixo para cima não é suficiente e que é necessário um movimento conjunto de baixo para cima e de cima para baixo. Por outro lado, o desafio maior para todos nós envolvidos nesta empreitada, é o fato de que todo currículo é um processo de seleção de saberes e de visões de mundo, de habilidades, de valores, de símbolos e significados, portanto, de culturas (...) toda política curricular é uma política de constituição do conhecimento escolar, um conhecimento construído para a escola (em ações externas a ela) mas também pela escola (em suas práticas institucionais cotidianas (...)) é também política cultural e é campo conflituoso de produção de cultura, de embate entre sujeitos e de concepções de conhecimento (p. 145).

A busca é desafiadora, uma vez que implica em selecionar saberes, culturas, valores, significados, etc. para definir uma política de constituição do saber escolar.

O currículo deve ser concebido como o espelho do conhecimento de um momento cultural; ele não pode ser o ideal do passado e, tampouco do futuro, e sim referir-se e servir ao presente. Nesta linha de raciocínio, talvez o mais importante seja garantir aos estudantes uma educação que lhe encoraje para uma vida de aprendizado contínuo. Somente uma concepção dialética de currículo – extensiva a uma programação de conteúdos – pode estar aberta para prováveis inserções ou intervenções advindas das descobertas ou invenções na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

## Competência e Habilidades

Será que existe diferença no significado dessas duas palavras? No dicionário, **competência** significa aptidão ou qualidade de quem é capaz de apreciar e resolver certo assunto e, **habilidade** é sinônimo de inteligência e capacidade. Como **ter capacidade de** é o mesmo que **ser capaz de** que é o mesmo que **ser/estar apto para**, sugere-se, então, que competência e habilidade são palavras sinônimas.

Para os propósitos deste texto, emprega-se as duas palavras para definir situações que, às vezes, são apenas sutilmente diferentes. Por exemplo, para ser competente na resolução de problemas de Mate-

mática, algumas habilidades são básicas tais como: leitura e interpretação; tradução ou transformação da linguagem do cotidiano para a linguagem matemática; encaminhamento matemático de resolução; apresentação da resposta e sua comprovação matemática.

No dia-a-dia, é comum se deparar com situações onde a diferença entre os dois termos é bastante explícita. Por exemplo, quando se pesquisa para a contratação de um profissional para a execução de serviços de reforma de uma casa, muitas vezes ouve-se este tipo de resposta: – *Veja o Sr. Pedro, o Sr. Chico e o Sr. João são mestres de obra competentes, mas, quando o serviço é assentamento de piso eles chamam sempre o Sr. Manoel que é aquele que tem mais habilidade para trabalho dessa natureza.* Nota-se que, nos dois casos, o da Matemática e o do pedreiro, é perceptível uma competência menor (uma habilidade) contida numa competência maior ou competência geral.

No âmbito pedagógico, especialistas e professores dividem posições sobre a necessidade de que, no Ensino Médio, os conteúdos devam estar organizados de modo a promover o desenvolvimento de competências e habilidades. Se esta problemática for abstraída do cenário escolar, observam-se, nos dias de hoje, pessoas que buscam o aperfeiçoamento pessoal e profissional em cursos particulares, nos segmentos da área de informática, *marketing*, línguas, etc. Será que estes indivíduos estão gastando tempo e dinheiro apenas por diletantismo, por estar na moda falar uma ou mais línguas e entender de informática? Na verdade, eles compreenderam que somente sendo mais competentes e/ou tendo o domínio de mais habilidades, é que poderão concorrer, com chances idênticas, às vagas no disputado mercado de trabalho, onde as melhores colocações são ocupadas por aqueles que revelam melhor preparação.

Assim, cabe indagar: Que tipo de saber a escola deve oferecer? A escola deve proporcionar o desenvolvimento de competências que ensinarão aos alunos a possibilidade de obter aprovação no exame vestibular ou que sejam direcionadas para a melhoria das atividades laborais, para o desempenho e preparação para o trabalho? É importante refletir e discutir sobre a escola que se deseja, mais precisamente, sobre as características básicas imprescindíveis que garantam o atendimento dos anseios da sociedade cearense.

Atualmente, além das contribuições teóricas dos especialistas sobre as questões do currículo, existem quatro publicações do MEC que fundamentam estas discussões:

- **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ensino Médio (conhecidos por PCNEM e elaborados como consequência das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, definidas pela Resolução Nº 3/98 da Câmara Nacional de Educação).
- **PCN+ Ensino Médio,** Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, publicado em 2002.

- **Orientações Curriculares do Ensino Médio**, publicada em 2004.
- **Ensino Médio: Ciência Cultura e Trabalho**, publicado em 2005.

As duas últimas publicações analisam e criticam algumas orientações contidas nas duas primeiras sobre os objetivos dos PCNEM. As Orientações Curriculares do Ensino Médio (2004) se posiciona claramente sobre questões de terminalidade desta etapa de ensino ao afirmar:

As modalidades exclusivamente pré-universitárias e exclusivamente profissionalizantes do Ensino Médio precisam ser superadas de forma a garantir a pretendida universalidade desse nível de ensino, que igualmente contemple quem encerre no Ensino Médio sua formação escolar e quem se dirija a outras etapas de escolarização (p. 208).

Esses objetivos buscam uma complementação da formação básica do ensino fundamental, acrescida da aquisição de uma visão crítica e valorativa como preparação para atuação na sociedade. A meta primordial é preparar o educando para o trabalho e a participação social, capacitando-o para a aprendizagem contínua, de modo a melhor adaptá-lo às rápidas transformações do mundo contemporâneo (BRASIL, 2004, p. 133).

Para a implementação de uma matriz curricular não é suficiente o conhecimento dos normativos oficiais sobre o assunto, mas um minucioso estudo acerca dos documentos legais, o estudo da realidade escolar e entorno comunitário, e a efetiva disposição para mudanças. Sobre o assunto, a constatação explicitada nas Orientações Curriculares do Ensino Médio (2004) aponta para:

Dentre as dificuldades encontradas pelas escolas e professores, destacam-se: a) estrutura do sistema de ensino e das escolas verticalizadas, ou seja, os professores não se reconhecem como sujeitos fundamentais no processo de reforma do nível médio; b) a chegada dos Parâmetros Curriculares nas escolas se deu de forma abrupta e não foram discutidos com os professores em profundidade suficiente, nem para refletir sobre sua pertinência enquanto proposta (em alguns casos a chegada foi feita de maneira impositiva); c) falta de continuidade de políticas educacionais para além da distribuição dos PCN; d) dificuldades dos professores em encontrar materiais didáticos alternativos compatíveis com os pressupostos gerais dos PCN; e) pouca compatibilidade entre a formação inicial e as propostas educacionais presentes nos documentos do MEC, persistindo ainda um reprodutivismo de modelos vivenciados na graduação, ou pior, dos modelos incorporados pelo professor enquanto estudante; f) falta de prática de formação continuada para os professores, para além dos cursos de curta duração, freqüentemente chamados de reciclagem; g) pouca compreensão dos temas centrais das Diretrizes Curriculares e dos PCN, como a noção de competências, de interdisciplinaridade e de contextualização; h) problemas na formação inicial, incluindo-se deficiências de conteúdos específicos (isso se associa ao fato de haver falta de professores licenciados para trabalhar no nível médio) (p. 197).

A construção da Matriz Curricular deve refletir os interesses das escolas e dos alunos, e não se traduzir num bloco ou relação de conteúdos sem nenhum significado para a melhoria da qualidade do ensino.

### Interdisciplinaridade e Contextualização

Perceber-se interdisciplinar é sentir-se componente de um todo.  
É saber-se filho das estrelas, parte do Universo e um Universo à parte (...)  
É juntar esforços na construção do mundo, desintegrando-se, no outro,  
para com ele, reintegrar-se de novo (...)  
Pois, quando a mente é perturbada, produz-se a multiplicidade das coisas;  
Quando a mente é aquietada a multiplicidade das coisas desaparece  
(FERREIRA in FAZENDA, 1996, p. 11).

A citação acima é uma forma adaptada da poesia *Perceber-se interdisciplinar* de autoria de Maria Elisa Ferreira e remete para a compreensão do que seja interdisciplinaridade. Sobre o termo, são duas as maiores questões: primeiro, compreender, pedagogicamente, o significado da palavra e, segundo, como implementar um projeto interdisciplinar nas escolas.

A característica principal do currículo tradicional se refere à sua organização por disciplinas, estanques em si mesmas, oferecendo aos estudantes um acúmulo de informações sem a preocupação com o seu uso, seja para o aprender mais ou para a vida profissional. Fazenda (1996) assim se manifesta:

No projeto interdisciplinar não se ensina, nem se aprende: vive-se, exerce-se. A responsabilidade individual é a marca do projeto interdisciplinar mas essa responsabilidade está imbuída do envolvimento - envolvimento esse que diz respeito ao projeto em si, às pessoas e às instituições a ele pertencentes (p. 17).

...a interdisciplinaridade não possui um sentido único e estável, não se pretende a construção de uma superciência, mas uma proposta de apoio aos movimentos da ciência e da pesquisa, uma mudança de atitude frente ao problema do conhecimento, uma substituição da concepção fragmentária para a unidade do ser humano. Além de uma atitude de espírito, a interdisciplinaridade pressupõe um compromisso com a totalidade (p. 29).

Machado (1993) confirma o posicionamento de Fazenda, afirmando que “a interdisciplinaridade tende a transformar-se em bandeira aglutinadora na busca de uma visão sintética de uma reconstrução da unidade perdida, da interação e da complementaridade nas ações envolvendo diferentes disciplinas” (p. 25). *Nas Orientações Curriculares do Ensino Médio*, os autores ressaltam a falta de aprofundamento com que o tema é tratado nos PCNEM/PCN<sup>+</sup>, onde apenas um exemplo é mencionado mostrando uma articulação interdisciplinar, envolvendo as disciplinas da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.

É possível, a partir da contribuição dos autores citados esboçar um conjunto de ações necessárias para a implantação de uma política pedagógica interdisciplinar. Primeiro, é fundamental que o professor, em atividade na sala de aula, se aproprie de conhecimentos sobre o assunto, o que inclui bibliografia e participação em seminários envolvendo as diversas instâncias da gestão escolar, para discussão e estudo de casos. Em segundo lugar, o professor precisa estar disponível para mudanças, renunciando a algumas visões de mundo, educação, ensino e aprendizagem não só em relação a sua disciplina, que vem ao longo dos anos se estruturando de forma independente, mas no que diz respeito ao conhecimento como um todo.

É preciso levar em conta que o saber fazer interdisciplinar não se resume em nomear um tema e, em volta dele, discorrer sobre três ou mais disciplinas nas práticas docentes; interdisciplinaridade é invenção, criação de fatos novos e, pelo próprio caráter de ineditismo de todos eles, não podem pertencer a ninguém, a nenhuma disciplina (Machado, 1993). Portanto, aqueles que estiverem dispostos a encaminharem-se, pedagogicamente, pela interdisciplinaridade terão que:

- Aceitar a tese do conhecimento global em detrimento da fragmentação do saber.
- Aceitar que o ensino vai além das disciplinas que compõem o currículo, pela criação e recriação constante do conhecimento. Note o surgimento de outras disciplinas como a Físico-química, a Bioquímica, a Biofísica, a Psicopedagogia, a Psicossociologia, etc.

E quanto à questão da contextualização? O que significa a prática de um ensino contextualizado? Ele pode acontecer desvinculado da interdisciplinaridade? Observe o problema matemático a seguir.

**Luis tem uma criação de capotes e Paulo outra de codornas. A criação de Paulo excede a de Luis em 11 aves. Se o total da criação dos dois juntos perfaz 45 aves, qual a quantidade de capotes e de codornas que, respectivamente, Luis e Paulo possuem?**

Será que procedendo dessa forma ao invés de propor aos alunos, de forma direta, a resolução do sistema de equações  $\begin{cases} y = x + 11 \\ x + y = 45 \end{cases}$ , o professor estará adotando uma prática de ensino contextualizado?

Observe que na resolução do problema o aluno deve seguir as etapas:

- Ler, analisar e interpretar o problema.
- Traduzir a linguagem do cotidiano em que o problema está escrito para a linguagem matemática.

- Planejar e executar um plano de solução para o problema.
- Emissão da resposta após a confirmação dos cálculos/operações e a verificação de sua compatibilidade com as exigências/solicitações constantes do enunciado do problema.
- Demonstrar a situação-problema da página 13, por meio de manipulação de miniaturas apropriadas de animais e, de outros materiais adequados, que compõe o Laboratório de Matemática. Esses recursos poderão aumentar a motivação e estimular o aluno a desenvolver o conhecimento matemático.

Professores, de Matemática ou não, sabem que uma das dificuldades para a aprendizagem é a proposição de conteúdos que não desperta o necessário significado que motive o aluno para a discussão do assunto.

Nas quatro disciplinas que constituem a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias a capacidade de leitura, análise e interpretação da linguagem em que é elaborado um determinado problema é imprescindível para o aprendizado. Mas a contextualização não significa apenas dar um enredo mais colorido ao problema. Ao pensar no contexto da vida do aluno, a formulação apresentada pelo problema é interessante, pois trata da criação de bichos conhecidos por todos. No entanto, tratando-se de Matemática, o que se precisa é oferecer um contexto pedagógico que de acordo com Chauí (2002) deva ser de:

Efetiva unidade a linguagens e conceitos comuns às várias disciplinas, seja a energia da célula, na Biologia; da reação, na Química; do movimento, na Física. Isto implica, um conhecimento de cada uma das disciplinas também pelos professores das demais, pelo menos ao nível do Ensino Médio, o que resulta em uma nova cultura escolar, mais verdadeira, pois se um conhecimento em nível médio de todas as disciplinas é o que se deseja para o aluno, seria pelo menos razoável promover esse conhecimento na escola em seu conjunto, especialmente entre os professores (p. 247).

O que se percebe acerca da interdisciplinaridade e contextualização é que a exequibilidade na implementação requer esforços amplamente cooperativos e que o envolvimento da escola é imprescindível para a compreensão de todos os aspectos que se referem aos encaminhamentos e iniciativas implicadas no redirecionamento da prática docente.



### **A diversidade de formas e espaços no ensino da Matemática**

O ensino da Matemática tem sido objeto de pesquisas e reflexões por parte de expressivo número de estudiosos da matéria. Considerado por pesquisadores e professores como uma disciplina basilar na formação das competências cognitivas, têm surgido variadas alternativas metodológicas para o trabalho na sala de aula com os conhecimentos matemáticos.



O que se apresenta a seguir constitui apenas um rápido olhar sobre formas de abordagem desta disciplina junto aos alunos do Ensino Médio, considerando a sua dimensão histórica e sua relevância na formação do educando.

## A Geometria

A Matemática, caracterizada como ciência, deve ser concebida como uma atividade humana constituindo-se num saber vivo, dinâmico e cultural. Hoje, como no passado, a produção e organização do saber matemático sempre ocorreram de modo coletivo. O processo ensino-aprendizagem pressupõe uma relação continuada entre o saber do cotidiano e as criações e descobertas matemáticas, o que demanda conhecimentos sobre o desenvolvimento histórico e o valor utilitário da matemática. A Matemática surgiu da necessidade prática de contar coisas e medir terrenos, sendo os fenícios, um povo comerciante, os primeiros que desenvolveram a aritmética. Os egípcios com problemas anuais das enchentes do rio Nilo, que os obrigava a medir terrenos e redistribuir terras, foram os precursores na resolução de problemas geométricos práticos.

Toda a Matemática que o mundo conhece hoje passou por um grande processo evolutivo, e a sua valorização assenta-se em características que lhe são próprias, quais sejam:

- a) Os seus objetos, números, figuras, volumes, relações, proporções, etc. são universais e necessários no cotidiano científico humano.
- b) A universalidade também acompanha a exatidão e o rigorismo de suas demonstrações e princípios.

No século IV a.C. Euclides utilizou os axiomas – verdade *a priori*, evidente ou inquestionável – e, postulados – princípio cuja evidência precisa de reconhecimento – para fundamentar a base de toda a sua geometria. Segundo o matemático Mlodinow (2004):

No clímax desta luta para inventar a Matemática destaca-se Euclides. A história de Euclides é uma história de revolução. É a história do axioma, do teorema, da demonstração, a história do nascimento da própria razão (...) a obra de Euclides é uma bela obra cujo impacto rivaliza com o da Bíblia, e cujas idéias foram tão radicais quanto as de Marx e Engels. Com seu livro *Os Elementos*, Euclides abriu uma janela através da qual a natureza do nosso universo tem sido revelada. E, à medida que sua geometria passou por mais quatro revoluções, os cientistas e matemáticos abalaram as crenças dos teólogos, destruíram as preciosas visões de mundo dos filósofos e nos forçaram a reexaminar e imaginar o nosso lugar no cosmo (p. 139).

A primeira prova concreta da utilização da geometria trata de registros antigos do povo sumério, em tábuas de argila cozida, desenterradas na Mesopotâmia e datadas de cerca de 3000 a.C. Outros registros que datam da época 2000 - 1600 a.C. revelam que, entre os

abilônios, já existiam regras para cálculo de áreas de retângulos, triângulos retângulos e isósceles. Mas a geometria, que se conhece e que é ensinada nas escolas, tem a sua origem nos estudos de Euclides (300 a. C.), Arquimedes (287 - 212 a. C.) e Apolônio (225 - ? a. C.). Euclides escreveu, além de *Os Elementos*, mais oito trabalhos; Arquimedes deixou três trabalhos sobre geometria plana e dois sobre geometria no espaço (sólida) e Apolônio se notabilizou por seus estudos sobre as seções cônicas, devendo-se a ele os nomes das curvas que delas se originam, como as parábolas, as elipses e as hipérbolas.

Existe uma discussão referente à Geometria e suas partes, onde se destacariam a Euclidiana Plana e a não-Euclidiana, a Espacial, a Métrica e a Descritiva. A Geometria Analítica seria um método, como assim se refere Eves (2004):

Poucas experiências escolares podem ser mais emocionantes para um aluno de matemática de curso colegial avançado ou início de faculdade do que uma introdução a esse novo e poderoso método de lidar com problemas geométricos. A tarefa de estabelecer um teorema em geometria é transferida engenhosamente para a de estabelecer um teorema correspondente em álgebra. (p. 348).

Mlodinow (2004) especula sobre que prodígios científicos Kepler e Galileu, e outros cientistas poderiam ter realizado se tivessem à sua disposição as ferramentas da geometria analítica, e acrescenta:

[...] a invenção do gráfico foi um passo vital no caminho para uma teoria de lugar. A união entre números e geometria foi um conceito em que os gregos erraram um ponto na estrada onde a filosofia se intrometeu. Hoje, todas as crianças estudam a linha dos números - falando aproximadamente, uma linha dotada de uma correspondência ordenada entre seus pontos e os números inteiros, positivos e negativos, bem como as frações e outros números no meio. Esses *outros números* são números irracionais, números que não são números inteiros nem frações, mas que, como Pitágoras recusava-se a admitir, parecem surgir de qualquer maneira. A linha dos números deve incluí-los; sem os números irracionais, ela tem uma infinidade de buracos (p. 129).

A autoria dos primeiros mapas, as noções de latitude e longitude são de origem controversa. Têm-se notícias de sua existência por volta de 2000 a. C. entre egípcios e babilônios, mas existem indícios de que foi Aristóteles, no século IV a. C. que originalmente definiu latitude, quando estudou as questões meteorológicas do clima.

## A Álgebra

A história conta que foi o matemático francês François Viète o primeiro a usar, por volta de 1590, letras para simbolizar variáveis ou incógnitas. Por este e outros motivos Viète é conhecido como o pai da Álgebra, sendo o introdutor dos símbolos germânicos + e -, as vogais na representação de quantidades constantes, e as consoantes na simbolização das variáveis ou

incógnitas. Na verdade, encontram-se vestígios do estudo da Álgebra em diversas culturas, podendo-se falar da álgebra egípcia, babilônica, chinesa, hindu, arábica, e mais recentemente, a Álgebra europeia renascentista, etc. Mas, objetivamente, o que é Álgebra? É a Aritmética particularizada ou é a generalização desta? Ou as duas coisas juntas?

Já não cabe classificar a Álgebra apenas como Aritmética generalizada, pois ela é muito mais que isso. Continua sendo um veículo para a resolução de certos problemas, mas, vai além, pois fornece meios para que se desenvolvam e se analisem relações e é a chave para a caracterização e a compreensão das estruturas matemáticas: grupos, anéis, domínios da integridade, corpos, espaços vetoriais.

As variáveis  $x$  e  $y$  são, para muitos estudantes, os entes complicadores no estudo da Álgebra. Na verdade, elas não passam de símbolos que servem para substituir números, ou seja, os valores das variáveis e traduzem as coisas que se deseja investigar. Assim a principal característica da Álgebra é a utilização de letras (as variáveis) para substituir números. E para que serve a Álgebra? Com que finalidade ela foi criada? A limitação dos recursos aritméticos para a resolução de problemas foi o fator decisivo para a descoberta do caminho algébrico. Para se dizer mais precisamente de seus objetivos, faz-se necessário analisar o sentido da utilização das variáveis, o que conduz para três concepções de Álgebra, que são:

1. **A Álgebra na resolução de problemas:** neste caso, se utiliza as variáveis para traduzir a linguagem do cotidiano para a linguagem algébrica e, em seguida, simplificar e/ou resolver; trata-se de utilizar os métodos de resolução das equações.
2. **A Álgebra como uma aritmética generalizada:** neste caso duas ações se impõem – a de traduzir (da linguagem materna do cotidiano) e generalizar (fazer valer para o universo das coisas consideradas). Por exemplo, a divisão entre zero e qualquer número natural é sempre zero, que traduzido para a linguagem algébrica seria se  $n$  pertence ao conjunto dos naturais então  $\frac{0}{n} = 0$ .
3. **A Álgebra no estudo da variação entre as grandezas:** nos PCN<sup>+</sup> (2002), Álgebra: números e funções é apresentado como o primeiro eixo que é considerado de

[...] enorme importância enquanto linguagem, como na variedade de gráficos nos noticiários e jornais, e também enquanto instrumento de cálculos de natureza financeira e prática em geral. O estudo das funções permite ao aluno adquirir a linguagem algébrica como a linguagem das ciências, necessária para expressar a relação entre grandezas e modelar situações-problema, construindo modelos de fenômenos e permitindo várias conexões dentro e fora da própria matemática. Assim, a ênfase do estudo das diferentes funções deve estar no conceito de função e em suas propriedades em relação às operações, na interpretação de seus gráficos e nas aplicações dessas funções (p. 120).

Sobre esta concepção algébrica, a relação da variação entre grandezas, onde não se busca encontrar o valor da incógnita numa equação

e onde as variáveis variam, é interessante registrar o posicionamento do professor Usiskin, ao colocar a questão a seguir:

O que ocorre com o valor  $\frac{1}{x}$  quando  $x$  se torna cada vez maior?

A questão parece simples, mas é suficiente para confundir os alunos. Não se pede o valor de  $x$ , portanto, não é uma incógnita. Há um modelo a ser generalizado, mas não se trata de um modelo que se pareça com aritmética (Não tem sentido perguntar o que aconteceria a  $\frac{1}{2}$  quando 2 se torna cada vez maior). Trata-se de um modelo fundamentalmente algébrico (...). Nesta concepção, uma variável é um argumento, representa os valores do domínio de uma função ou um parâmetro (i.e. representa um número do qual dependem outros números).

Estas concepções de álgebra que foram expostas estão diretamente relacionadas com a formação do pensamento algébrico no indivíduo, caracterizado pela percepção de regularidades e de invariantes.

### Os problemas matemáticos

A reflexão realizada até o momento permite aceitar o fato de que a escola é o local adequado, se não o único, para que se estimule ações visando o desenvolvimento das capacidades potenciais da inteligência dos indivíduos. Atendendo aos propósitos deste texto, serão abordadas questões objetivas da relação entre a resolução de problemas matemáticos e o desenvolvimento do comportamento cognitivo. Assim, e tendo como foco a contextualização pedagógica no universo escolar, a abordagem metodológica se aterá à conceituação de problema.

**Problema** é qualquer situação que ao nos confrontarmos com ela, não nos ocorre uma resposta ou solução pronta, imediata. Para resolvê-la, precisamos promover uma garimpagem mental buscando todo o nosso conhecimento prévio sobre o assunto. Em seguida, elaborar um Plano de Resolução, com suas respectivas estratégias devidamente adequadas para o caso.

Ao analisar com detalhes a definição enunciada, a caracterização de um problema para o aluno acontecerá sempre que:

- Mesmo que ele tenha o domínio sobre o conteúdo, existe algo que desperta a sua curiosidade e interesse.
- É necessário o seu empenho na busca de todo o conhecimento até então desenvolvido e apreendido sobre o assunto.
- Não lhe ocorre prontamente, de modo imediato, uma resposta.
- É necessário o estabelecimento de uma estratégia de solução, mesmo que seja bem simples.

Alguns aspectos devem ser levados em conta na maneira de selecioná-los, tais como:

- A solução de problemas deve se constituir como a essência da atividade matemática com o objetivo de dar significado aos conhecimentos que deverão ser aprendidos pelos alunos.
- Os problemas podem se transformar, no âmbito da relação professor, aluno e conhecimento, no caminho pedagógico mais prazeroso para a emergência da aprendizagem.
- Os problemas devem se constituir em desafios possíveis de serem vencidos ou transpostos para que o aluno, acreditando nessa probabilidade, possa experimentar a alegria e o prazer do sentimento da vitória. Se tal não ocorrer, ele certamente esmorecerá na primeira tentativa fracassada. No processo geral de tentativas e erros, de reavaliações de estratégias, a pura e simples resolução é minimizada, em importância, se comparada ao universo de relações que se estabelecem no decurso dela; na verdade elas são as responsáveis pela emergência da aprendizagem significativa.

Para finalizar esta etapa de discussões, é importante chamar atenção para o que Polya (1995) diz sobre a classificação dos problemas:

O objetivo de um Problema de Determinação é encontrar um certo objeto, a incógnita do problema (...) que é também chamada *quaesitum*, ou aquilo que se procura ou de que se necessita... podem ser teóricos ou práticos, abstratos ou concretos, problemas sérios ou simples enigmas. Podemos procurar determinar incógnitas de todos os tipos, podemos tentar encontrar, calcular, obter, produzir, traçar, construir todos os tipos imagináveis de objetos... o objetivo de um Problema de Demonstração é mostrar conclusivamente que certa afirmativa, claramente enunciada, é verdadeira ou então, que é falsa (p. 98).

- **Método na resolução de problemas matemáticos**

Esta seção tem início com a análise de duas situações relativas aos raciocínios indutivo e dedutivo.

**Primeira Situação:** mostrar que o quadrado de todo número ímpar subtraído de uma unidade é sempre divisível por 8.

**Demonstração:** verificar se a afirmação é válida para os três primeiros números ímpares 3, 5 e 7. Veja:

$$(3^2 - 1) = 9 - 1 = 8 \text{ e } 8 \text{ é divisível por } 8.$$

$$(5^2 - 1) = 25 - 1 = 24 \text{ e } 24 \text{ é divisível por } 8.$$

$$(7^2 - 1) = 49 - 1 = 48 \text{ e } 48 \text{ é divisível por } 8.$$

Observe que se  $n$  é um número natural qualquer, ou seja, se  $n \in \mathbb{N}$ , então todo número ímpar tem representação na forma da expressão  $2n - 1$ . Vamos verificar se a afirmação é válida para o caso geral:

$$[(2n - 1)^2 - 1] = 4n^2 - 4n + 1 - 1 = 4n^2 - 4n = 4n \cdot (n - 1)$$

Resumidamente,

$$(2n - 1)^2 - 1 = 4n \cdot (n - 1)$$

Analisando a expressão  $4n \cdot (n - 1)$  observamos que:

$4n \cdot (n - 1)$  é número múltiplo de 4, portanto, divisível por 4.

$(n - 1)$  e  $n$  são números naturais consecutivos; portanto, ou  $n$  é par ou  $(n - 1)$  tem 2 como fator.

Se  $n \cdot (n - 1)$  tem 2 como fator, então, também, necessariamente, o produto  $4n \cdot (n - 1)$  é divisível por 8.

**Conclusão:** mostramos que a afirmativa é válida para três casos particulares onde  $n \in \mathbf{N}$  e  $n_1 = 3$ ,  $n_2 = 5$  e  $n_3 = 7$ . Em seguida, verificamos que a afirmativa também é verdadeira para o caso geral, onde qualquer número natural ímpar é representado pela expressão  $2n - 1$ . Em consequência, podemos afirmar que **O quadrado de todo número ímpar, subtraído de uma unidade, é sempre divisível por 8**. Dizemos que utilizamos o **processo indutivo** que implica em descobrir **leis gerais** a partir de **casos particulares**.

**Segunda Situação:** mostrar que para que duas retas sejam diferentes ou não coincidentes é necessário que não tenham mais do que um ponto em comum.

**Demonstração:** basta utilizar o axioma, proposição evidente e incontestável da Geometria Plana: **através de dois pontos pode passar uma e somente uma reta**. Se admitirmos que **retas diferentes podem ter dois pontos comuns** estamos contrariando a nossa “verdade *a priori*” de que **através de dois pontos pode passar uma e somente uma reta**.

**Conclusão:** neste caso demonstraremos que a afirmação é verdadeira utilizando uma lei geral considerada como inquestionavelmente correta; utilizamos o **processo dedutivo** que consiste na admissão de **leis gerais** já comprovadas para demonstrar a veracidade de **casos particulares**.

Estas situações foram apresentadas porque existe uma utilização indiscriminada dos termos métodos indutivo e dedutivo, processo indutivo e dedutivo e pensamento/raciocínio indutivo e dedutivo, todos utilizados com significados idênticos. Subsidiando as reflexões, é importante relembrar que os estudiosos da Psicologia evolutiva e da Neurociência são consensuais em definir, grosso modo, inteligência como a capacidade de resolver problemas e produzir coisas no âmbito das artes, das ciências naturais e sociais, etc., e aprendizagem como efetivação de mudanças de paradigmas comportamentais.

### É possível um método para a resolução de problemas?

Um método se constitui de um conjunto de procedimentos e de normas formais que devem ser seguidas na investigação da verdade, na obtenção de fins determinados, em processos ou técnicas de ensino, por exemplo, na resolução de problemas, etc. Na pesquisa científica, o chamado método experimental indutivo é definido por um conjunto de procedimentos ou fases que são: a formulação do problema, enunciado de hipóteses, coleta de dados, análise e interpretação dos dados e generalização ou elaboração de leis.

Cabe indagar, então, se a exemplo do método científico é possível elaborar um método para a resolução de problemas. No decorrer da história da humanidade, tal proposta tem se colocado como uma necessidade, como bem mostra Mithen (2002):

apresentei argumentos de que os primeiros *Homo* e os humanos arcaicos precisavam gerar e testar hipóteses sobre a distribuição de recursos, especialmente as carcaças para rapinagem, utilizando a inteligência naturalista. A segunda propriedade importante da ciência é o desenvolvimento e o uso de ferramentas para resolver problemas específicos... (p. 23).

Em períodos anteriores da história da civilização, a Heurística, tida ou definida como um método analítico para a descoberta de verdades científicas era requisitada como patrimônio da Filosofia, da Lógica e da Psicologia. O professor Polya faz menção de sua utilização por Euclides e que, talvez uma primeira tentativa de sistematizá-la se deveu a Descartes e Leibnitz, filósofos e matemáticos notórios.

Assim, pode-se então determinar as etapas ou procedimentos que se adotará para o Método de Resolução de Problemas.

**1º Procedimento:** Leitura, compreensão e interpretação do problema, a condicionante e suas partes.

**2º Procedimento:** Organização do plano de resolução – a utilização de algoritmos, conhecimentos prévios, pensamento indutivo/dedutivo.

**3º Procedimento:** A execução do plano de resolução – o domínio dos conteúdos e estratégias previstas no plano.

**4º Procedimento:** A avaliação e confirmação da resposta – verificação matemática se a resposta atende às exigências da condicionante.

• **Como resolver um problema: as fases de resolução**

Vamos começar com um exemplo em Geometria Plana.

Um ponto Q dista doze unidades do centro de uma circunferência cujo raio mede sete unidades. Traça-se uma reta secante, a partir do ponto Q, de forma que as medidas de suas partes interna e externa sejam iguais. Construída desta maneira, qual a medida da secante inteira?

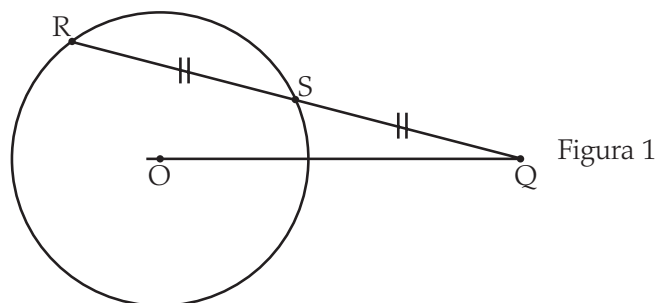
**Resolução:**

**Primeiro procedimento:** Leitura, Compreensão e Interpretação

O atendimento do enunciado: na leitura do problema o aluno deve compreender que:

- É dada uma circunferência com raio igual a 7 unidades.
- Existe um ponto Q, exterior à circunferência e distante do seu centro 12 unidades de medida.

Do ponto Q foi construída uma secante à circunferência de tal modo que a medida interna é igual à externa, como na figura a seguir:  $QS = RS$ .



A construção realizada de acordo com os dados do problema permite afirmar que:  $OQ = 12$  unidades é a medida da distância do ponto  $Q$  ao centro.  $QS = RS$ , a medida da parte externa da secante é igual à medida de sua parte interna.

### Interpretação do problema

Como é dado o raio da circunferência, esta informação deverá ser utilizada na resolução, e, evidentemente relacionando-a com as construções já realizadas, ou seja, a secante  $QS$  e o segmento  $OQ$ , com uma das construções a seguir.

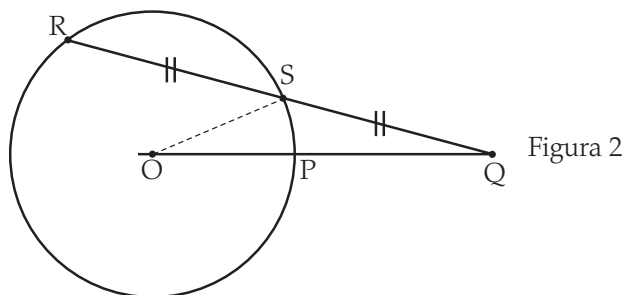


Figura 2

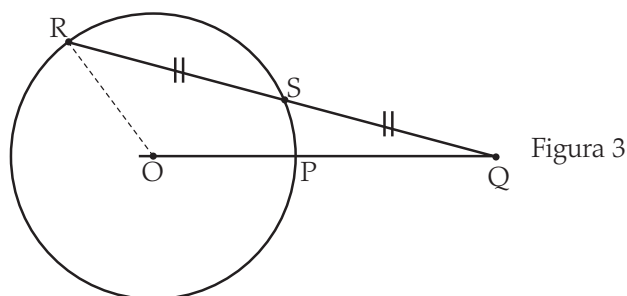


Figura 3

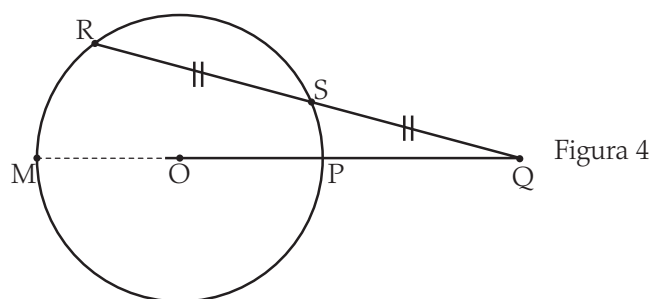


Figura 4

Neste momento, o professor deve realizar uma ampla e aprofundada discussão com todos os alunos no sentido de que as etapas subsequentes da resolução se desenvolvam com significado, ou seja, de maneira compreensiva. Por exemplo, as questões a seguir, além de outras a critério do Professor, devem ser analisadas.

- Qual das três figuras é mais adequada para ser utilizada na resolução? Por quê?
- Note que a decisão pela escolha aleatória de uma das figuras não deve ser implicitamente aceita, uma vez que cada escolha prescinde de uma justificativa que encaminha a decisão para a resolução do problema.



- Como desejamos determinar a medida do comprimento da secante QS, vocês conhecem alguma condição que possa relacioná-la com o raio ou com o segmento OQ?
- Observem que a construção que resultou na figura 4 mostra duas secantes à circunferência que convergem ou concorrem ao mesmo ponto Q; nestas circunstâncias, será que existe uma condição que relaciona as secantes QS e QP?

Esta deve ser a etapa mais importante para o aluno na resolução do problema! Talvez não seja a mais difícil, mas a que lhe cause mais dificuldades porque é neste momento que ele vai fazer um rastreamento mental à procura da ferramenta matemática que lhe encaminhe para a solução do problema. Duas únicas situações podem ocorrer:

- Ele pode conhecer a ferramenta matemática e não conseguir lembrá-la; sua memória não foi suficientemente motivada para exibir a informação solicitada.
- Ele pode não conhecer a ferramenta matemática. Neste caso, como não existe registro na memória, a informação solicitada não poderá ser exibida.

No primeiro caso, basta que o professor utilize o recurso da motivação pedagógica conveniente, como por exemplo, mostrando outro problema conhecido dos alunos onde a ferramenta matemática é utilizada. E, no segundo, resta ao Professor realizar uma revisão do item desconhecido.

Neste exemplo, os alunos devem contar com o recurso do Teorema que diz: **Se existem duas secantes a um círculo concorrentes a um mesmo ponto, então o produto da primeira secante pela parte externa é igual ao produto da segunda secante pela sua parte externa.**

**Segundo procedimento:** Organizando um plano de solução

Nesta etapa, o professor deve considerar que o nível de conhecimento, rapidez de raciocínio, facilidade e experiência na formação de estratégias para o encaminhamento de soluções de questões diversas e inusitadas, no âmbito do contexto escolar ou não, é inteiramente diversificado no conjunto dos alunos de uma turma de Ensino Médio. Assim, é possível que todo o trabalho pedagógico seja facilitado e o desempenho e motivação otimizados, se a turma for dividida em equipes de, no máximo, cinco ou seis alunos. Nesse caso, o mais importante é que, na composição das equipes, participem igualmente indivíduos com baixo, médio e alto índice de conhecimento e interesse.

É preciso também levar em conta as resistências verificadas nos alunos nesta fase do trabalho. Tal acontece porque no cotidiano, quando um problema se apresenta, principalmente de forma intempestiva, é natural reagir instintivamente com uma ação de resposta imediata, ao invés de tentar compreender e interpretar o problema, organizar um plano de solução para, então, desencadear as ações que foram previamente planejadas.

No caso, é possível indicar algumas sugestões para a organização de um plano. Para iniciar, é necessário fazer releitura do problema para diagnosticar se:

- Todos compreenderam o problema? A figura desenhada reflete os dados do enunciado?
- O que é solicitado para ser resolvido está bem claro e objetivo para todos? No desenho, isto está bem explícito?
- Existe algum problema mais simples ou mais complexo resolvido ou com sugestões de resolução? É possível identificar as diferenças entre o problema a resolver e o resolvido? A diferença está no que é dado ou na solicitação de resposta?
- É possível reescrever o enunciado para facilitar a organização do plano de solução?

O professor deve estar imaginando se isto é possível com a sua turma de alunos com problemas de todos os tipos: sociais, econômicos e de comportamento. Mas é importante tentar! No mínimo, o grau de envolvimento e participação aumentará e surpresas bem agradáveis com relação à aprendizagem certamente irão acontecer. Como ficará a organização do plano para a solução do exercício que foi proposto como exemplo para as discussões?

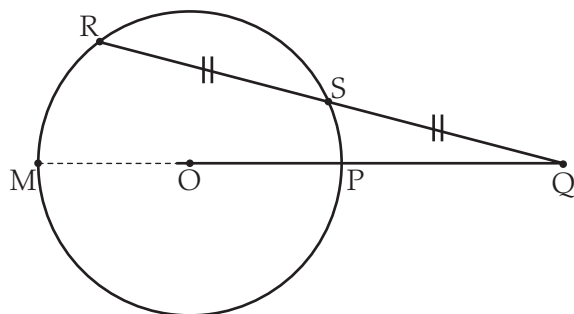
Se o professor conduziu as ações conforme sugestões do item anterior convém agora retomar a análise das figuras 2, 3 e 4 para concluir junto com os alunos que:

- A figura 4 é aquela que se adéqua para a solução do problema.
- O teorema que relaciona as secantes e suas partes externas de uma dada circunferência pode ser aplicado à construção apresentada na figura 4.

Finalizando este segundo procedimento, o professor somente deverá aceitá-lo como concluído satisfatoriamente, se obtiver a concordância unânime de sua turma para a questão que deve ser colocada como a sugestão a seguir: "Todos concordam, então, que o plano de solução para o problema se executa utilizando o Teorema das Secantes no desenho da figura 4".

**Terceiro procedimento:** A execução do plano de resolução

Neste momento os alunos devem estar seguros e convencidos de que, seguindo o plano previamente estabelecido, certamente resolverão o problema. Assim, basta seguir o desenho da figura 4 com os dados apresentados.



Dados do problema  
 $OQ = 12$  unidades  
 $OP = 7$  unidades  
 $RS = QS$

O professor deve escrever o teorema no quadro.

**Se duas secantes concorrem (se encontram) a um mesmo ponto, então o produto da primeira secante pela sua parte externa é igual ao produto da segunda secante por sua parte externa.**

Em seguida, anota de acordo com o que é informado pelo teorema:

- I. QR e MQ são duas secantes ao círculo (pelo Teorema).
- II. Q é o ponto de concorrência das duas secantes (pela fig. 4).
- III.  $MO = OP = 7$  unidades; raio do círculo (fig. 4, dado pelo problema).
- IV.  $RS = QS$  (fig. 4, dado pelo problema).
- V.  $QR \cdot QS = MQ \cdot PQ$  (pelo teorema e de acordo com a figura 4).

Com todos os dados e conclusões advindas do plano de resolução anotados, o professor anuncia que vai utilizar as **ferramentas matemáticas** disponíveis e necessárias para executar o plano. Para tanto, escreverá a conclusão V, retirada do teorema e substituirá os dados numéricos informados (dados do problema). Veja:

Pelo Teorema, pode-se escrever; que:

$QR \cdot QS = MQ \cdot PQ$  (1). Anota-se (1) para nos referirmos e recorrer a essa equação posteriormente.

Pelos dados do problema, e, também na figura, tem-se:

$MQ = OQ + OM$ ; e como  $OP = OM = 7$  (raio do círculo) e  $OQ = 12$  unidades (dados pelo problema), então:

$MQ = 12 + 7 \Rightarrow MQ = 19$  (2); este resultado será utilizado mais na frente. Note também que:

$OQ = OP + PQ \Rightarrow PQ = OQ - OP$ ; substituindo numericamente:

$PQ = 12 - 7 \Rightarrow PQ = 5$  (3); parte externa da secante MQ.

Observe ainda que:

$QR = RS + QS$ ; no entanto,  $RS = QS$  (pelo enunciado e na figura), daí:

$QR = QS + QS = 2QS \Rightarrow QR = 2QS$  (4).

Agora, basta substituir na equação (1) os resultados obtidos em (2), (3) e (4). Veja:

Se  $QR \cdot QS = MQ \cdot PQ$  (1) então,

$2QS \cdot QS = 19 \cdot 5 \Rightarrow 2QS^2 = 95 \Rightarrow QS^2 = 95/2 = 47,5$ , ou ainda,  $QS = \sqrt{47,5}$ , daí QS aproximadamente igual a 6,892 unidades.

Neste momento, o professor deve questionar os alunos sobre o significado da medida do segmento QS, que foi determinado com a utilização de toda a ferramenta matemática conforme ele acompanhou na execução do plano de resolução do problema. Por exemplo:

Professor: – Vejam todos agora! Determinamos que QS mede aproximadamente 6,892 unidades de medida (cm, dm, etc.), mas o que representa QS na figura? É o valor de QS que está sendo solicitado no enunciado do problema?

O comportamento do professor diante das colocações deve ser de expectativa, oportunizando aos alunos que retornem tanto à figura quanto à leitura do enunciado para que discutam, reflitam e apresentem as respostas às suas questões.

Passado algum tempo, o Professor perceberá que alguns ou a maioria dos alunos descobriu que o segmento QS representa a parte externa da secante QR que, por construção, atendendo à orientação do enunciado, é igual à sua parte interna RS. É o momento de interferir com indagações da forma:

- Todos concordam que o problema pede para que calculemos a medida da secante ao círculo, representada pelo segmento QR?
- Todos concordam que o segmento QS, que é igual ao segmento RS, representa apenas a parte externa da secante QR?
- Todos concordam que se  $QS = 6,892$  unidades e  $QS = RS$  então fica fácil calcular a medida da secante QR, levando em conta que  $QR = QS + RS$ ? Todos concordam? Vamos então concluir a resolução do problema! (escreve no quadro as conclusões finais).

Como  $QR = QS + RS$ ,  $QS = QR$  e  $QS = 6,892$ , então substituindo obteremos que:

$$QR = QS + QS = 2QS \Rightarrow QR = 2QS = 2 \cdot 6,892 = 13,784$$

Ou seja,  $QR = 13,784$  unidades

O professor então anuncia enfaticamente a resposta ao problema que os cálculos realizados estão apontando como correta.

**Resposta:** de acordo com o enunciado do problema, o valor da medida da secante construída na figura é  $Q = 13,784$  unidades.

**Quarto procedimento:** A verificação e confirmação da resposta, apesar de registrar um certo enfado e resistência no cumprimento deste procedimento é muito importante para que os alunos se sintam fortalecidos no estabelecimento coordenado do desenvolvimento lógico dos quatro procedimentos da resolução, e ainda porque:

- I. Enseja a consolidação da confiança no planejamento previamente organizado para a resolução de um problema. É necessário observar que o incentivo à criação deste tipo de hábito não se restringe à questão de natureza da Matemática escolar mas, e certamente o importante e necessário, é que este comportamento se estenda às inúmeras situações, inusitadas ou não, que ocorrem no contexto da vida diária.
- II. Desenvolve a credibilidade em toda a ação de resolução, o que poderíamos sintetizar patenteando como o desenvolvimento da cultura de acreditar no que faz; isto vai implicar que o aluno não busque a solução do problema em função da resposta ou gabarito.

O professor deve, então, solicitar aos alunos, antes de qualquer procedimento de cálculo, que façam pelo menos duas reflexões para investigar se:

- a) Todas as informações ou dados do problema foram utilizados para a obtenção da resposta.
- b) Algum dos alunos encontrou a mesma resposta executando um plano diferenciado daquele utilizado pelos demais.

Exauridas todas as nuances em torno da discussão, o professor propõe a verificação ou comprovação matemática da resposta obtida

para o problema. Escreve no quadro **verificação da resposta** e solicita aos alunos sugestão de como fazê-lo:

- Como é que vocês acham que é possível confirmar que a resposta encontrada está correta? (Os alunos devem ter tempo para discutir suas idéias.)
- Será que a resposta pode ser confirmada com a utilização de régua e compasso?

Sugere-se que o professor faça o seu próprio desenho, mas com as medidas exatas de acordo com o problema; ou seja, o raio do círculo medindo 7 cm e o ponto Q distante 12 cm do centro, mas não deve mostrá-lo imediatamente para os alunos, estabelecendo uma discussão do tipo:

**Professor:** – Utilizem o compasso para construir o círculo e com a régua desenhe a secante (Certamente que os alunos não vão utilizar as medidas corretas)

**Alunos:** – Professor, deu muito diferente! Eu acho que são os cálculos que estão errados! Professor, eu acho que é o círculo que desenhei que não está certo!, etc. etc...

**Professor:** – Vejam aqui o meu desenho! Deu bem certinho... na medida exata!!!

Depois que os alunos tiverem examinado as suas construções, é possível que a maioria descubra que o motivo das incorreções (a incompatibilidade das suas medidas com a resposta), deve-se ao fato de que elas não foram tomadas com exatidão. Aí então, o professor mostra o seu desenho e, se for o caso, pode reproduzi-lo no quadro.

Finalmente, o professor pode mostrar que o acerto da resposta é comprovado substituindo-se os valores da medida da secante e de sua parte externa, de acordo com o que afirma o Teorema, ou seja:

- $QR \cdot QS = MQ \cdot PQ$  (pelo Teorema)
- $MQ = 19$ ,  $PQ = 5$  e  $QS = 6,89$
- $QR = 2QS = 2 \cdot 6,89$  daí,  $QR = 13,78$
- $QR \cdot QS = 13,78 \cdot 6,89 = 94,94$  e  $MQ \cdot PQ = 19 \cdot 5 = 95$
- Dizemos então  $QR \cdot QS = 94,94$  é, aproximadamente igual, a  $MQ \cdot PQ = 95$ . Isto se justifica por que se a unidade adotada for centímetro, a usual, a diferença de  $0,06 = 6/100$  é menos que 1 milímetro que, como sabemos, equivale a  $1/10$  do centímetro.



### Lendo, Acessando, Ouvindo e Assistindo

Nos dias atuais a tecnologia computacional tem mudado a prática de quase todas as atividades, inclusive no campo educacional. Pode-se dizer que a criação de sistemas computacionais com fins educacionais tem acompanhado, de forma constante, a própria história e evolução dos computadores.

É possível notar a grande evolução que aconteceu a partir dos primeiros sistemas, entendidos como máquinas ensinantes, aos atuais sistemas que “imitam” a ação de um tutor, gerando problemas de acordo com o nível do estudante, comparando as respostas dos estudantes com as de especialistas na área, diagnosticando fraquezas, associando explicações específicas para certos tipos de erros, decidindo quando e como intervir (Baranauskas, Rocha, Martins e d’Abreu In: Valente, 1999).

Como resultado, o uso de novas tecnologias na educação tem levado métodos e objetivos tradicionais da aprendizagem a fazer cada vez menos sentido. As aplicações computacionais dirigidas à educação não estão simplesmente tentando ensinar habilidades tradicionais de modo mais rápido, eficiente e com um menor custo. (Baranauskas, Rocha, Martins e D’Abreu. In: Valente, 1999).

A informação é a unidade básica para o ensino assistido ou auxiliado por computador. O ensino, realizado desta maneira, preocupa-se com os processos de como adquirir, armazenar, representar, transmitir e, principalmente, compartilhar informação. Nesse sentido, o computador é visto como uma ferramenta importante de armazenamento, representação e transmissão da informação.

O aprendizado é entendido como a construção individual do conhecimento a partir de atividades de exploração, investigação e descoberta. De modo geral, os princípios que fundamentam um ambiente interativo de aprendizagem incluem: construção e não instrução (estudantes aprendem mais efetivamente construindo seu próprio conhecimento); controle do estudante e não controle do sistema (o estudante tem um controle não exclusivo, mas mais significativo da interação na aprendizagem); individualização que é determinada pelo estudante e não pelo sistema; *feedback* rico, gerado a partir da interação do estudante com o ambiente de aprendizagem e não pelo sistema (Baranauskas, Rocha, Martins e D’Abreu. In: Valente, 1999)

Tudo isso é muito interessante, entretanto é recomendável que os alunos, após utilizarem qualquer ambiente virtual, sejam estimulados a produzir textos explicativos ou descritivos de como a experiência ou fenômeno observado através do ambiente utilizado ocorreu, para que eles entendam e aprendam com mais segurança.

É possível situar como exemplos, sistemas de modelagem e simulação, micromundos, uso de linguagens de programação e sistemas de autoria. A seguir são indicados alguns recursos extremamente úteis para os profissionais que trabalham nesta área:

- **Adobe Acrobat Reader:** permite ler arquivos no formato mais comumente utilizado pelas revistas *on-line*.
- **Google:** considerado, por muitos, como o melhor *site* de busca, apresentando recursos para busca por texto ou de imagens.
- **Altavista:** potente *site* de busca que inclui alguns recursos adicionais como tradução.

- **Webferret:** é um programa bem potente de busca (não é um *site*).
- **Portal da Informação:** *site* mantido pelo sistema de bibliotecas da UFPR com diversos recursos (alguns indicados abaixo) que podem ser utilizados a partir de computadores da UFPR e de alguns outros computadores.
- **Webofscience:** *site* de levantamento bibliográfico disponibilizado pela FAPESP.
- **Science Direct:** permite acesso a revistas científicas em formato Adobe Acrobat Reader.
- **Periódicos da CAPES:** permite acesso a jornais e periódicos científicos disponibilizado pela CAPES-MEC.

*Sites Específicos de Matemática*

**Portal Prandiano – Matemática Aplicada à Vida:** *site* do Professor Aguinaldo Prandini Ricieri em que são explicadas as origens de muitos termos utilizados em linguagem matemática (Pequeno Dicionário Etimológico Prandiano), *fac-símile* de documentos históricos (Arqueologia), entre outras novidades. (<http://www.prandiano.com.br>).

**Elementos de Euclides,** versão *on-line* da tradução portuguesa do livro de Euclides, edição de 1855. (<http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/euclid/elem.html>).

**Mathematics Archives MSDOS Software:** *site* com uma coleção de *software* de domínio público ou *shareware* para windows ou MSDOS (em inglês). (<http://archives.math.utk.edu/software/.msdos.directory.html>).

**Etnomatemática – Concepção Etno-antropológica de Matemática:** *site* do Professor Ubiratan D’Ambrósio com textos e discussões sobre Matemática e temas afins. (<http://vello.sites.uol.com.br/ubi.htm>).

**Educação Matemática e Tecnologia Informática:** o *site* tem como um dos objetivos a apresentação de material que trate do potencial da tecnologia informática no âmbito da educação matemática escolar (<http://mandrake.mat.ufrgs.br/edumatec/>).

**Só matemática – seu portal matemático:** busca disponibilizar aos interessados em Matemática, material de apoio em todos os níveis de escolaridade (desde o Ensino Fundamental até o Superior), bem como oportunizar condições para que os membros cadastrados possam interagir em comunidades, fóruns e debates virtuais. ([www.somatematica.com.br](http://www.somatematica.com.br)).

## Referências

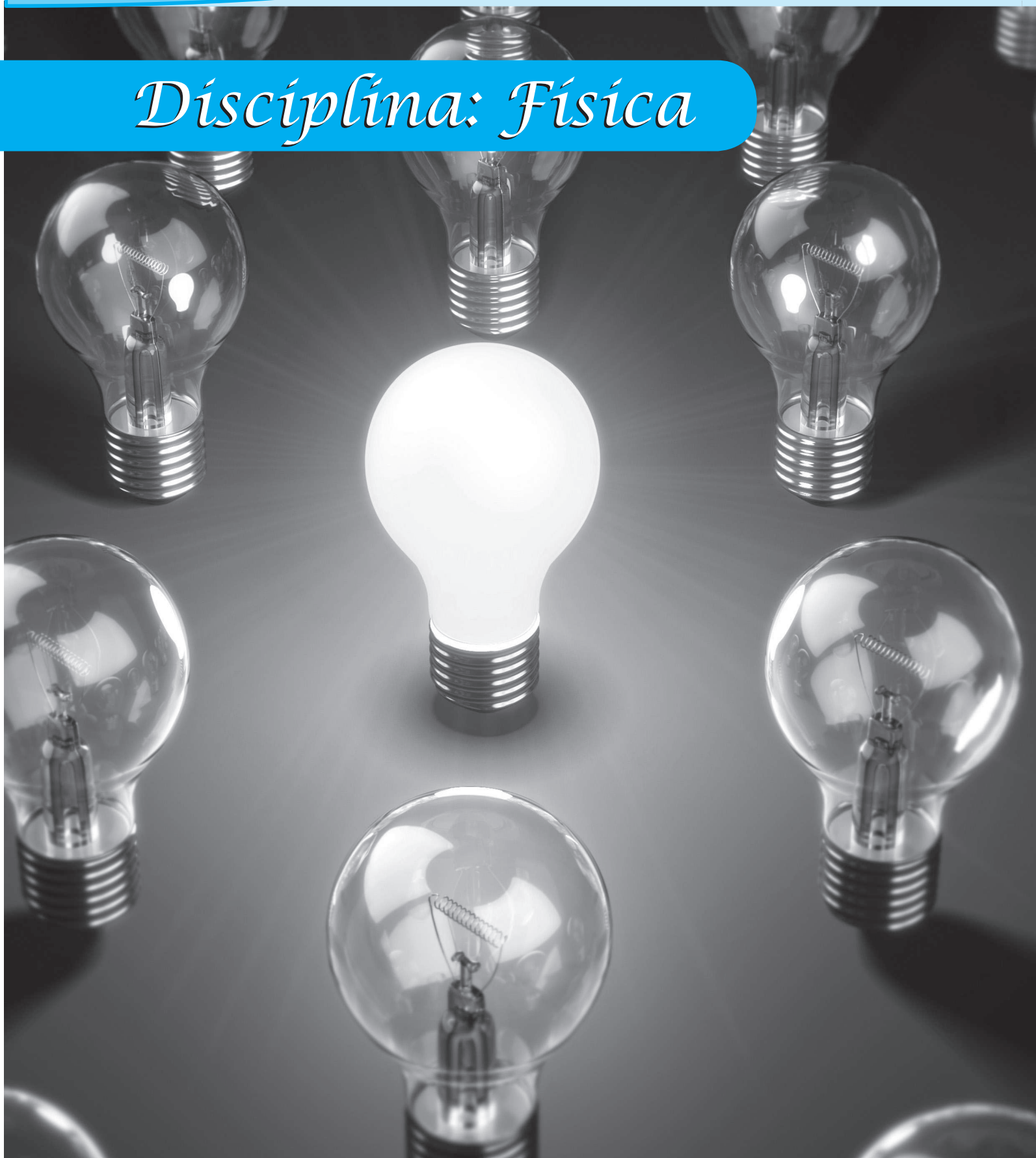
BARANAUSKAS, M. C. C.; ROCHA, H. V.; MARTINS, M. C. e MARTINS, J. J. V. D’A. Uma taxonomia para ambientes de aprendizado baseados no computador. In. VALENTE, J. A. (org.) **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas: NIED/UNICAMP. 1999.  
BIGGE, M. L., **Teorias da aprendizagem para professores**, S. Paulo: E.P.U., 1977.

- BRASIL: **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília. MEC/SEB/DPEM. 2004.
- BOYER, Carl, **História da Matemática**. S. Paulo: Edgard Blucher, 1974.
- CHAUÍ, Marilena: **Convite à Filosofia**. São Paulo: Ática, 2002.
- CHIAROTINO, Zélia Ramozzi. **Psicologia e Epistemologia de Jean Piaget**. São Paulo: E.P.U., 1988.
- COLL, César (org), et all. **Psicologia da Aprendizagem do Ensino Médio**. P. Alegre. ARTMED. COLL, C. **Os Conteúdos da Reforma**. P. Alegre: Artes Médicas, 1998.
- D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Etnomatemática**. B. Horizonte: Autêntica, 2005.
- DANTE, L. R. **Didática da Resolução de Problemas**. S. Paulo: Ática, 2005.
- DAVIES, Philip J., HERSH, R. **A Experiência Matemática**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.
1. \_\_\_\_\_ **O Sonho de Descartes**. Rio de Janeiro: F. Alves, 1998.
  2. DELVIN, Keith. **O Gene da Matemática**. S. Paulo: Globo, 2005.
  3. EVES, Howard. **Introdução à História da Matemática**. Campinas: Editora Unicamp, 2004.
- FAZENDA, Ivani (org.): **Práticas Interdisciplinares na Escola**. São Paulo: Cortez, 1996.
- FERREIRA, M<sup>a</sup> Conceição F. R.. **Letramento no Brasil**. S. Paulo: Global, 2004.
- FERREIRA, Maria E. M. P. in FAZENDA, Ivani (org.). **Práticas Interdisciplinares na Escola**. São Paulo: Cortez, 1996.
- FETISSOV, A. **A Demonstração em Geometria**. Moscou: MIR, 1985.
- FRIGOTTO, Gaudêncio e CIAVATTA, Maria (org.). **Ensino Médio: Ciência, Cultura e Trabalho**. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília. MEC/SEMTEC. 2004.
- GALVES, Grécia. **Didática da Matemática**. P. Alegre: Artes Médicas, 1996.
- HUETE, J. C. Sánchez, BRAVO, J. A. **O Ensino de Matemática**. Porto Alegre: ARTMED, 2006.
- LERNER, Deélia (org) et all. **Didática da Matemática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- MACHADO, Nilson. Interdisciplinaridade e Matemática. In: **Proposições**. V. 4, N<sup>o</sup> 1. São Paulo. 1993.
- MAZULO, A. P. R., et all, **Construindo a Matemática – Ensino Médio**. Volumes I, II, III. Fortaleza. SEDUC. 2004.
- \_\_\_\_\_ **Funções: conceitos, propriedades e gráficos**. Fortaleza. SEDUC. 2005.
- \_\_\_\_\_ **Geometria: A Apreensão do Conhecimento Matemático**. Fortaleza. SEDUC. 2006.
- \_\_\_\_\_ **Geometria Analítica**. Fortaleza. SEDUC. 2006.



- \_\_\_\_\_. **Metodologia de Resolução de Problemas I**. Fortaleza. SEDUC. 2006.
- MITHEN, Steven. **A Pré-História da Mente**. São Paulo: UNESP, 2002.
- MLODINOW, Leonard. **A Janela de Euclides**. S. Paulo: Geração Editorial, 2004.
- PAIS, Luis C. **Didática da Matemática**. B. Horizonte: Autêntica, 2002.
- PANIZZA, Mabel. **Ensinar Matemática: Análise e Propostas**. Porto Alegre: ARTMED, 2006.
- BRASIL. PCN+ Ensino Médio **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL. PCNEM Ensino Médio. 4 volumes. Brasília. MEC/SEMTEC. 2002.
- POLYA, G. **A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático**. R. Janeiro: Interciência, 1995.
- SOLSO, Robert L. (org.). **Ciências da mente e do cérebro do século XXI**. Brasília: Universidade de Brasília, 2004.
- VIDAL, Eloísa M. et all. **O Currículo do Ensino Médio Cearense**. Fortaleza: SEDUC, 2005.

# *Disciplina: Física*



## CONHECIMENTOS DE FÍSICA E COMPREENSÃO DA NATUREZA

Pedro Reginaldo Bruno da Costa  
Jafaron Batista de Sousa



### Introdução

A Física é uma ciência que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, ao mesmo tempo em que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias.

Incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico, esse conhecimento tornou-se indispensável à formação da cidadania contemporânea. Espera-se que o ensino de Física contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que a cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional.

Ao propiciar esses conhecimentos, o aprendizado da Física promove a articulação de uma visão de mundo, da compreensão dinâmica do universo, mais ampla do que o entorno material imediato, capaz, portanto, de transcender os limites temporais e espaciais. Assim, ao lado de um caráter mais prático, a Física revela, também, uma dimensão filosófica, com uma beleza e importância que não devem ser subestimadas no processo educativo. Para que esses objetivos se transformem em linhas orientadoras para a organização do ensino de Física no Ensino Médio, é indispensável traduzi-los em termos de competências e habilidades, superando a prática tradicional.

O ensino de Física tem-se realizado, freqüentemente, mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos.

Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam, de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios re-

petitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. Apresenta o conhecimento como um produto acabado, fruto da genialidade de mentes como a de Galileu, Newton ou Einstein, contribuindo para que os alunos concluam que não resta mais nenhum problema significativo a resolver. Além disso, envolve uma lista de conteúdos demasiadamente extensa, que impede o aprofundamento necessário e a instauração de um diálogo construtivo.

Esse quadro não decorre unicamente do despreparo dos professores, nem de limitações impostas pelas condições escolares deficientes. Expressa, ao contrário, uma deformação estrutural, que veio sendo gradualmente introjetada pelos participantes do sistema escolar e que passou a ser tomada como coisa natural. Na medida em que se pretendia ou propedêutico ou técnico, em um passado não muito remoto, o Ensino Médio possuía outras finalidades e era coerente com as exigências de então. “Naquela época”, o ensino “funcionava bem”, porque era propedêutico. Privilegiava-se o “desenvolvimento do raciocínio” de forma isolada, adiando a compreensão mais profunda para outros níveis de ensino ou para um futuro inexistente (PCNEM, 1999, p. 229 - 230).

O aprendizado da Física deve permitir ao educando a compreensão da natureza e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar. Deve permitir, ainda, a compreensão de que os modelos na ciência servem para explicar tanto aquilo que é possível observar diretamente, como também aquilo que só se pode inferir; que tais modelos são produtos da mente humana e não da própria natureza, são construções mentais que procuram sempre manter a realidade observada como critério de legitimação.

É preciso discutir qual Física ensinar para possibilitar uma melhor compreensão do mundo e uma formação para a cidadania mais adequada. Para tanto, não existem soluções simples ou únicas, nem receitas prontas que garantam o sucesso. Essa é a questão a ser enfrentada pelos educadores em cada escola e realidade social, procurando corresponder aos desejos e esperanças de todos os participantes do processo educativo, reunidos através de uma proposta pedagógica clara. É sempre possível, no entanto, sinalizar aspectos que conduzem o desenvolvimento do ensino na direção desejada. (PCNEM, 1999, p. 230).

De acordo com a UNESCO, os eixos da aprendizagem são: **aprender a conhecer**, **aprender a fazer**, **aprender a conviver** e **aprender a ser**. Não é necessário uma análise profunda sobre cada um desses eixos para perceber que o mundo de hoje exige um cidadão consciente de que, a cada dia, está adquirindo ou aprofundando conhecimen-

tos; um cidadão permanentemente estimulado a desenvolver novas inteligências, novas habilidades; um cidadão autônomo e capaz de posicionar-se diante do impacto do inesperado em seu cotidiano (SEMTEC, 2001).

Nessa perspectiva, um ensino de Física de qualidade é aquele que faz a integração horizontal e vertical de conteúdos significativos dos seus diversos componentes curriculares, transformando a escola num ambiente vivo de aprendizagem, por meio de uma abordagem prática, vinculada a trabalhos que irão preparar cidadãos para entender situações novas e para adquirir novos conhecimentos (aprender a aprender), que é, justamente, a capacidade de adaptação a novas situações numa sociedade em constante mudança. Atende assim aos princípios básicos da interdisciplinaridade, entendida como diálogo constante no interior de cada área de conhecimento e entre as áreas de conhecimento e a contextualização, concebida como a vinculação do conteúdo à dimensão social, buscando aproximar o aluno da sua cultura.

Esta oportunidade de escolha é muito importante já que os conhecimentos e informações e a velocidade com que as novas tecnologias de comunicação chegam à escola se transformam em um enorme desafio para o sistema educativo. A educação tem passado por processos inovadores e diferentes países têm promovido reformas em seus sistemas educacionais (SEMTEC, 2001).

O ensino de Física permite desenvolver nos alunos competências, que significam a capacidade de articular diversos recursos cognitivos em situações específicas e habilidades, que preparem o aluno para argumentar, agir, tomar iniciativas, criticar; enfim, ser um agente transformador da sociedade. Essas habilidades e competências caracterizam-se como atributos intelectuais e cognitivos apreendidos a partir da ação educativa e que tornam o cidadão apto a agir de modo eficiente em qualquer situação de sua vida.

Por fim, a qualidade do ensino de Física pressupõe, também, uma nova forma de avaliar que possibilite uma prática pedagógica de inclusão, respeitando as diferenças, os interesses, as capacidades e as aptidões, cabendo à escola proporcionar oportunidades de ensino e de aprendizagem que permitam seu pleno desenvolvimento.

Uma matriz curricular de Física deve mostrar-se mais equilibrada quanto aos aspectos formativos e informativos, apresentando melhor distribuição dos conteúdos ao longo das três séries do Ensino Médio, minimizando ou eliminando problemas relacionados aos alunos recém-saídos do Ensino Fundamental. Esta matriz deverá permitir a realização de atividades diversificadas que contribuam para a formação do aluno em termos de novos hábitos e atitudes saudáveis para sua vida. Também deverá ser possível realizar a integração com as demais disciplinas do Ensino Médio, sobretudo as ciências naturais, o que constitui uma tendência no ensino atual.

O currículo atual de Física, por outro lado, apresenta-se demasiadamente ligado às exigências do vestibular. Alguns conteúdos que poderiam ser minimizados ou até mesmo eliminados não o foram devido aos condicionantes deste exame. Faz-se necessário desenvolver iniciativas especificamente educacionais que possam dobrar essa grande força normativa relacionada ao conteúdo, de modo a privilegiar ações de conteúdos variados e contextuais que levem à formação ampla e irrestrita do educando para o seu dia-a-dia.

Atualmente, vários estudos sobre o currículo dessa disciplina têm sido objeto de investigação no campo da pesquisa educacional. O que se considera importante é construir um percurso teórico-prático, aprofundando e/ou ampliando aspectos que são essenciais e importantes para o ensino da Física, como por exemplo, aqueles relacionados à pesquisa e ao ensino, apropriação/produção do conhecimento científico e articulações entre teoria e prática, almejando um conjunto de propostas que se possam vincular à realidade escolar, contando com a possibilidade de transformá-la.



### Os PCNEM e as competências do professor de Física

A proposta curricular para o Ensino Médio ainda está aberta, no entanto, inclui a compreensão de toda a educação básica como um percurso sem ruptura, onde os valores, atitudes e competências possam ser continuamente promovidos, respeitando as especificidades de cada etapa e consolidando-os em níveis progressivos de profundidade e autonomia.

No final de 2002, foram publicados os PCN<sup>+</sup> Ensino Médio dirigidos aos professores, buscando aprofundar, através de exemplos e estratégias de trabalho, a proposta inicial que foi apresentada nos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM, 1998). Foi o resultado de um trabalho da área de Ciências e Matemática, buscando investigar e explicar os vínculos e semelhanças entre os processos de ensino e aprendizagem a serem desenvolvidos em todas as disciplinas da área (Física, Química, Biologia e Matemática).

Os PCN<sup>+</sup> da área de Ciências e Matemática tratam da organização do trabalho escolar, discutindo as competências em Física e de como elas se articulam com os diferentes conteúdos, de forma a estruturar os conhecimentos e os objetivos formativos. Aponta, ainda, algumas sugestões de estratégias para o trabalho cotidiano. Mas não pretende trazer soluções, pois essas devem, necessariamente, ser construídas a partir da realidade escolar.

Segundo a base legal, a principal meta para o Ensino Médio brasileiro é preparar o educando para o trabalho e o pleno exercício da cidadania, capacitando-o para a aprendizagem continuada, de

modo a melhor adaptá-lo às rápidas transformações do mundo contemporâneo que torna o conhecimento obsoleto em pouco tempo, o que exige um constante aprendizado, uma constante construção e reconstrução de conhecimentos (LDB, 1996, p.7; DCNEM, 2004, p. 133; PCN, 2002).

Estudos confirmam que a habilidade mais importante na determinação do padrão de vida de uma pessoa é a capacidade de aprender novas habilidades, de assimilar novos conceitos, de avaliar novas situações, de lidar com o inesperado, sendo a habilidade de aprender uma habilidade competitiva, ou seja, a aprendizagem continuada passa a ser o diferencial na seleção e permanência de jovens no mercado de trabalho.

Para atender o que preconiza os documentos legais, o educador deverá preparar o educando para compreender e atuar criticamente junto a questões de ordem ética, social e econômica. Para tanto, será necessário uma “formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento das capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (PCN, 2002, p. 16).

A Física tem uma maneira própria de lidar com o mundo, que se expressa não só através da forma como representa, descreve e escreve o real, mas sobretudo na busca de regularidades, na conceituação e quantificação das grandezas, na investigação dos fenômenos, no tipo de síntese que promove. Aprender essa maneira de lidar com o mundo envolve competências e habilidades específicas relacionadas à compreensão e investigação em Física.

Uma parte significativa dessa forma de proceder traduz-se em habilidades relacionadas à **investigação**. Como ponto de partida, trata-se de identificar questões e problemas a serem resolvidos, estimular a observação, classificação e organização dos fatos e fenômenos à nossa volta segundo os aspectos físicos e funcionais relevantes. Isso inclui, por exemplo, identificar diferentes imagens óticas, desde fotografias a imagens de vídeos, classificando-as segundo as formas de produzi-las; reconhecer diferentes aparelhos elétricos e classificá-los segundo sua função; identificar movimentos presentes na dia-a-dia segundo suas características, diferentes materiais segundo suas propriedades térmicas, elétricas, óticas ou mecânicas.

Mais adiante, classificar diferentes formas de energia presentes no uso cotidiano, como em aquecedores, meios de transporte, refrigeradores, televisores, eletrodomésticos, observando suas transformações, buscando regularidades nos processos envolvidos nessas transformações.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais procuram preencher uma lacuna na educação brasileira, fornecendo um conjunto de orientações teóricas e metodológicas acerca do processo ensino-aprendizagem para o Ensino Médio, incorporando as contribuições mais recentes do campo da Pedagogia e da Psicologia e os avanços do conhecimento nas disciplinas específicas, atento às relações indispensáveis entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS).

No entanto, é preciso estar atento para que os PCNEM não sejam confundidos com diretrizes a serem seguidas de forma incondicional, fato que, muitas vezes, acontece com o livro didático. Pelo seu tamanho e pela quantidade de assuntos abordados, muitas vezes de forma extremamente técnica, alguns professores consideram os PCNEM cansativos, mas relatam, também, que eles são um ponto de referência seguro e contextualizado.

No caso específico do ensino de Física, o texto dos PCNEM tenta apresentar sugestões para uma abordagem que relacione teoria e prática. Ela seria fruto de uma educação tecnológica básica, na qual o educando poderia demonstrar domínio dos princípios científicos e tecnológicos da Física que presidem a produção moderna.

A Física no Ensino Médio ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCNEM, uma vez que sua abordagem prioriza uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, capaz de compreender, intervir e participar da realidade. Neste sentido, mesmo jovens que, após a conclusão do Ensino Médio, não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem.

A Física, como defendem os PCNEM, deve proporcionar, ao aluno, a compreensão da ciência, procurando sempre partir da sua realidade, induzindo-o a construir conceitos científicos sobre o que o cerca, como também estar sempre atento às novas mudanças e descobertas.

As relações estabelecidas entre professor-aluno e aluno-aluno são determinantes da efetivação do processo ensino-aprendizagem, e para isto, há necessidade de uma leitura crítica dos PCNEM afim de que as aulas de Física sejam mais motivadoras, interessantes, produtivas, resultem em verdadeira aprendizagem e atinjam os seus propósitos.



### **A diversidade de formas e espaços no ensino da Física**

O ensino da Física tem sido sempre uma grande preocupação dos educadores. Há muito tempo este assunto vem sendo discutido em encontros nacionais e internacionais, e uma das questões mais preocupantes é como unir o conhecimento científico da Física ao cotidiano.

Nas salas de aulas brasileiras, as aulas ainda são, na maioria das vezes, expositivas, com o uso de metodologias e técnicas pedagógicas cansativas e desinteressantes. É preciso superar a abordagem meramente expositiva e partir para novas propostas que valorizem o diálogo, o exercício da criatividade e do trabalho coletivo de elaboração do conhecimento. Pode-se, por exemplo, explorar situações didáticas em que se forneçam informações preparatórias para um debate, jogo ou



outra atividade em classe, análise e interpretação dos dados coletados nos estudos do meio e laboratório.

A adoção de aulas expositivas, no entanto, não precisa ser completamente abandonada, e para que o trabalho em sala de aula seja mais produtivo, alguns procedimentos devem ser seguidos, entre eles:

- A utilização de letras bem legíveis e algumas vezes destacadas com tamanhos e cores diferentes.
- Uma organização seqüencial da aula, bem estruturada.
- É preciso que a conduta de apresentação da aula utilizada pelo professor tenha forma dinâmica e descontraída, recheada de posicionamentos científicos aplicáveis ao cotidiano dos alunos.
- Ter vários momentos de curiosidades que servirão como elo atrativo entre o conteúdo que precisa ser ministrado e o interesse do aluno.

Determinados aspectos de uma aula, seja ela expositiva ou não, exigem imagens, de preferência, imagens dinâmicas; outros necessitam de cálculos, de tabelas ou de gráficos; outros podem demandar expressões analíticas, sendo sempre vantajosa a redundância de meios para garantir confiabilidade de registro e/ou reforço no aprendizado.

Outra estratégia possível de usar é iniciar o estudo sempre pelos aspectos qualitativos e só então introduzir tratamento quantitativo. Os alunos, a partir do entendimento do assunto, poderão construir suas próprias maneiras de compreensão. O trabalho em grupo ajuda a quebrar a monotonia de uma aula totalmente expositiva.

No ensino de Física, quando os alunos trabalham em grupo, tomando como ponto de partida perguntas cujas respostas têm a ver com problemas do seu cotidiano, a aprendizagem resultante é positiva. Para Piaget, o trabalho em equipe, como estratégia, é decisivo no desenvolvimento intelectual do aluno, funcionando os demais membros do grupo como uma forma de controle lógico do pensamento individual.

O trabalho de pesquisa em Física realizado por professores e alunos, serve para responder a questionamentos diários dos alunos, dos pais e dos meios sociais os quais estão envolvidos, promove o desenvolvimento da inteligência emocional e contribui, sensivelmente, para melhorar a educação científica em sala de aula, aproximando o aluno da natureza e das questões do seu cotidiano.

É preciso associar os conteúdos necessários à aprendizagem da Física às questões relacionadas à vida, de modo que o aluno, tanto agora como no futuro, possa exercer, de maneira convincente, a sua cidadania e seja capaz de decidir, com autonomia, seu destino. Desta maneira, eles serão construtores, não só da sua própria vida, mas também de uma nova humanidade que valorize uma melhor qualidade de vida para as comunidades do futuro, com maior autonomia e consciência de vida.



### Produzindo Exercícios e Avaliações

Quando se discute o tema avaliação deve-se lembrar que este assunto sempre foi considerado de fundamental importância para a escola. A maneira de acesso às principais universidades do país, o vestibular, ilustra bem o quanto este mecanismo de avaliação influencia (nem sempre de forma positiva) a vida daqueles que o fazem. Este exame atinge proporções normativas e, muitas vezes, chega a ter mais poderes do que os próprios programas oficiais, do que os livros didáticos, do que propostas curriculares e, inclusive, os parâmetros curriculares.

Vale lembrar que o vestibular, apesar da grande influência que produz nos ensinos fundamental e médio, é uma importante fonte de dados sobre a população escolar, cumprindo, desta maneira, a maior função da avaliação que é a de informar à sociedade, às escolas, aos alunos, aos professores e aos pais sobre o aprendizado dos estudantes, sobre como está a eficiência das escolas em função das políticas públicas e das relações contextuais entre os estabelecimentos de ensino e a comunidade nas quais estão inseridas.

Nesta perspectiva de trabalho, a avaliação passa a ter como objetivo fundamental fornecer informações sobre o processo de ensino-aprendizagem como um todo, informações não apenas do aluno sobre seu desempenho em Física, mas também do professor sobre sua metodologia em sala de aula. Desse modo, a avaliação deve subsidiar o trabalho pedagógico, redirecionando o processo de ensino-aprendizagem.

Quando os resultados da avaliação forem insatisfatórios, cabe ao professor buscar as causas desse fracasso, corrigindo falhas e distorções observadas ao longo do processo. A avaliação deve ser essencialmente formativa, contínua e processual, vista como um instrumento dinâmico de acompanhamento pedagógico do aluno e do trabalho do professor.

Diante disso, não é recomendado avaliar o aluno por uma simples prova escrita, limitando seus meios e estratégias de demonstrar o conhecimento. Na proposta em que o aluno é freqüentemente solicitado a participar e criar, uma prova não é suficiente para sintetizar tudo o que ele viveu, pensou e aprendeu. É necessário repensar os instrumentos de avaliação – bem como definir seus objetivos –, que devem envolver, o mais amplamente possível, todo o trabalho realizado. Neste sentido, tanto o desempenho cognitivo como as atitudes dos alunos serão avaliadas.

O processo de avaliação do aluno pode ser descrito a partir da observação continuada de sala de aula, da produção de trabalhos individuais ou em grupos, da elaboração de relatórios de atividades

e experiências vivenciadas em classe ou laboratório, ou mesmo de provas e testes que sintetizem um determinado assunto. A observação permite ao professor obter informações tanto sobre as habilidades cognitivas como também acerca dos procedimentos utilizados pelos alunos para resolver diferentes situações-problema e suas atitudes em relação ao conhecimento.

A partir dos resultados das provas ou testes escritos, o professor poderá identificar os progressos e as dificuldades dos alunos, utilizando essas informações para recuperar ou avançar o processo de ensino-aprendizagem. Em nenhum momento esses instrumentos devem ser utilizados como promoção ou punição dos alunos. Questões de múltipla escolha nem sempre são adequadas para medir o que se pretende dos alunos nas aulas de Física. Além disso, a capacidade de resolver problemas e de demonstrar a compreensão conceitual e formação que se deseja desenvolver nos educandos, exige a busca de outras formas de verificar o aprendizado.

Mas o conhecimento pode ser expandido por meio da cooperação entre os diversos envolvidos no processo ensino-aprendizagem. Neste contexto, a responsabilidade do professor não se refere à transmissão de conhecimentos, mas ao compartilhamento de recursos que os estudantes necessitam para a solução do problema, e que requer dele, conhecimentos específicos. Podem ser problemas que representem descrições de fenômenos ou eventos que são observados, cotidianamente, na realidade dos alunos e que precisam ser analisados e resolvidos usando conhecimentos adquiridos previamente, sem haver a necessidade de consulta aos livros didáticos.

Diante destes resultados, é muito comum insistir em afirmar que o professor deve ser um investigador dentro da sala de aula, entretanto, é necessário entender a verdade que está por trás desta afirmação. Ser um investigador significa dizer que o professor tem que se preocupar quantos, quais e como são os alunos que ele tem pela frente, quais são os seus interesses, quais são os conhecimentos que já possuem e como será possível adquirirem novos conhecimentos.

O professor poderá obter estas informações através de trabalhos que serão realizados com seus alunos, em conversas em grupo ou em particular, que serão desenvolvidas durante a convivência com os alunos. Importante, também, é estar atendo às contestações e perguntas que serão trocadas, constantemente, entre o professor e os alunos. Desta maneira, será possível constatar se os alunos estão, ou não, se inteirando sobre o assunto trabalhado e, também, se é possível permanecer no ritmo de aula que havia planejado ou se será necessário modificá-lo de maneira a obter melhores resultados.

O ensino de Física, na atualidade, lida com uma questão problemática e que vem sendo objeto de grandes discussões: é necessário ensinar conhecimentos em Física ou se deve desenvolver as habilidades de Física? O argumento para o trabalho com habilidades é que a ciência evolui muito rápido e que, desse modo, os conhecimentos

em Física, ou em qualquer outra ciência, logo estão ultrapassados. Há que se considerar, no entanto, que as bases científicas encontram-se num conjunto de teorias que, embora tenham um caráter dinâmico e paradigmático, não mudam tão rapidamente. A física newtoniana, a microbiologia de Louis Pasteur, a teoria das placas tectônicas, etc. explicam a natureza e o mundo em que vivemos há mais de um século. O que evolui com grande velocidade são as aplicações tecnológicas, estas sim, apresentam uma dinâmica que supera em muito a do conhecimento científico.

No processo de avaliação, alguns princípios devem ser seguidos de forma clara, entre eles:

- O direito do aluno de saber o que cada professor espera dele e que critérios serão adotados para avaliá-lo.
- A avaliação escolar implica em julgamento de valor, o que requer a análise do resultado de vários e diferentes instrumentos de avaliação.
- Os objetivos do ensino e avaliação do desempenho escolar formam uma parceria inseparável.
- A avaliação do desempenho escolar tem função diagnóstica, de controle e classificatória, nunca de punição.

A motivação para o conhecimento em sala de aula tem a ver com o trabalho, com o conhecimento (assunto e forma), com a organização da coletividade e com o relacionamento interpessoal. É importante que o aluno perceba que os conhecimentos não surgiram prontos e acabados. Resgatar a história do conhecimento ajuda a ressignificá-lo, na medida em que se entende em que contexto surgiu e que tipo de problema vai resolver.

É de grande importância ensinar ao aluno a **aprender a aprender** e ajudá-lo a compreender que, o aprender não leva em consideração apenas o conteúdo, objeto da aprendizagem, mas como ele se organiza e atua para aprender. Nesse quadro de transformações, o jovem adquire a habilidade de aprender que passa a ser tão ou mais importante que o conhecimento apreendido.



### Lendo, Acessando, Ouvindo e Assistindo

Como todo profissional, o professor deve zelar pela sua atualização e aprimoramento. Além de seu esforço pessoal no estudo e na preparação de suas aulas, a melhor forma para se atualizar e aprimorar-se é lendo e participando de cursos promovidos por órgãos públicos ou privados ligados a sua área de atuação.

Além disso, o professor precisa saber onde e como pesquisar, para ter à sua disposição dicas de livros, revistas, filmes, softwares e *sites* sobre o conteúdo que leciona, além das metodologias de ensino que possam orientar e facilitar o seu trabalho na disciplina.

As tecnologias da informação, desde a televisão até os mais sofisticados computadores de última geração e todas as suas combinações, abrem oportunidades sem precedentes para a melhoria da qualidade do ambiente de ensino e aprendizagem, tendo em vista que, muitas vezes, tais formas de aprendizagem são rápidas, bastante atrativas e gratificantes.

O professor deve ter cuidado quanto à escolha das tecnologias a serem utilizadas em sala de aula, pois o que possibilita inovação nas metodologias educacionais não são somente o uso dos recursos tecnológicos disponíveis e sim como esses recursos serão utilizados tanto por parte dos alunos, quanto do professor. Com o uso correto da tecnologia, o professor deixa de ser o repassador de conhecimento, transferindo esta função para o computador, a televisão, o rádio e assume o papel de orientador no processo de aprendizagem dos alunos que passam a ser pesquisadores, questionadores, críticos e senhores do seu conhecimento.

É recomendável que os alunos, após utilizarem qualquer ambiente virtual, sejam estimulados a produzir textos explicativos ou descritivos de como a experiência ou o fenômeno observado ocorreu para que eles entendam e aprendam com mais segurança os conhecimentos fundamentais de Física, de Química ou de Biologia.

## Lendo

Abaixo seguem sugestões e uma lista de periódicos, *sites* e *softwares* relacionados à Física que poderão auxiliar o trabalho do professor.

ATV Escola tem criado programas especiais dirigidos ao professor de Ensino Médio, com uma hora de duração e reprisados duas vezes ao dia. Veja lista de alguns filmes disponíveis no acervo:

**Cor:** Duração: 11 min 6 seg. Da série Estação Científica. Realização Ema Vídeo. Brasil, 1992. Com explicação sobre a fabricação das tintas e o fenômeno físico que produz as cores.

**Como funciona o telescópio:** Duração: 12 min 34 seg. Da série A Enciclopédia Eletrônica. Realização Near S/A. Espanha. Os telescópios modernos, suas funções e os diferentes tipos existentes.

**Conversão da matéria em energia:** Duração: 9 min 44 seg. Realização Coronet. EUA, 1978. Conceito de Física, como os princípios de energia, da fissão e da fusão nucleares e a conhecida fórmula de Einstein:  $E = mc^2$ .

**Energia:** Duração: 24min 53seg. Da série Show de Ciência. Realização: CSM Productions. Canadá, 1994. O aproveitamento das formas de energia presentes na natureza. Tipos de energia utilizada em larga escala, como a solar e a elétrica, e outras técnicas experimentais de obtenção de energia.

Além dos recursos citados, existem vários outros títulos de grande importância para o professor de Física.

**Debate:** é uma técnica bastante interessante, que pode ampliar o universo do aluno, que estimula o desenvolvimento da capacidade de síntese e argumento. É um ótimo momento para se trabalhar as questões relativas a atitudes e valores.

**Livros de apoio didático:** outro recurso muito útil no cotidiano do professor. Seguem alguns títulos recomendados.

**Energia nossa de cada dia.** Valdir Montenari. Ed. Moderna. O que é energia. Energia nos movimentos. Formas de energias, etc.

**Os movimentos – Pequena abordagem sobre mecânica.** Nicolau Gilberto Ferraro. Ed. Moderna. Os movimentos dos corpos. Os movimentos da Terra. As leis que explicam os movimentos, etc.

**O mundo das cores.** Paulo Toledo Soares. Ed. Moderna. A importância da luz e da visão. O colorido do mundo. As cores dos objetos, etc.

**Nas ondas da luz.** Valdir Montenari e Paulo Cunha. Ed. Moderna. Como percebemos a luz. Natureza da luz. Ondulatória da luz. Emissão de luz. Fenômenos ópticos.

**Nas ondas do som.** Valdir Montenari e Paulo Cunha. Ed. Moderna. O som e os ouvidos. Pelos caminhos do som. Ondulatória do som.

**Estrelas e Galáxias.** Chris Oxlade. Ed. Moderna. Surgimento do Universo. Estudo do cosmo na visão de Copérnico, Ptolomeu e Galileu. Vida das estrelas. Constelações, galáxias, planetas, asteróides, meteoros e cometas.

**Água – Origem, uso e preservação.** Samuel Murgel Branco. Ed. Moderna. A água na natureza. O que é a água. O ciclo das águas. Os ambientes aquáticos. Qualidade da água. Degradação da qualidade: poluição e contaminação. Restituição da qualidade da água. Conservação da água e de sua qualidade.

**A ciência através dos tempos.** Attico Chassot. Ed. Moderna. A história da construção do conhecimento científico: gregos, a ciência romana, árabes, Idade Média, Renascimento e ciência moderna.

**Energia.** Robert Snedden. Ed. Moderna. A busca da compreensão sobre a energia. As teorias dos antigos pensadores gregos. Energia viva, segundo cientistas do século XX. Como a luz produz sombras, reflexos, arco-íris e outros efeitos. A eletricidade, a luz e o magnetismo. O questionamento da idéia de que o calor é um tipo de líquido. A máquina a vapor: a teoria quântica da energia.

**Espaço.** Robert Snedden. Ed. Moderna. Estudo da Astronomia. As esferas celestes. Séculos XVI e XVII: os questionamentos sobre as idéias existentes do Universo. A força universal. Isaac Newton. O universo é infinito? Século XX: os astrônomos conseguem uma maneira de medir as vastas distâncias estelares. Buracos negros.

**Tempo.** Robert Snedden. Ed. Moderna. O que é tempo? Tempo sideral. Tempo absoluto. Tempo relativo. Tempo e espaço.

**Luz, Cores... Ação – A ótica e suas aplicações tecnológicas.** Ricardo J. Horowicz. Ed. Moderna. Ondas mecânicas e eletromagnéticas. Separação e misturas de cores. Fontes naturais de luz. Lâmpadas, espelhos

e lentes. Microscópios e telescópios. O laser: fotografias e hologramas. Rádio, televisão e filmadoras. O olho humano. A luz na atmosfera.

**Eletricidade – História e aplicações.** Nicolau Gilberto Ferraro. Ed. Moderna. Evolução histórica de eletricidade. Eletrização por atrito. Eletricidade na atmosfera. Pilhas elétricas. Lâmpadas elétricas. Energia elétrica. Implantação das usinas elétricas.

**O universo – Teorias sobre sua origem e evolução.** Roberto de Andrade Martins. Ed. Moderna. A origem do universo na mitologia e na religião. O mito filosófico na Grécia e na Índia. O pensamento filosófico e a origem do universo. A reinterpretação filosófica dos mitos. O pensamento científico e a origem do mundo. Kant e Laplace: a formação do Sistema Solar. As concepções sobre o infinito: o tempo e o espaço. As fontes de energia do Universo. A teoria da Relatividade e a cosmologia moderna. A criação da matéria e o Big-Bang. Estudos e dúvidas mais recentes.

**Sol e energia no terceiro milênio.** Ronald Rogério de Freitas Mourão. Ed. Scipione. A importância da energia solar para a humanidade. Uma estrela chamada Sol. Radiação solar. Influência do Sol sobre a Terra. Formas de aproveitamento da energia solar. A energia solar através dos tempos. Energia do terceiro milênio.

**A termodinâmica e a invenção das máquinas térmicas.** Sérgio Quadros. Ed. Moderna. As primeiras máquinas térmicas. A máquina de Watt. Entendendo o calor. Mayer, Joule e a máquina de Carnot. A entropia de Clausius e a flecha do tempo.

**Breve história da medida do tempo.** Marcos Chiquetto. Ed. Scipione. O tempo para os antigos e para nós. O calendário. O relógio.

**Guia prático para cursos de laboratório:** do material à elaboração de relatórios. Maria Helena Soares de Souza e Walter Spinelli. Ed. Moderna. Sobre a função do laboratório: experimentação. O laboratório. Organizado o trabalho. Análise de dados e ver a ciência pela sua história.

### Periódicos Recomendados

1. Revista de Ensino de Física (Sociedade Brasileira de Física - SBF).
2. Caderno Brasileiro de Ensino de Física (Universidade Federal de Santa Catarina).
3. Revista Ciências & Educação - Programa de Pós-graduação em Educação para Ciências (UNESP).
4. Revista Ensaio - CECIMIC - Faculdade de Educação - UFMC.

### Acessando

Biblioteca virtual - USP. <http://www.bibvirt.futuro.usp.br>

Midioteca - USP. <http://www.midioteca.futuro.usp.br>

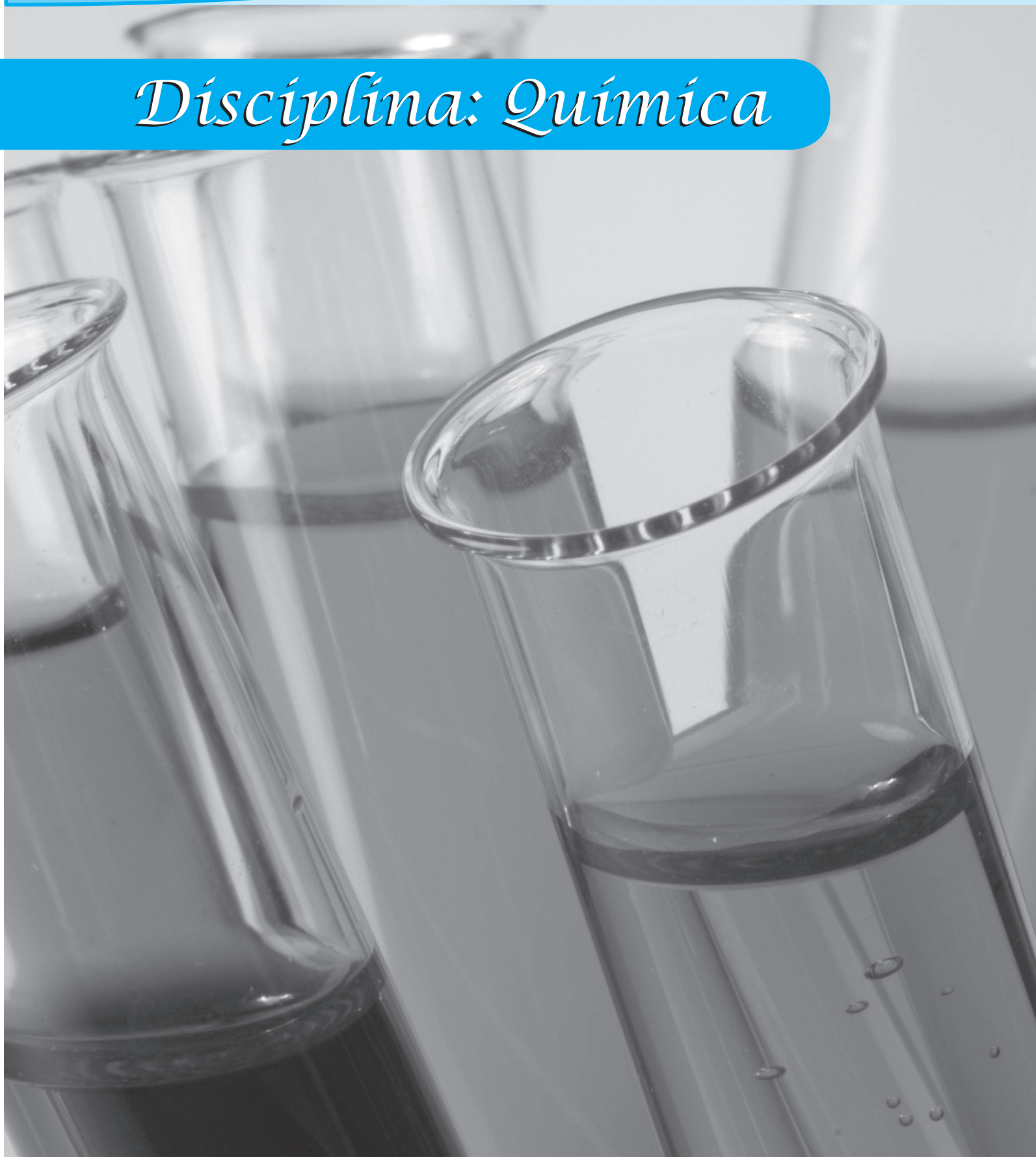
Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. <http://www.cpf.br>  
Instituto de Física da Universidade de São Paulo. <http://www.if.usp.br>  
Universidade de Brasília - UNB. <http://www.unb.com.br>  
Experimentoteca - UNB. <http://tritium.fis.unb.br/gefis/exper/prolego>  
Universidade Federal de Santa Catarina. <http://www.fsc.ufsc.br>  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://www.if.ufrgs.br>  
Professora Marisa. <http://mesonpi.cat.cbpf.br/marisa>  
Professor Paulo Sen Lee. <http://www.adorofisica.com.br>  
Universidade Estadual de Paulista (UNESP). <http://www.fc.unesp.br/experimentosdefisica>  
Universidade Federal do Ceará. <http://www.fisica.ufc.br>  
Universidade de São Paulo. <http://www.if.usp.br/fisico>  
Setor de Astronomia do Centro de Divulgação da USP. <http://www.cdcc.sc.usp.br/cda>  
Página da NASA (Agência Espacial Americana) para pesquisa de estudantes do Ensino Médio (em inglês). <http://www.nasa.gov/audience/forstudents/postsecondary/features/index.html>  
Associação de Professores de Física que promovem a Olimpíada Paulista de Física. <http://www.aprofi.org>  
Estação de Ciência, da USP, sobre as exposições em andamento, cursos e oficinas. [http://www.eciencia.usp.br/site\\_2003/default.html](http://www.eciencia.usp.br/site_2003/default.html)  
Fundação Universitária para o Vestibular (Fuvest), que organiza o vestibular para a Universidade de São Paulo. <http://www.fuvest.br>  
Programas de Astronomia para estudantes e professores. <http://www.tvcultura.com.br/aloescola/ciencias/olhandoparaoceu/index.htm>  
Biblioteca Virtual do Estudante Brasileiro. <http://www.bibvirt.futuro.usp.br/principal.html>  
Aborda experimentos físicos de forma lúdica e interessante. <http://www.geocities.com/collegetpark/bookstore/2334/indice.html>  
Resumos, experimentos, questões de vestibular e artigos de Física. <http://fisicanet.terra.com.br>  
Textos, resumos e muitos experimentos de Física para os ensinos médio e fundamental. <http://www.feiradeciencias.com.br>  
Curiosidades, questões de vestibular e projetos. <http://www.adorofisica.com.br>  
Curiosidades, experimentos, biografias de físicos famosos e apostilas. <http://geocities.yahoo.com.br/saladefisica>  
Simulações traduzidas de experimentos de Física (applets java). <http://www.walter-fendt.de/ph14br>



## Referências

- BLACKWOOD, OSWALD H., RERON, WILMER B. E KELLY, WILLIAM C. *Física na escola secundária*. Fundo de Cultura. 1969.
- BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica - SEMTEC/ MEC. Brasília. 2001.
- \_\_\_\_\_, *Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio*. MEC. Brasília. 2004.
- \_\_\_\_\_, *Lei de Diretrizes e Bases da Educação*. MEC. Brasília. 1996.
- \_\_\_\_\_, *PCN+ Secretaria de Educação Média e Tecnológica - SEMTEC/MEC*. Brasília. 2002.
- \_\_\_\_\_. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. MEC. Brasília. 2002.
- \_\_\_\_\_, *PCNEM Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio*. SEMTEC/MEC. Brasília. 1999.
- EINSTEIN, A e INFELD, J. *A evolução da física*. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.
- GOLDEMBERG, J. *Física Geral e experimental*. São Paulo: Nacional, 1970.
- PSCC (Physical Science Study Committe), *Física*. São Paulo: Edart, 1972.
- GREEF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). São Paulo: EDUSP, 1991.
- SANT'ANA, BLAIDI R. G. e MARTINI, MARIA G. A. *Assessoria pedagógica*. Coleção novos tempos - Física - Volume Único. Ensino Médio. São Paulo: Scipione, 2000.

# *Disciplina: Química*



## QUÍMICA, EDUCAÇÃO E SOCIEDADE: COMPROMISSO INADIÁVEL

Helena Silva Almeida



### Introdução

O ensino tradicional afirma que “para ensinar basta saber um pouco do conteúdo específico e utilizar algumas técnicas pedagógicas, já que a função do ensino é transmitir conhecimentos que deverão ser retidos pelos alunos” (Schnetzler e Aragão, 1995, p. 27). No processo de ensino-aprendizagem, o que se constata é que a prática pedagógica docente evidencia as concepções de ensino, de aprendizagem e de conhecimento, assim como, as crenças, os sentimentos, os compromissos políticos e sociais do professor (Schnetzler e Aragão, 1995).

Os professores que seguem o modelo de ensino tradicional encontram dificuldades para lidarem com as mudanças educacionais e encaram com resistência a necessidade de repensar o processo de ensino. A perspectiva de um ensino pautado numa visão construtivista se contrapõe ao modelo de ensino centrado na transmissão de conhecimentos prontos e acabados e cria possibilidades para que a aquisição do conhecimento se dê pela produção, construção e reconstrução (Schnetzler e Aragão, 1995; Freire, 2005). Portanto, “ensinar de forma construtivista subentende a aprendizagem como um processo autônomo de auto-regulação do próprio sujeito, conduzindo a saber fazer e saber explicar, ou vice-versa” (Canavarro, 1999, p. 95).

A proposta curricular para o ensino de Química, segundo a Lei N<sup>o</sup> 9.394/96 (LDB) confere nova identidade ao Ensino Médio e propicia ao educando um aprendizado útil à vida e ao trabalho. O artigo 22 afirma que “a educação básica tem por finalidade desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos futuros” (LDB, 1996, p. 7). Nesta perspectiva, o currículo deve contemplar conteúdos e estratégias de aprendizagem que tornem o ser humano capaz de realizar atividades nos três domínios da ação humana: a vida em sociedade, a atividade produtiva e a experiência subjetiva (PCN, 2002). Nesse sentido é importante compreender que a aprendizagem mobiliza afetos, emoções e relações com seus pares, além das cognições e habilidades intelectuais (PCNEM, 2004).

Seguindo os preceitos legais, o ensino de Química busca seguir a concepção construtivista de ciência e acompanhar o seu desenvolvimento para tornar mais fácil a compreensão da vida contemporânea e a influência da ciência química na transformação e geração de novos materiais utilizados pelo homem em seu cotidiano.

A sociedade do século XXI incorpora conhecimentos do campo da Química em diferentes setores, tais como: alimentício, farmacêutico, têxtil, cosméticos, combustível, perfumaria, construção civil, etc., e cada vez mais a sobrevivência do ser humano pressupõe o domínio de conhecimentos químicos que possibilitem a utilização competente e responsável desses materiais, reconhecendo as implicações sociopolíticas, econômicas e ambientais do seu uso (OCNEM, 2004).

Nessa perspectiva o ensino de Química deve contemplar o contexto no qual o aluno está inserido, utilizando-se de fatos do seu cotidiano e da mídia, objetivando a compreensão por parte do educando de fatos que ocorrem no mundo e ao seu redor, numa constante construção e reconstrução do conhecimento, através de uma maior interação entre aluno, professor, meio ambiente e sociedade.

É por meio de intervenções sistematizadas e adequadamente dirigidas que a Química pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida na alimentação, no vestuário, na saúde, na moradia, nos transportes, etc., sendo impossível dissociá-la do cotidiano das pessoas. O estudo de conteúdos químicos proporciona ao educando uma leitura diferente do mundo, contribuindo para que os indivíduos integrem-se à sociedade de forma mais ativa e consciente, com uma visão mais ampla do mundo e de suas transformações.

As tentativas de solucionar o problema do aprendizado em Química têm como ponto de partida a relação Química e cotidiano. Lopes (1998) remete a isto quando fala que a correlação entre ciência e vida cotidiana há muito tempo vem sendo apontada como uma das formas de melhorar os processos de ensino-aprendizagem em ciência.

Na reforma Francisco Campos (1931) nos anos 1930, já se observava o interesse nas questões referentes às orientações metodológicas para o ensino de ciências, ao afirmar que este deve ser coordenado "pelo interesse imediato de utilização, com os domínios afins das ciências Físicas e Naturais e com as aplicações da vida cotidiana" (p. 70).

Na exposição de motivos da Lei Orgânica do Ensino Secundário (1942), há menção ao preceito deweyano de "reconstrução da experiência" e é feita a defesa de que as ciências sejam ensinadas sob a influência de coisas concretas, em contato com a natureza e a vida de modo sempre ativo (p. 27).

O parecer Nº 853 de 1971 do Conselho Federal de Educação, que define o núcleo comum para os currículos de 1º e 2º graus, com base na doutrina da Lei Nº 5.692/71, destaca a relação com o cotidiano como tão mais fundamental quanto mais inicial for o nível de ensino.

Segundo Lopes (1998) a partir da década de 80, com o desenvolvimento das tendências educacionais críticas no Brasil, as relações entre os conhecimentos escolar, cotidiano e científico têm sido continuamente focalizadas pelos pesquisadores em Educação, principalmente nos campos de Currículo e Didática.

De acordo com Lopes (1998) a análise feita sobre as relações Química e cotidiano, alerta para a utilização deste, limitado a aspectos ilustrativos e a dados empíricos mais próximos, o que não contribui

em nada para facilitar o ensino-aprendizagem, não problematiza as relações sociais mais amplas, contribuindo apenas para o surgimento de idéias como “a Química está em toda parte”, “tudo é Química”. Tal compreensão conduz a uma visão supervalorizada da ciência, mantendo-a como um saber onipotente e onipresente, um conhecimento-chave do mundo, o único legítimo e capaz de dar soluções aos problemas humanos.

Outras vezes ocorre de se trabalhar a ciência química de modo que o aluno transfira noções de cotidiano para os conceitos científicos, e deixe de compreender efetivamente esses conceitos. Trabalhar o cotidiano em Química sem sabê-lo, não irá contribuir para a melhoria do aprendizado podendo até mesmo prejudicá-lo, fazendo com que sejam repassadas aos alunos idéias errôneas a respeito desta ciência.

Beltran e Ciscato (1991) apontam dois aspectos importantes na crise do ensino de Química.

- Um, externo, decorrente dos baixos investimentos na Educação e da má aplicação dos recursos.
- O outro, interno, de caráter essencialmente metodológico. Isto quer dizer que a Química é, hoje, ensinada como uma disciplina de conteúdo estático e acabado, esquecendo-se de fazer análise das questões que contribuíram para construção destes conhecimentos.

Para esses autores o ensino de Química, até meados do século XX, focalizava a descrição de processos para obtenção de produtos e somente a partir da segunda metade do século, o ensino da disciplina, pressionado pelos avanços tecnológicos, começa a mudar com alterações nos conteúdos e métodos utilizados.

No Brasil, a primeira tentativa de mudança se deu através da implantação de projetos norte-americanos: *Chem Study*, CBA, IPS, que valorizavam o método indutivo e a metodologia científica. Estes projetos não obtiveram sucesso, pois exigiam excelentes condições materiais e professores muito bem treinados, requisitos difíceis de serem atendidos num país subdesenvolvido. Os reflexos do malogro destes projetos estão presentes, ainda hoje, no ambiente escolar. O melhor exemplo é o livro didático considerado por muitos docentes como o único recurso do ensino de Química

Professores e alunos concordam que o ensino desta disciplina é problemático e que o aprendizado é, freqüentemente, inferior ao desejado, já que, poucas pessoas

conseguem se posicionar sobre problemas que exijam algum conhecimento dessa disciplina. No entanto, a Química está relacionada a quase tudo em suas vidas e elas precisam saber disto. Quando alguém come, respira, pensa, esta realizando processos químicos (Beltran e Ciscato, 1991, p. 15).

Os estudantes, de modo geral, demonstram grandes dificuldades no aprendizado da Química, primeiro por não perceberem significa-

do e validade no que estudam e, também, por não acreditarem que esta disciplina pode melhorar suas vidas. Zanon et al (1995) chama a atenção para estes fatos quando afirma que “quando os conteúdos não são contextualizados adequadamente, estes tornam-se distantes, assépticos e difíceis, não despertando o interesse e a motivação dos alunos” (p. 15).

Na tentativa de minimizar estes problemas deve-se pensar num ensino de Química que tenha como ponto de partida o desenvolvimento progressivo do senso comum dos alunos. Segundo Alves (1983) “a aprendizagem da Química é um processo de desenvolvimento progressivo do senso comum, só podemos ensinar e aprender partindo do senso comum de que o aprendiz dispõe” (p. 12), numa constante busca de se atender aos objetivos do ensino de Química que é, dentre outros, fazer o aluno adaptar-se e compreender a sociedade sempre em mudanças e o contínuo avanço tecnológico.

Conhecendo as noções básicas de Química o cidadão passará a exigir a adequada utilização científica e social, reivindicando a resolução de problemas da vida moderna, tais como, poluição, escassez, recursos energéticos, uso indevido de matérias-primas, fabricação e uso inadequado de inseticidas, fertilizantes, adubos, agrotóxicos e explosivos, além de medicamentos.

O professor, buscando minimizar os problemas inerentes ao ensino e aprendizagem em Química, deverá estar apto a responder às três perguntas fundamentais propostas por Chassot (1990):

- Por que ensinar Química?
- O que ensinar de Química?
- Como ensinar Química?

Para este autor é inadmissível que a Química do Ensino Médio não ajude a aperfeiçoar um soldador mecânico, um frentista de posto de combustível, um controlador de alimentos perecíveis de um supermercado, um agricultor, um operário de uma cervejaria, um encanador, um empregado de uma lavanderia. Na sua opinião, a Química que se ensina deve preparar o cidadão para a vida, para o trabalho e para o lazer.



### Os PCNEM e as competências do professor de Química

O objetivo primordial do Ensino Médio brasileiro é preparar o educando para o trabalho e o pleno exercício da cidadania, capacitando-o para a aprendizagem continuada, de modo a melhor adaptá-lo às rápidas transformações do mundo contemporâneo, que torna o conhecimento obsoleto em pouco tempo, o que exige um constante aprendizado, construção e reconstrução de conhecimentos (LDB, p. 7; DCNEM, 2004, p. 133, PCN, 2002).

Papert (1994) já afirmava que a habilidade mais importante na determinação do padrão de vida de uma pessoa, era a capacidade de aprender novas habilidades, de assimilar novos conceitos, de avaliar novas situações, de lidar com o inesperado, sendo a habilidade de aprender uma habilidade competitiva, ou seja, a aprendizagem continuada é o diferencial na seleção e permanência de jovens no mercado de trabalho. Afirmações estas também citadas pela *Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI* ao assumir que

a educação deve cumprir o triplo papel: econômico, científico e cultural; deve ser estruturada em quatro alicerces: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver e aprender a ser, sendo estas as quatro grandes necessidades de aprendizagem as quais a educação deste milênio deve atender (Zanon, et al, 2004, p. 225).

Pelo que preconiza a LDB, as DCNEM e os PCNEM, o educador deverá preparar o educando para compreender e atuar criticamente junto a questões de ordem ética, social e econômica. Para tanto, será necessário uma “formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento das capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (PCN, 2002, p. 16). Neste sentido, a preparação docente deverá estar associada a uma tarefa de pesquisa e inovação permanente (Carvalho e Gil-Pérez, 2003).

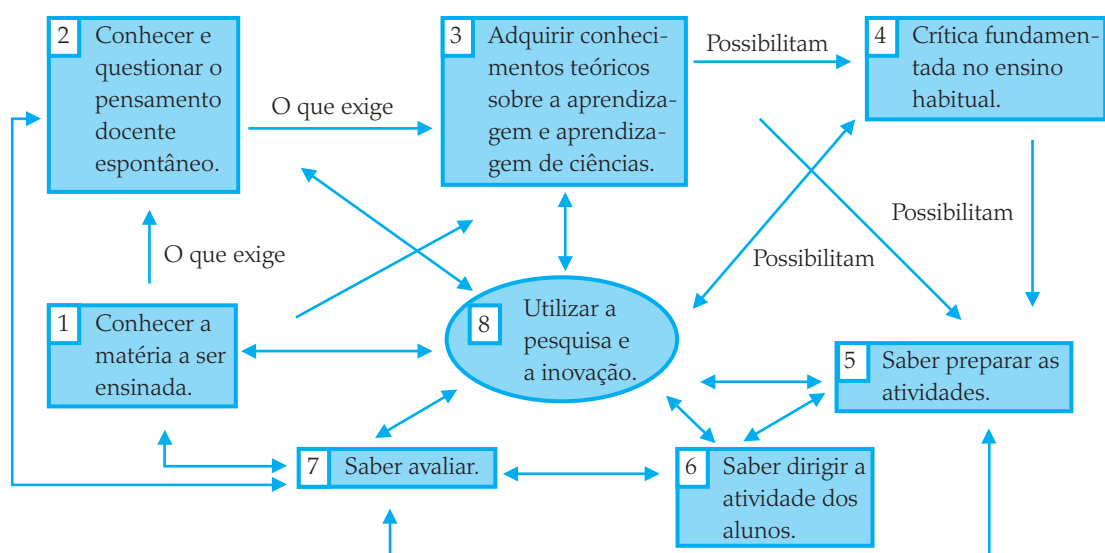
O ensino de Química, procurando contemplar as exigências do mundo contemporâneo e em consonância com os PCNEM, deverá levar o educando a adquirir competências relacionadas à:

- **Representação e comunicação**, em que o educando terá condições de reconhecer, utilizar e articular símbolos, códigos e nomenclaturas de ciências e tecnologia; analisar, interpretar e elaborar textos e outras formas de comunicação científica e tecnológica; discutir e argumentar sobre temas relacionados à ciência e tecnologia.
- **Investigação e compreensão**, em que o aluno saberá identificar e elaborar estratégias para solucionar problemas do seu dia-a-dia, estabelecer relações e interagir com fenômenos relacionados ao domínio científico; selecionar e utilizar medidas, quantidades, grandezas, escalas e estimativas, e interpretar resultados; articular e integrar resultados de conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e transdisciplinares sobre temáticas e situações concretas no mundo natural e tecnológico.
- **Contextualização sociocultural**, que possibilitará ao aluno compreender os conhecimentos científicos e tecnológicos como construção histórica e integrante da cultura humana, sendo capaz de fazer uma avaliação deste e de sua importância no cotidiano das pessoas; compreender o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e a implicação disso no exercício da cidadania.

As competências desenvolvidas no ensino de Química devem

contribuir para o desenvolvimento dos valores humanos intrínsecos ao processo educativo, permitindo que o aluno encontre soluções como pessoa e cidadão. Para que isso ocorra deve-se desenvolver habilidades cognitivas, lógico-empíricas e lógico-formais, levando-se em conta a construção do conhecimento e uma visão ampla do mesmo. Assim, torna-se “imperioso que a escola ensine o indivíduo a pensar e a aprender, permitindo-lhes o autoconhecimento das capacidades cognitivas no sentido duma actualização contínua dos seus conhecimentos e capacidades” (Canavarro, 1999, p. 88).

Na concepção de Carvalho e Gil-Pérez (2003), para realizar um trabalho pedagógico de qualidade, o professor de Ciências deverá atender a oito requisitos mostrados na figura 1 e entender como estes se relacionam e interagem no processo de ensino e aprendizagem.



Fonte: Formação de professores de Ciências, 2003. p. 19.

Figura 1: O que deverão “saber” e “saber fazer” os professores de ciências

Além de atender aos requisitos citados, o professor deverá contar com o apoio da escola para minimizar o mal-estar provocado pelo efeito das mudanças sociais, e que implica em dificuldades de ensino e baixo aprendizado dos alunos. As mudanças sociais obrigam a repensar o papel do professor e da sociedade, pois este não pode ser considerado o único responsável pelos problemas do ensino, uma vez que estes sofrem implicações dos problemas sociais, que requerem soluções sociais (Nóvoa, 1995).

Segundo Silva (2002), o ato de ensino não pode ser visto como uma mera e mecânica transmissão linear de conteúdos curriculares do docente para o educando, mas um processo de construção de significados fundados nos contextos históricos em que se ensina e se aprende. O professor deve fomentar a aprendizagem dos alunos,



pois o ensino tem como relevante função garantir espaços e meios de viabilizar a aprendizagem (Freire, 2005).

Na mesma linha, Silva (2005) defende que “o ensinar e o aprender são os sustentáculos do processo de conhecer” (p. 36) e, para que ocorra o verdadeiro conhecimento, o professor tem que ensinar bem, portanto, deverá estar continuamente aprendendo. Comunga assim, com o pensamento de Alarcão (2004) que afirma “não há conhecimento sem aprendizagem”, pois “a informação, sendo condição necessária para o conhecimento, não é condição suficiente” (p. 16).

A sociedade atual exige do professor conhecimento da matéria que leciona, que seja facilitador da aprendizagem, pedagogo eficaz, organizador dos trabalhos de grupo e que cuide do equilíbrio psicológico e afetivo dos alunos, da integração social e da educação sexual, etc. (NÓVOA, 1995), mas a mesma sociedade que tanto exige, esquece que para exercer bem estas novas funções é necessário uma mudança significativa na formação docente e condições adequadas de trabalho.

As mudanças no ensino não acontecerão a contento se os professores não estiverem preparados e, como afirma Perrenoud (1993) “nada se fará se não renovarmos primeiro a formação de professores” (p. 16). Cachapuz (1995), por sua vez, reforça essa idéia ao afirmar que, para que haja um adequado ensino e uma adequada aprendizagem, a formação de professores para o uso dos diferentes meios tecnológicos deve ser encarada como fator importante, não só a formação inicial como também a formação continuada, num incentivo constante à investigação, à pesquisa, ao trabalho em conjunto e articulado. Melhorando a qualidade da formação dos professores haverá melhoria na qualidade do ensino e, conseqüentemente, na qualidade da aprendizagem.



### **A diversidade de formas e espaços no ensino da Química**

O professor de Química deve estar atento para as necessidades do aluno e lembrar que aulas expositivo-memorizativas não são a única alternativa de ensinar Química ou qualquer outra disciplina. O ensino desta disciplina deve se estruturar de tal forma que o professor ensine bem e o aluno aprenda melhor ainda.

Para assegurar o sucesso da aprendizagem, é importante dispor de um mínimo básico de recursos, como um laboratório para realização de experimentos, acesso a recursos audiovisuais e utilização de novas tecnologias, como, por exemplo, o computador.

A Química, como ciência experimental, necessita da realização de atividades práticas que confirmem as informações previamente estudadas. Este tipo de atividade leva o aluno a indagar, a questionar

e a elaborar conceitos. O professor, ao escolher os procedimentos metodológicos que mais se adaptam à realidade da escola e dos alunos, deve selecionar atividades que possam ser realizadas com os recursos disponíveis, utilizando materiais simples (velas, palha de aço, naftalina, detergente, sal de cozinha, açúcar, etc.). Pode criar um “laboratório alternativo” e despertar a curiosidade dos alunos, o que levaria, sem dúvida, a uma maior aprendizagem, já que a descoberta leva ao conhecimento.

Uma proposta dessa natureza teria a vantagem de aproximar a Química do cotidiano, fazendo o aluno percebê-la não como uma ciência hermética, inacessível aos que não a dominam profundamente. A Química, assim como a Música ou a Matemática e outros conhecimentos científicos, é universal, visto que as três podem ser interpretadas em qualquer lugar do mundo a partir de suas fórmulas, e para entendê-las é necessário somente perceber que ela está em tudo que nos cerca e em nós mesmos.

Lutfi (1988) descreve a disciplina de Química no Ensino Médio, como aquela que prioriza a aprendizagem utilizando como procedimentos a capacidade dos alunos de:

- Decorar regras e nomenclaturas.
- Decorar nomes e fórmulas.
- Classificar os compostos de acordo com as suas fórmulas.
- Fazer cálculos.
- Informações em grande número sem que haja preocupação em estabelecer relações entre elas. (p. 13).

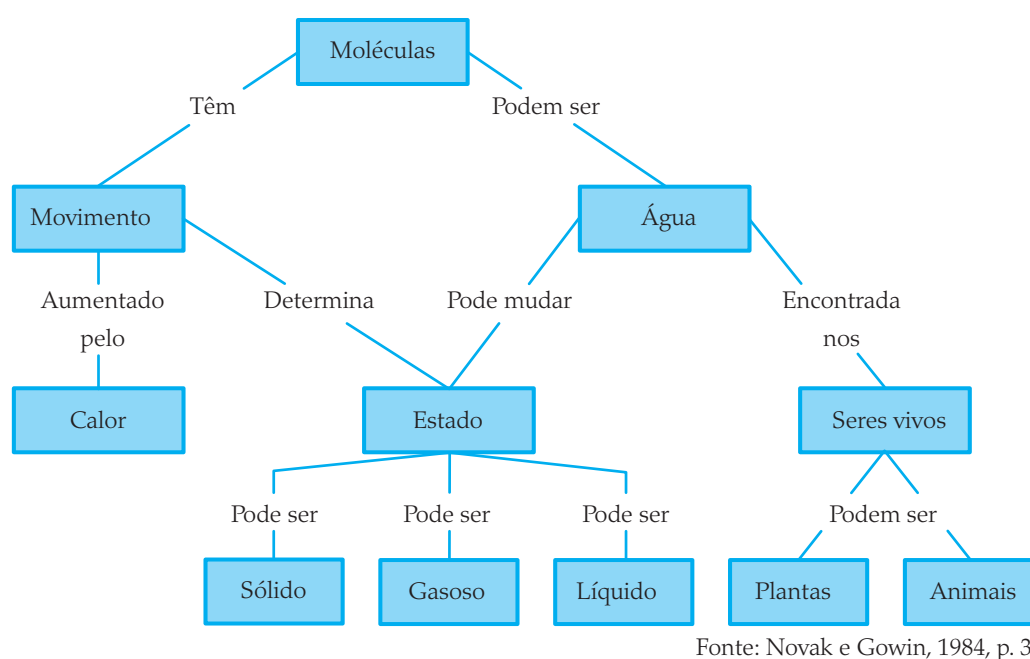
As preocupações manifestadas por Lutfi há 20 anos atrás, ainda se encontram nas escolas, nos dias atuais. Existem perspectivas de mudanças, mas essas ocorrem de forma lenta e ainda são pouco visíveis os impactos no ensino e na aprendizagem desta disciplina. A esperança de que o uso educativo de ferramentas tecnológicas possam acelerar essas transformações faz o professor engajar-se e acreditar na aproximação entre o aluno e a Química, já que esta, *a priori*, deve “possibilitar a compreensão dos processos químicos em si, o conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas, enfocando concomitantemente suas implicações sociais, políticas e econômicas” (Mello, p. 101).

Segundo as DCNEM, a experimentação é uma metodologia que pode potencializar o ensino de Química, uma vez que está relacionada ao fazer com as mãos, ao uso dos sentidos. No entanto, é importante lembrar que a experimentação, por si só, não

assegura a produção de conhecimentos químicos de nível teórico-conceitual significativos e duradouros, mas cumpre papel essencial, ajudando no desenvolvimento de novas consciências e de formas mais plenas de vida na sociedade e no ambiente (DCNEM, 2006, p. 123).

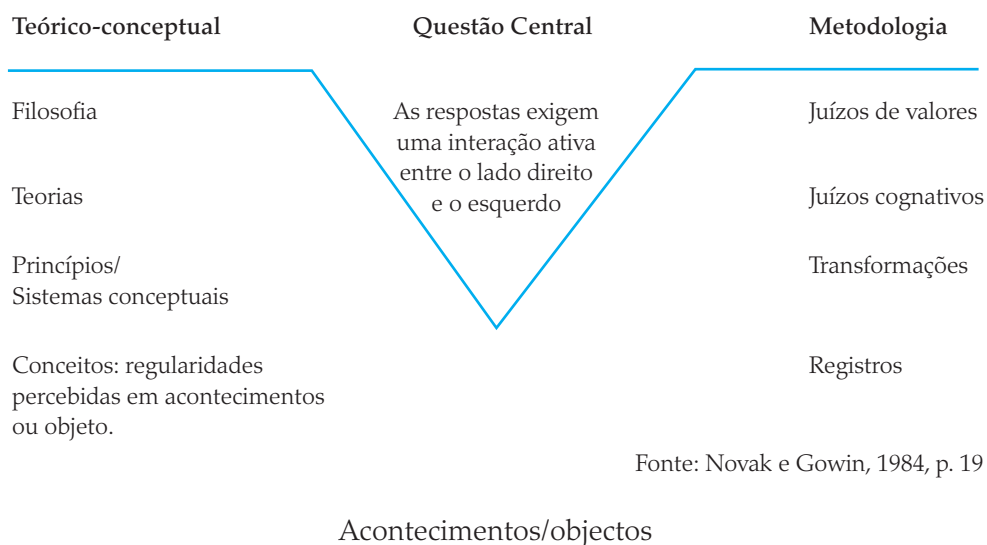
O professor de Química deve ter consciência de que uma aula prática não pressupõe um laboratório com equipamentos sofisticados, mais que isso, as atividades práticas devem permitir ricos momentos de estudo e discussão teórico-prática que ajudem na compreensão teórico-conceitual da situação real (DCNEM, 2006).

Além do uso de laboratório e de audiovisuais, o professor poderá fazer uso de ferramentas educativas como **mapas conceituais** (figura 2) que têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições e tornar claro, para professores e alunos, o pequeno número de idéias-chaves que eles devem focalizar para uma aprendizagem significativa.



**Figura 2:** Mapas Conceituais

A construção dos **diagramas em “vê”** (figura 3) constituem um meio de ajudar docentes e discentes a penetrar na estrutura e no significado do conhecimento que procuram compreender, pois experiências já constataram que, quando os mapas conceituais e diagramas de “vê” são utilizados, seus usuários apercebem-se do valor e do poder destas estratégias de aprendizagem que possibilitam a construção do conhecimento (Novak e Gowin, 1984).



**Figura 3:** “Vê” heurístico de Gowin

Um outro caminho para uma melhoria do ensino de Química é trabalhar através de projetos de aprendizagem, que é uma forma de conceber a educação tendo como atores principais o aluno e a construção coletiva do saber. Os projetos permitem uma maior interação entre alunos, alunos e professor, e o uso de um maior número de recursos disponíveis na escola, inclusive as novas tecnologias, o que resultará numa aprendizagem mais condizente com as necessidades do educando.

Segundo Almeida (1999), a pedagogia de projetos desenvolve uma metodologia de trabalho pedagógico que valoriza a participação do educando e do educador no processo de ensino-aprendizagem, tornando-os responsáveis pela elaboração e desenvolvimento de cada projeto de trabalho e pelo seu aprendizado, o que configura a busca pelo aprender a aprender. Portanto, o uso desta metodologia contribui para que haja uma resignificação de espaços de aprendizagem, de tal forma que propiciem a formação de sujeitos ativos, reflexivos, atuantes e participantes (Hernandez, 2002).

Aprender significa construir conhecimentos (Pulaski, 1983; Tavares, 1998; Novak e Gowin, 1999; Cunha, 2001; Porlán e Pozo, 2004). A interação professor-aluno poderá contribuir para que essa construção aconteça de modo prazeroso, pois o afetivo é ferramenta importante para que o ensino se transforme em conhecimento, em aprendizagem (Cachapuz, Praia e Jorge, 2000; Moran, 2000).



## Produzindo Exercícios e Avaliações

Hadji (1994) afirma que “se está sempre a avaliar, e se avaliar significa interpretar, nunca se chega a conseguir dizer em que é que consiste a avaliação, a qual nunca se poderá limitar, obviamente, a uma definição exacta” (p. 27). Para poder avaliar o trabalho realizado pelos educandos, é necessário dispor de meios capazes de apreender o valor da atividade e para isso é necessário “verificar a presença de qualquer coisa que se espera (conhecimento ou competência); situar (um indivíduo, uma produção) em relação a um nível, a um alvo; julgar (o valor de ....)” (Hadji, 1994, p. 28), não esquecendo que uma boa avaliação depende do estabelecimento de elos entre diferentes níveis de realidade a que se está sujeito.

Para Novak e Gowin (1984), o professor deverá fazer uso de diferentes técnicas de avaliação se quiser encorajar os alunos a utilizar melhor o seu potencial humano, pois o uso de testes de aproveitamento, embora continue a desempenhar papel na apreciação da aprendizagem, não é suficiente, sendo tarefa da avaliação ajudar os alunos a reconhecerem a grande capacidade que possuem para dar sentido aos acontecimentos ou objetos que constituem a sua experiência de mundo.

Segundo Schnetzier e Aragão (1995), é função do professor “lançar desafios para seus alunos, e propiciar a evolução de suas idéias, as quais passam a ser o centro do processo de avaliação do aluno” (p. 30). O professor, ao avaliar, não pode ser um simples observador que diz como são as coisas, nem um simples prescritor que diz como elas deveriam ser, deverá, antes de tudo, agir como mediador que estabelece a ligação entre estes processos (Hadji, 1994).

Como tentativa de diversificar as formas de avaliação deve-se elaborar atividades que proporcionem uma concepção e um interesse preliminar pela tarefa a ser executada, o que leva a pensar na utilização de jogos educativos como ferramentas de aprendizagem e de avaliação. Segundo Cervantes (2005), o valor educativo do jogo tem uma aceitação favorável na sociedade atual, sendo apreciado como uma ferramenta facilitadora da aprendizagem. Assim, valorizar o lúdico e planejar sua adequada utilização pedagógica é imprescindível para se chegar a uma aprendizagem significativa.

Como exemplo de atividades lúdicas de Química é possível citar as existentes no livro [Aprenda Química Brincando - Volumes 1 e 2](#), publicados pela SEDUC e que têm o objetivo de proporcionar ao professor jogos educativos que buscam tornar o ensino de Química mais prazeroso, objetivando uma maior assimilação e fixação dos conhecimentos.

É importante que o professor compreenda que as técnicas avaliativas, provas, seminários, pesquisas, portfólios, jogos, auto-avaliação, etc., devem estar condizentes com os objetivos educacionais que se pretende atingir e que o uso de uma única técnica durante o processo avaliativo poderá camuflar os reais níveis de aprendizagem dos alunos. O ideal é a utilização diversificada e concomitante de técnicas de avaliação.



### Lendo, Acessando, Ouvindo e Assistindo

Para que possa contribuir para a melhoria do processo ensino-aprendizagem, o professor precisa realizar pesquisas com vistas à identificação de metodologias, técnicas de ensino e recursos pedagógicos que possam ser utilizados na sala de aula. Para tanto, nada melhor que saber onde pesquisar e como pesquisar, sendo viável ter a sua disposição dicas de livros, revistas, filmes, *softwares* e *sites* sobre o conteúdo que lecionam, além de metodologias de ensino que possam orientar e facilitar o seu trabalho de educador, através de formas mais instigantes e eficazes de ensinar e superar as dificuldades do trabalho nessa disciplina.

#### Lendo

A revista *Nova Escola* N° 127 traz dicas de como ensinar princípios químicos de forma que o aluno não se sinta entediado com o assunto, não ache que Química é acúmulo de teorias e fórmulas.

A revista *Química Nova na Escola*, com mais de 10 anos de circulação é uma publicação da Sociedade Brasileira de Química (SBQ), sendo indicada para professores das escolas e estudantes de cursos de Licenciatura em Química. Além dos números semestrais, inclui os Cadernos Temáticos, os vídeos, CDs e DVDs de marcante atuação e de grande valor formativo nas dimensões apontadas. Como exemplos de vídeos podemos citar: *A Química da Atmosfera/2004*; *As Águas do Planeta Terra/2004*; *A Química dos Remédios, dos Fármacos e dos Medicamentos/2004*. Estes vídeos podem auxiliar no aprendizado de Química de maneira científica, atualizada e pedagógica.

#### Acessando

O trabalho com *softwares* educativos requer uma seleção cuidadosa e de acordo com o objetivo das atividades que serão desenvolvidas. Para tanto, o professor deverá conhecer as características, a potencialidade e as limitações dos *softwares* disponíveis, evitando assim a má utilização desta ferramenta. São muitos os *softwares* que se encontram

disponíveis para o ensino de Química, cabendo ao professor e a escola analisar com cautela para que velhos livros didáticos com novos formatos não sejam tidos como novos.

Como diz Arisa (1996) “muitos dos programas usados nas escolas são a mera transposição de livros didáticos para o ‘atraente’ formato computacional” (p. 20). Não se pode esquecer que

“as novas tecnologias de informações e comunicações são usadas para expandir o acesso à informação atualizada e, principalmente, para promover a criação de ambiente de aprendizagem que privilegiam a construção do conhecimento, a comunicação e a inter-relação entre disciplinas” (Almeida, 1999, p. 1).

Na área de ciências, pode-se trabalhar com simulação de experimentos e sistemas naturais, através da criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Simular um laboratório de Química traz vários benefícios, reduz o custo e a periculosidade, permitindo estudar, com razoável realismo, eventos e processos. Reagentes químicos podem ser misturados, sendo o resultado desta mistura visto instantaneamente, na tela do computador, gerando uma economia de dinheiro, risco e tempo para a escola e diminuindo, consideravelmente, a possibilidade de erro, além de possibilitar ao aluno desenvolver hipóteses, testá-las e analisar os resultados refinando os conceitos adquiridos anteriormente.

Outra importante contribuição na área de Educação Química está na realização de encontros regionais e nacionais de Ensino de Química, voltados para a melhoria da educação básica, com minicursos, palestras, mesas-redondas e apresentações de trabalhos que têm refletido sobre os princípios e as orientações curriculares dos PCN de Química (DCCEM, 2006).

Abaixo segue uma lista de *sites* e *softwares* relacionados à Química e que poderão auxiliar o trabalho docente.

<http://www.portaldosprofessores.ufscar.br>: onde é possível ter acesso a uma lista de vídeos relacionados a Química e acessar a análise comentada de cada um.

<http://cienciahoje.com.br>: resenhas, artigos e revistas sobre a ciência e a ciência química.

[www.abq.org.br](http://www.abq.org.br): a Associação Brasileira de Química reúne um grupo de pessoas e instituições que lidam com a Química. Objetiva divulgar eventos na área (Congresso Brasileiro de Química, Jornada Brasileira de Iniciação Científica em Química, Maratona de Química, Feiras de Projetos de Química), além de difundir o conhecimento, tendo como meta a melhoria da qualidade de vida através da Química. Permite o acesso aos anais dos eventos da ABQ, a revistas e a trabalhos que se destacaram.

[www.s bq.org.br](http://www.s bq.org.br): a Sociedade Brasileira de Química divulga os eventos relacionados à Química tais como reuniões anuais, olimpíadas científicas. Permite o acesso a todos os volumes já publicados da revista

Química Nova na Escola (*on-line*), *links* com todos os *sites* relacionados à Química, no Brasil, por estado.

<http://www.obq.ufc.br>: a Olimpíada Brasileira de Química divulga os eventos relacionados a olimpíadas de química de nível estadual, regional, nacional, internacional.

<http://www.rossetti.eti.br>: *site* onde professores e alunos poderão ter acesso ao Dicionário Eletrônico de Química, além de tirar dúvidas relacionadas a conteúdos trabalhados na disciplina.

<http://www.cdcc.sc.usp.br/quimica/vamosexercitar.html>: neste *site* professores e alunos têm acesso a atividades relacionadas aos conteúdos: equações químicas, balanceamento de equações e tipos de reações químicas.

[http://www2.uol.com.br/aprendiz/n\\_licao/qui/index.htm](http://www2.uol.com.br/aprendiz/n_licao/qui/index.htm): contém *links* para *sites* relacionados a Química, recomendados por professores.

<http://www.fisica.com.br/quimica/html/indexsoftware.htm>: é possível acessar, gratuitamente, *softwares* que poderão ser de grande ajuda para o ensino e aprendizagem de Química, tais como: jogos químicos, tabela periódica, laboratório virtual, xadrez e calculadora química.

### Softwares de Química

Nome	Laboratório de Química – CHEMLAB
Ano(s) Letivo(s)	1º e 2º graus/Escolas Técnicas/Universidades
Mídia do Produto	CD-ROM
Fabricante	Scilab
Descrição	ChemLabn é uma simulação interativa, aberta e realista de laboratório de Química. Diversos equipamentos diferentes de laboratórios e procedimentos são usados para simular os passos envolvidos na realização de um experimento laboratorial de Química. Cada simulação está contida em um dos vinte módulos que o acompanham. Um módulo de simulação contém recursos tais como uma lista de reagentes químicos, uma lista de indicadores, menu de opções disponíveis, instruções específicas e passo a passo de cada laboratório. O professor poderá também criar novas experiências e módulos de laboratório. Chem-Lab é essencial ao Curso de Laboratório de Química.
Línguas	Português
Configuração	486/Windows 3.1/8MB RAM/SVGA/Mouse/Multimídia.



Nome	Laboratório Virtual de Química
Ano(s) Letivo(s)	Ensinos Fundamental e Médio
Mídia do Produto	Disquete
Fabricante	Positivo
Descrição	É um ambiente de simulação gráfica, constituído por um conjunto de programas interligados, que permitem a realização, em tempo virtual, das principais práticas da Química Orgânica, Inorgânica e Físico-Química. Em cada um destes ambientes está disponível uma ajuda <i>on-line</i> que auxilia na navegação, além de mensagens que orientam cada uma das etapas da simulação.
Línguas	Português
Configuração	486/Windows 3.1/4MB RAM/SVGA/Mouse.
Nome	A Química da Vida
Mídia do Produto	CD-ROM
Fabricante	Informar
Descrição	Digitar, verificar, analisar e interpretar os componentes químicos orgânicos e inorgânicos que entram na composição das células do organismo.
Línguas	Português
Configuração	486/Windows 3.1/8MB RAM/SVGA/Mouse.

A TV Escola tem adquirido e produzido programas dirigidos ao professor de Ensino Médio, com uma hora de duração e reprisados duas vezes ao dia. Dentre eles, destacam-se:

**Como Fazer?:** orienta os professores na utilização dos vídeos veiculados nos programas que são exibidos às 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> feiras. Cada programa apresenta dois documentários, sendo um deles com sugestões de atividades para o Ensino Médio nas três áreas do currículo (Linguagens e Códigos e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias). O outro documentário trabalha a atualização dos professores e orienta os mesmos para a utilização de um trabalho contextualizado e interdisciplinar;

**Ensino Legal:** vai ao ar às quintas-feiras, objetivando explicar e discutir as reformas do Ensino Médio, sendo abordados temas como gestão escolar, currículo, projetos pedagógicos, dentre outros.

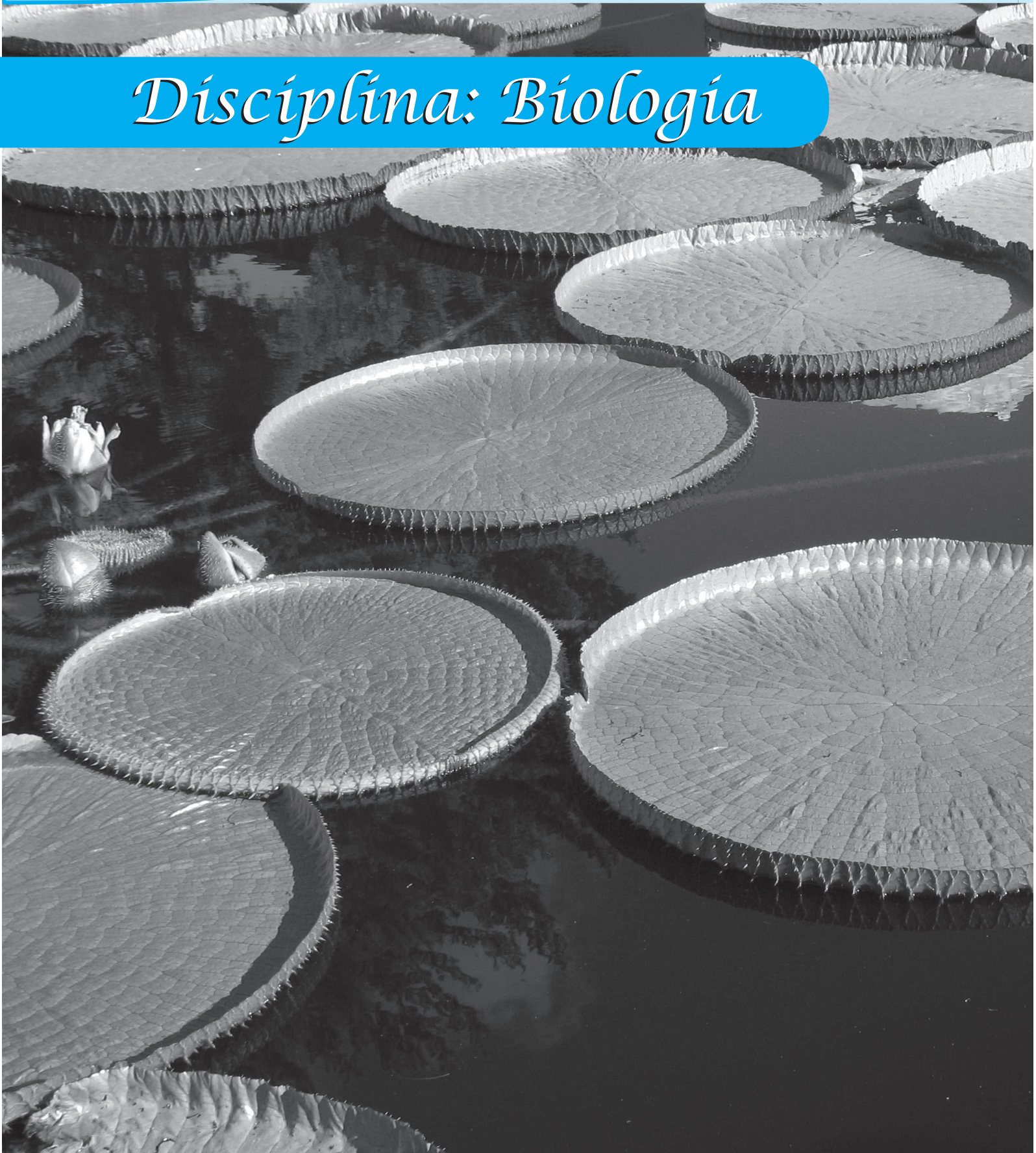
**Acervo:** vai ao ar às sextas-feiras e apresenta um documentário onde são trabalhadas observações, feitas por especialistas, referentes às três áreas de conhecimento citadas em "Como Fazer?". Essas observações objetivam discutir pontos de um determinado conteúdo e produzir textos referentes à respectiva temática, que possam ser úteis aos professores da área em discussão.

### Referências

- ALARCÃO, I. **Professores reflexivos em uma escola reflexiva**. São Paulo: Cortez Editora, 2004.
- ALMEIDA, M. **Projeto: uma nova cultura de aprendizagem**. São Paulo: PUC, 1999.
- ALVES, R. **Filosofia da Ciência**. São Paulo: Brasiliense, 1983.
- BELTRAN, N. e CISCATO, C. **Química**. Coleção Magistério 2º Grau. Série Formação Geral. São Paulo: Cortez Editora, 1991.
- BRASIL. **Orientações Curriculares do Ensino Médio: Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias**. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica - SEB. Brasília. 2004.
- BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica - SEB. Brasília. 2006.
- CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2005.
- CACHAPUZ, A. PRAIA, J. e JORGE, M (2000). Reflexões em torno de perspectivas do ensino das ciências: contributos para uma nova orientação curricular - ensino por pesquisa. *Revista de educação*, 9(1) 69-79.
- CACHAPUZ, A. O ensino das ciências para a excelência da aprendizagem. In Carvalho, A. (Org.). **Novas Metodologias em Educação**. Porto: Porto Editora, 1995. pp. 349 - 386.
- CANAVARRO, J. **Ciência e Sociedade**. Coimbra: Quarteto Editora, 1999.
- CARVALHO, A. e GIL-PÉREZ D. **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez Editora, 2003.
- CERVANTES, C. O jogo tradicional na socialização das crianças. In Murcia, J. **Aprendizagem Através do Jogo**. Porto Alegre: Artmed, 2005. pp. 109 - 122.
- CHASSOT, I. **A educação no ensino de Química**. Coleção Ensino de 2º Grau. Ijuí: Livraria UNIJUI, 1990.
- CUNHA, A. **A mudança epistemológica de professores num contexto de educação continuada**. *Ciências e Educação*, 7(2), pp. 235-248. 2001.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2005.
- HADJI, C. **A avaliação, regras do jogo: das instruções aos instrumentos**. Porto: Porto Editora, 1994.
- HERNANDEZ, F. **Transgressões e mudanças na educação**. São Paulo: Artmed, 2002.
- \*LDB N° 9394/96. <http://www.mec.gov.br>, novembro 2003.
- LOPES, A. **Ensino de Química e conhecimento cotidiano**. [http://www.sigma.ufrj.br/UFRJ/sigma/producoes/consulta/relatorio.stm?app=PRODUCOES&id\\_producao=181&buscas\\_cruzadas=ON](http://www.sigma.ufrj.br/UFRJ/sigma/producoes/consulta/relatorio.stm?app=PRODUCOES&id_producao=181&buscas_cruzadas=ON) Outubro 1998.

- LUTFI, M. **Cotidiano e educação em Química**. Ijuí: Unijuí Editora, 1988.
- MARTINS, I. **Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português**. In Revista Electrónica de Enseñanza de Lãs Ciências. V. 1, 2002.
- MEC TV Escola. [www.mec.gov.br](http://www.mec.gov.br) . 30/10/2003.
- MORAN, J. **Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias**. In Revista Informática na Educação: Teoria & Prática, 3(1), 137-144, 2000.
- NOVAK, J. e GOWIN, D. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Editora, 1984.
- NÓVOA, A. **Profissão Professor**. Porto: Porto Editora, 1995.
- PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- PERRENOD, OP. (1993). **Práticas pedagógicas, profissão docente e formação: perspectivas sociológicas**. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- PORLÁN, R. e POZO, R. **The Conceptions of In-service and Prospective Primary School Teachers About the Teaching and Learning of Science**. Journal of Science Teacher Education, 15(1), pp. 39-62, 2004.
- PCN. **O Novo Ensino Médio**. In Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC. pp. 15-37. 2002.
- PULASKI, M. **Compreendendo Piaget: uma introdução ao desenvolvimento cognitivo da criança**. Rio de Janeiro: Zahar Editores S. A., 1983.
- SCHNEIZIER, R. e ARAGÃO, R. **Importância, sentido e contribuições de pesquisas para o ensino de Química**. In Revista Química Nova na Escola, Nº 1, 27-31, 1995.
- SILVA, E. (2005). **Ensino Aprendizagem: Desafios ao trabalho docente**. In Ferreira, V e Tavares, A. (ORGS). **Formação continuada pesquisa e saberes docentes**. João Pessoa: Editora Universitária; A, 36-39.
- SILVA, J. **Do ensino às aprendizagens significativas**. In Boletim Avaliação e Aprendizagens Significativas. Brasília. SEED/MEC. pp. 5-14. 2002.
- TAVARES, J. **Construção do conhecimento e aprendizagem**. In Almeida, L. e Tavares, J. (Orgs.). **Conhecer, Aprender, Avaliar**. Porto: Porto Editora, 1998, pp. 11-30.
- ZANON, et al. **Conhecimentos de Química**. In Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. MEC/SEB. pp. 99-137. 2006.
- LDB No. 9394/96. Disponível em <http://www.mec.gov.br>. Acessado em novembro de 2003.

# *Disciplina: Biología*



## BIOLOGIA, A CIÊNCIA DA VIDA E DA SOBREVIVÊNCIA

Rickardo Léo Ramos Gomes  
Francisca Valdelice Araújo do Vale  
José Frederico Rodrigues de Andrade Neto



### Introdução

Cada ciência possui um código intrínseco, uma lógica interna, métodos próprios de investigação, que se expressam nas teorias, nos modelos construídos para interpretar os fenômenos que se propõe explicar. Apropriar-se desses códigos, dos conceitos e métodos relacionados a cada uma das ciências, compreender a relação entre elas e os métodos relacionados a cada uma delas, compreender a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, representam a ampliação das possibilidades de compreensão do mundo e de participação efetiva no mesmo.

É objeto de estudo da Biologia o fenômeno **vida** em toda sua diversidade de manifestações. Esse fenômeno se caracteriza por um conjunto de processos organizados e integrados, quer em nível de uma célula, de um indivíduo, ou ainda, de organismos no seu meio. Um sistema vivo é sempre fruto da interação entre seus elementos constituintes e entre esse mesmo sistema e os demais componentes de seu meio. As diferentes formas de vida estão sujeitas às transformações que ocorrem no tempo e no espaço, sendo, ao mesmo tempo, transformadas e transformadoras do ambiente.

O professor precisa perceber que é extremamente necessário enfatizar a construção da consciência ecológica. Atualmente, nos deparamos com a realidade concreta das alterações climáticas e ambientais e seus desdobramentos na vida do planeta que se fazem notar. As consequências para os sistemas vivos repercutem de forma grave, remetendo ao maior desafio da humanidade: a sobrevivência.

Ao longo da história humana, várias foram as explicações para o surgimento e a diversidade da vida, de modo que os modelos científicos conviveram e convivem com outros sistemas explicativos como, por exemplo, os de inspiração filosófica ou religiosa.

O aprendizado da Biologia deve permitir ao educando a compreensão da natureza viva e os limites dos diferentes sistemas explicativos, a contraposição entre os mesmos e a compreensão de que a ciência não tem respostas definitivas para tudo, sendo uma de suas características a possibilidade de ser questionada e de se transformar.

Deve permitir, ainda, a compreensão de que os modelos na ciência servem para explicar tanto aquilo que é possível observar diretamente, como também aquilo que só se pode inferir; que tais modelos são pro-

duto da mente humana e não da própria natureza, são construções mentais que procuram sempre manter a realidade observada como critério de legitimação.

De acordo com a UNESCO, os eixos da aprendizagem são **aprender a conhecer**, **aprender a fazer**, **aprender a conviver** e **aprender a ser**. Não é necessário uma análise muito profunda sobre cada um desses eixos para perceber que o mundo cambiante de hoje exige um cidadão consciente que a cada dia está adquirindo ou aprofundando conhecimentos; um cidadão permanentemente estimulado a desenvolver novas inteligências, novas habilidades; um cidadão autônomo e capaz de posicionar-se diante do impacto do inesperado em seu cotidiano (SEMTEC, 2001).

Nessa perspectiva, um ensino de Biologia de qualidade é aquele que faz a integração horizontal e vertical de conteúdos significativos dos seus diversos componentes curriculares, transformando a escola num ambiente vivo de aprendizagem, por meio de uma abordagem prática, vinculada a trabalhos que irão preparar cidadãos para entender situações novas e para adquirir novos conhecimentos (aprender a aprender), que é, justamente, a capacidade de adaptação a novas situações numa sociedade em constante mudança.

Atende assim aos princípios básicos da **interdisciplinaridade**, entendida como diálogo constante no interior de cada área de conhecimento e entre as áreas de conhecimento e a **contextualização**, concebida como a vinculação do conteúdo ao social, buscando aproximar o aluno da sua cultura.

Atualmente, nas escolas, é preciso promover o saber como caminho do fazer ciência e tecnologia. Em algum ponto, perdeu-se a noção deste processo. Os alunos não percebem a ciência como o caminho para o desenvolvimento tecnológico, tornando-se necessário resgatar as relações entre saber e fazer, tão indispensáveis na formação de mentes científicas, criativas e críticas.

Esta chance de escolha é muito importante já que, atualmente, os novos conhecimentos e informações e a velocidade com que as novas tecnologias de comunicação chegam à escola se transformam em mais um grande desafio para o sistema educativo. A educação é uma prioridade que tem sido ressignificada no mundo inteiro e diferentes países têm promovido reformas em seus sistemas educacionais (SEMTEC, 2001). Assim trabalhando, o ensino de Biologia permite desenvolver nos alunos competências, que consistem na capacidade de articular diversos recursos cognitivos em situações específicas e habilidades, capacitando o aluno para argumentar, agir, tomar iniciativas, criticar e ser um agente transformador da sociedade.

Essas habilidades e competências caracterizam-se como atributos intelectuais e cognitivos apreendidos a partir da ação educativa e que tornam o cidadão apto a agir de modo eficiente em qualquer situação de vida. Por fim, a qualidade do ensino de Biologia pressupõe, também, uma nova forma de avaliar que possibilite uma prática pedagógica de

inclusão, respeitando as diferenças, os interesses, as capacidades e as aptidões, cabendo à escola proporcionar oportunidades de ensino e de aprendizagem que permitam seu pleno desenvolvimento.

O currículo atual de Biologia, por outro lado, mostra-se, ainda, demasiadamente ligado às exigências do vestibular. Alguns conteúdos que poderiam ser minimizados ou até mesmo eliminados não o são devido aos condicionantes deste exame. No momento, é necessário desenvolver iniciativas educacionais que possam contestar a grande força normativa relacionada ao conteúdo, de modo a privilegiar ações variadas e contextuais que levem à formação ampla e irrestrita do educando para a vida (BIZZO, 2004).

O currículo dessa disciplina tem sido objeto de investigação no campo da pesquisa educacional e as conclusões apontam para a construção de um percurso teórico-prático, aprofundando e/ou ampliando aspectos que são essenciais e importantes para o ensino da Biologia, como por exemplo, aqueles relacionados à pesquisa e ao ensino, apropriação/produção do conhecimento científico e articulações entre teoria e prática, almejando um conjunto de propostas que se possam vincular à realidade escolar, contando com a possibilidade de transformá-la (AMORIM & CURADO, 1997 e AMORIM, 1998).



### Os PCNEM e as competências do professor de Biologia

Segundo Moreira (1996), existe muitas críticas específicas a serem feitas aos PCNEM. Destaca-se, dentre elas, a argumentação de que professores da escola pública e das universidades não foram incluídos na elaboração deste documento. Ressalta-se também que a experiência, de fato, inspiradora dos Parâmetros foi a espanhola, sendo o professor César Coll transformado no principal consultor do trabalho. Além disso, questiona-se a hegemonia do construtivismo na proposta e a não contemplação de outras teorias e possibilidades para o ensino.

É importante que os PCNEM não sejam confundidos como diretrizes a serem seguidas, mas como referências para nortear o trabalho da escola. Neste sentido, eles têm “duplo papel de difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor na busca de novas abordagens e metodologias” (PCNEM, 1999, apud KRASILCHIK, 2004, p. 76). Quanto à proposta desse documento, Bizzo (2004) apresenta suas considerações e ressalvas afirmando que “a delimitação do campo da **Biologia** aparece de forma frouxa e hesitante, com informações reducionistas, [...] contradições freqüentes; [...] visão a-histórica difundida por muitos livros didáticos...” (p. 135).

O texto Conhecimentos de Biologia dos PCNEM apresenta sugestões para uma abordagem que relacione teoria e prática. Tal abordagem

seria fruto de uma educação tecnológica básica, na qual o educando poderia demonstrar domínio dos princípios científicos e tecnológicos de Biologia que presidem a produção moderna. No entanto, o texto enveredou por um caminho de frases feitas nas quais, os professores de Biologia podem encontrar pouca ou nenhuma contribuição para zelar pela aprendizagem de seus alunos (BIZZO, 2004).

No que se refere aos PCN<sup>+</sup> (MEC, 2003), Bizzo (2004) aponta que o documento traz textos dirigidos ao professor, constituindo-se um verdadeiro manual metodológico, no qual os docentes podem, certamente, encontrar numerosas sugestões de como organizar seus cursos. O documento discute também competências para o ensino de Biologia e sugere a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Propõe, finalmente, reflexão por parte dos professores sobre o ensino por competências e aquisição do conhecimento pelo aluno.

Há que se salientar que antes dos PCNEM, a disciplina Biologia apresentava um conteúdo puramente descritivo, baseado em termos técnicos presentes nos livros didáticos, restringindo-se a um conjunto de dados isolados e estanques. A abordagem proposta nos PCNEM destaca a observação como forma de acesso ao conhecimento científico, histórico e socialmente acumulado, valorizando os fatos concretos da prática social e as diversas formas objetivas e dinâmicas da natureza, em um movimento de compreensão das concatenações existentes entre elas. Estas, vale ressaltar, uma vez descobertas, são demonstradas, por via experimental, até onde seja possível.

A Biologia, como defende os PCNEM, deve proporcionar ao aluno a compreensão da ciência, procurando sempre partir da sua realidade, induzindo-o a construir conceitos científicos sobre tudo que o cerca, como também estar sempre atento às novas mudanças e descobertas.

As relações estabelecidas entre professor-aluno e aluno-aluno são determinantes da efetivação do processo ensino-aprendizagem, e para isto, há necessidade de uma leitura crítica dos PCNEM para que as aulas de Biologia sejam mais dinâmicas, interessantes, produtivas, e resultem em verdadeira aprendizagem.



### **A diversidade de formas e espaços no ensino da Biologia**

No ensino de Biologia, as aulas expositivas comumente tem sido a única metodologia utilizada nas salas de aulas, cultivando a idéia de que o trabalho com a disciplina é sempre cansativo e desinteressante. Um novo tratamento pedagógico ao ensino desta matéria pode redimensionar a aula expositiva, transformando-a num momento do diálogo, do exercício da criatividade e do trabalho coletivo na elaboração do conhecimento.

É numa aula expositiva que se pode fornecer informações pre-



paratórias para um debate, jogo ou outra atividade em classe, análise e interpretação dos dados coletados nos estudos do meio e laboratório.

Na utilização das aulas expositivas é importante se adotar um conjunto de procedimentos a serem seguidos, como:

- A utilização de letras bem legíveis e algumas vezes destacadas com tamanhos e cores diferentes.
- Uma organização seqüencial da aula bem estruturada.
- É preciso que a conduta de apresentação da aula utilizada pelo professor tenha forma dinâmica e descontraída, recheada de posicionamentos científicos aplicáveis ao cotidiano dos alunos.
- Deve ter vários momentos de curiosidades que servirão como elo atrativo entre o conteúdo que precisa ser ministrado e o interesse do aluno.

Determinados aspectos de uma aula, seja ela expositiva ou não, exigem imagens e, com mais vantagem, se forem imagens dinâmicas. Outros necessitam de cálculos, de tabelas ou de gráficos e ainda outros podem demandar expressões analíticas, sendo sempre produtiva a redundância de meios para garantir confiabilidade de registro e/ou reforço no aprendizado.

Uma boa estratégia é iniciar o estudo dos conteúdos biológicos pelos aspectos qualitativos e só depois introduzir o tratamento quantitativo. Este deve ser feito de tal maneira que os alunos percebam as relações quantitativas sem a necessidade de utilização de códigos muito complexos. Os alunos, a partir do entendimento do assunto, poderão construir seus próprios códigos de compreensão. Outra estratégia interessante é o trabalho em grupo, que visa romper a monotonia de uma aula totalmente expositiva.

Vale salientar que, no ensino de Biologia, quando os alunos trabalham em grupo, tomando como ponto de partida perguntas cujas respostas têm a ver com problemas do seu cotidiano, a aprendizagem resultante é positiva. Para Piaget, o trabalho em equipe, como estratégia, é decisivo no desenvolvimento intelectual do aluno, funcionando os demais membros do grupo como uma forma de controle lógico do pensamento individual.

O professor precisa participar de forma decisiva, procurando incentivar o trabalho participativo de todos e não apenas de alguns. Quando o trabalho de grupo desenvolve-se a contento, a sala ferve com a troca de conhecimentos, a pesquisa acontece e todos participam e desenvolvem, de forma conjunta, a inteligência emocional que só o trabalho em equipe pode favorecer.

É necessário associar os conteúdos necessários à aprendizagem da Biologia às questões relacionadas à vida, de modo que o aluno, tanto agora como no futuro, possa exercer, de maneira convincente, a sua cidadania na plenitude e seja capaz de decidir com autonomia seu destino. Deste modo, eles serão construtores, não só da sua própria vida, mas também de uma nova humanidade que valorize uma

melhor qualidade de vida para as comunidades do futuro, com maior autonomia e consciência da vida.

Ao fazer uma abordagem dos conteúdos a serem estudados através de recursos mais atrativos tais como músicas, vídeos, documentários, reportagens de jornais e/ou revistas ou um acontecimento que marcou a sociedade local, regional, nacional ou mundial, o professor estará contextualizando os conteúdos de modo a torná-los mais atrativos. Neste momento, ele poderá solicitar aos alunos que reflitam sobre o tema abordado. Ele deverá também mostrar para os alunos a importância do tema em evidência, seja para aplicação direta em suas vidas, ou para o entendimento de temas futuros.

A seguir, algumas sugestões organizadas por assunto e série.

### 1º Ano: Organização e equilíbrio biológico

1. Aparecimento de espécies animais em áreas fora de seu habitat natural em função do desmatamento, queimadas, construções de barragens (onças atacando animais domésticos, cobras migrando para áreas residenciais).
2. Construção do açude Castanhão, transferência dos habitantes da cidade de Jaguaribara para Nova Jaguaribara, com grandes mudanças no equilíbrio biológico tanto da população humana quanto da fauna e flora locais.
3. Ataque de muriçoca nas áreas próximo ao rio Cocó (Fortaleza) em decorrência do desmatamento e construções.
4. Soterramento de lagoas e de áreas de escoamento de águas fluviais em Fortaleza, implicando em transbordamento de rios, inundações de vias públicas e casas, mesmo com chuvas de baixo índice pluviométrico.

### 2º Ano: Seres vivos

1. Contextualizar os surtos de dengue no Ceará, doença causada por um vírus e transmitida pelo mosquito *Aedes aegypti* que há 15 anos, no Brasil, era comum apenas na região Norte e foi se alastrando por todo o país.
  - a. Pode ser feita uma pesquisa com a comunidade escolar, de quantos alunos já tiveram dengue, quantas pessoas da família, quais os métodos de prevenção familiar e pública.
  - b. É um momento oportuno para fortalecer a turma com trabalhos mais profundos sobre o vírus da AIDS.
2. Dividir a turma em grupos para pesquisar os fungos mais presentes em nossas vidas, em nossa região, quais os mais utilizados na alimentação (fungo é alimento?), nos remédios.
3. Os reinos animal e vegetal são ricos em atividades que dispensam exemplos, mas podem ser fortalecidos com trabalhos de pesquisas de espécies em extinção, espécies endógenas, exóticas, pioneiras, etc. Pode funcionar como uma ponte para trabalhar ecologia no 3º ano.

4. É salutar fazer uma reflexão sobre a alimentação diária, quantificar o percentual de alimentos de origem animal e o percentual de alimentos de origem vegetal, bem como, saber se o alimento foi produzido na sua cidade, no seu Estado ou fora dele.

### 3º Ano: Evolução

1. Para trabalhar Evolução, poderá ser feito um seminário entre os alunos, em que cada grupo defenderá uma teoria. Depois das defesas, indagar se alguém mudou de idéia com relação às teorias apresentadas.

Cada professor pode ir criando ou modificando sua metodologia segundo as idéias que aparecerão na sala de aula, no desempenho dos grupos de trabalho, nas necessidades que surgirem durante o ano, de forma que aconteçam mudanças que levem o aluno a pensar, a questionar, a se envolver mais com os temas, a tomar gosto pelas descobertas.

Os professores, embora sobrecarregados e sem dispor de tempo para pesquisas constantes, pode eleger, no início do ano letivo ou de cada bimestre, grupos de alunos para realizarem pesquisas e procurarem recursos pedagógicos alternativos para alguns assuntos a serem trabalhados no decorrer do ano. Assim, as aulas se tornam mais envolventes, os alunos se sentirão participando do processo ensino-aprendizagem e mais valorizados, conseqüentemente mais atraídos para pensar e indagar sobre os conhecimentos de Biologia. Tal postura docente contribui para romper com o modelo em que o conhecimento chega à sala de aula pronto e acabado para ser lançado a alunos que, quase sempre, estão despreparados para absorver tal conteúdo.



### Produzindo Exercícios e Avaliações

Quando se discute o tema avaliação deve-se lembrar que este assunto sempre foi considerado de fundamental importância para a escola. A maneira de acesso às principais universidades do país, o vestibular, ilustra bem o quanto este mecanismo de avaliação influencia (nem sempre de forma positiva) a vida daqueles que o fazem. Este exame atinge proporções normativas e, muitas vezes, chega a ter mais poderes do que os próprios programas oficiais, do que os livros didáticos, do que propostas curriculares e, inclusive, os parâmetros curriculares.

Não se pode negar que as provas de vestibular têm grande influência nos ensinos fundamental e médio, pois não se limitam a desempenhar a sua função classificatória para saber quais aqueles alunos vão entrar nas instituições de ensino superior.

Por outro lado, é importante lembrar que estes exames podem se constituir numa importante fonte de dados sobre a população escolar, cumprindo, desta maneira, a maior função da avaliação que é a de informar à sociedade, às escolas, aos alunos, aos professores e aos pais sobre o aprendizado dos estudantes, sobre como está a eficiência das escolas em função das políticas públicas e das relações contextuais entre os estabelecimentos de ensino e a comunidade nas quais estão inseridas.

Atualmente, registra-se a necessidade de ter informações sobre a aprendizagem dos alunos, a partir de dados que possam funcionar como indicadores confiáveis e orientar tomadas de decisões junto aos sistemas escolares. Este é um movimento “brauniano” de origem internacional como explica Krasilchik (2001) “a competição internacional na guerra tecnológica produziu programas internacionais de avaliação que levaram à comparação do resultado obtido pelos alunos em algumas disciplinas, incluindo as Ciências” (p. 38).

Assim como o Sputnik provocou o movimento de reforma dos anos 1960, o desempenho dos alunos norte-americanos nos testes internacionais, produziu em 1985, um documento de grande impacto, denominado *A Nation at Risk*, que serviu de epicentro para uma onda de críticas ao sistema educacional norte-americano e tentativas de reformas que acabaram tendo repercussões no mundo inteiro (GROSS e GROSS, 1985).

Krasilchik (2001) chama atenção no sentido de que:

No Brasil, é parte das políticas governamentais no plano federal ou estadual um conjunto de exames que se destinam a descrever a situação nas várias unidades da federação, no sentido de subsidiar decisões de políticas públicas. Instituições internacionais como o Banco Mundial, Banco Interamericano e a Unesco valem-se desses indicadores para fomentar e financiar projetos que implementem tendências que eles apóiam (p. 43).

Mas os resultados e, especialmente, a validade desses exames no sentido de avaliar o aprendizado em Biologia podem e devem ser contestados em função dos instrumentos avaliativos utilizados. Não se pode concordar que as tradicionais questões de múltipla escolha sejam suficientes para aferir o que se pretende dos alunos nas aulas de Biologia. Além disso, a capacidade de resolver problemas e de demonstrar a compreensão conceitual e a formação que se quer desenvolver nos educandos, exige que se busque também, outras formas de verificar o desempenho escolar.

A aquisição do conhecimento pode se expandir por meio da cooperação entre os agentes promotores. Neste contexto, a responsabilidade do professor não se refere à transmissão de conhecimentos, mas ao compartilhamento de recursos que os estudantes necessitam para a solução do problema.

O método conhecido como **Aprendizagem Baseada em Pro-**

**blema (ABP)**, coloca-se como uma alternativa que contribui para fomentar a atividade criadora dos estudantes, uma vez que o professor compartilha informações e conhecimentos, não de forma acabada, estanque, mas procurando orientar o aluno em tarefas nas quais ele venha buscar vias e meios para sua solução (Gil-PÉREZ, 2006).

A aprendizagem baseada em problemas torna-se mais produtiva quando os alunos formam pequenos grupos para, em conjunto, tentarem resolver os problemas que lhes foram propostos (Vidal, 1999). Estes problemas são, de maneira geral, descrições de fenômenos ou eventos que são observados, cotidianamente, na realidade dos alunos e serão analisados e resolvidos pelos pequenos grupos de cientistas usando conhecimentos adquiridos previamente.

O problema e a discussão que ele gera ativam os conhecimentos prévios mais importantes. Se, para resolver o problema, os conhecimentos prévios não são suficientes, surgirão, durante a discussão, novas perguntas, que por sua vez, serão anotadas para realização de consultas aos livros didáticos após esta primeira tentativa (VIDAL, 1999). Quando os grupos se reunirem novamente, os estudantes terão de enfrentar, mais uma vez, o problema proposto com o objetivo de entender todos os aspectos do mesmo. Se mesmo assim este procedimento não for suficiente, o professor pode propor uma nova consulta ao livro didático (SMITH, 1990).

A **Aprendizagem Baseada em Problema (ABP)** é um processo cíclico em que a discussão em grupo é o ponto de partida para se atingir os objetivos do estudo, de maneira a obter uma aprendizagem integradora e, ao mesmo tempo, desafiadora. Uma outra estratégia é o desenvolvimento de mapas conceituais (Novak, 1991), que podem ser utilizados como uma ferramenta de aprendizagem com a qual os alunos, no momento em que estão lendo ou quando estão participando de uma aula, estabelecem conexões ou relações entre os conceitos estudados.

Com a construção dos mapas conceituais, os estudantes melhoram seus pré-requisitos de estudo, já que devem identificar os conceitos básicos e estabelecer proposições que permitam conectá-los. Desta forma, o domínio dos conhecimentos é estabelecido a partir de um nível estável e bem organizado, revelando, de maneira mais clara, a estrutura do objeto de estudo, tornando possível a retenção da aprendizagem por um período mais longo (NOVAK, 1991).

É recomendável construir mapas conceituais relativos a um segmento de um texto de Biologia ou um problema particular que envolva a Biologia, ou a uma questão em Biologia que os alunos têm dificuldade em compreender. Também é interessante o estabelecimento de uma interdisciplinaridade com a ABP, já que os alunos tendem a se sentir desafiados em resolver o problema proposto e estão sempre interessados em buscar novas formas de resolução (BRAVO, VIDAL, 2001).

A construção de mapas conceituais associada a ABP tem etapas específicas e fundamentais para a assimilação completa dos conceitos

estudados. As etapas são as seguintes: preparatória, materializada, verbal e mental.

**Fase Preparatória:** é uma fase com caráter motivacional e de orientação, tem lugar nas discussões, conferências ou aulas teóricas. Nesta fase, o professor pede, por exemplo, as diferenças entre fórmula molecular e fórmula empírica de um determinado composto. Também pode aproveitar e explicar o que são mapas conceituais, suas características, utilidade e o procedimento para construí-los (NOVAK, 1991).

**Fase Materializada:** esta fase deve ocorrer nas primeiras aulas de resolução de problemas, em que o estudante vai interagir com o objeto de estudo. Como pré-requisito, o estudante deverá conhecer o tema em questão para que possa ser possível identificar os conceitos básicos e começar o processo de construção do mapa. Para tanto, nas aulas anteriores os alunos devem ser estimulados previamente a estudar (usando o livro didático e outras fontes de consulta) assuntos co-relacionados (NOVAK, 1991). Após este estudo, já em sala de aula, o problema proposto deverá ser resolvido mediante o seguinte procedimento:

1. Ler com cuidado o enunciado do problema.
2. Reconhecer os conceitos básicos presentes explícita ou implicitamente no enunciado do problema.
3. Elaborar uma lista de conceitos, do geral para o mais específico.
4. Construir o mapa estabelecendo as relações entre os conceitos mediante palavras-elo.
5. Reelaborar o mapa, pelo menos uma vez, para encontrar novas relações entre os conceitos implicados.
6. Resolver o problema seguindo o procedimento estabelecido no mapa conceitual.

**Fase Verbal:** a principal característica desta fase é a linguagem oral e escrita. Nesta etapa, os estudantes construirão os mapas conceituais em pequenos grupos durante a aula, assessorados pelo professor, de maneira que a interação entre eles esteja garantida para que os alunos possam exteriorizar suas próprias estruturas conceituais, conhecer outras concepções dos colegas proporcionando, desta maneira, uma maior comunicação entre todos os participantes, inclusive desenvolvendo ajudas recíprocas entre eles.

**Fase Mental:** agora chega o momento em que o estudante deverá resolver as tarefas sem apoio externo. Nesta fase, o mapa conceitual é utilizado como um instrumento para o controle da aprendizagem dos conteúdos dos alunos. Sempre é aconselhável começar com um problema simples, mas que tenha no seu bojo uma boa repercussão conceitual.

A utilização do método de resolução de problemas é bastante interessante assim como o desenvolvimento de mapas conceituais, no entanto, é necessário que os professores dominem estes procedimentos, de modo a alcançar a aplicabilidade destes métodos.

No que diz respeito a processo de avaliação, acredita-se que as provas dissertativas e redações teriam como função maior fazer com que os alunos escrevam, demonstrando capacidade de organização lógica e de expressão temática. Esta reconhecida limitação dos instrumentos de avaliação mais usados, não impede, no entanto, que os dados numéricos sejam divulgados como resultados confiáveis, exercendo considerável influência na opinião que a sociedade tem da escola. De posse desses números, os meios de comunicação de massa passam a divulgá-los com interpretações que, muitas vezes, deveriam passar por análises mais aprofundadas.

Conforme KRASILCHIK (2001, p. 45) “tais dados são aceitos sem discussão pela população em geral, tornando premente a necessidade de uma coleta sistemática de informações coerentes das variáveis que agem no aprendizado da Biologia e das Ciências e que refletiram os objetivos do currículo”.

Em 1997, o SAEB realizou uma avaliação com os alunos que concluíram o Ensino Médio em nove estados brasileiros e constatou que, em Biologia, os estudantes do turno da manhã acertaram menos de 47% das questões, os da tarde, 35,5%, e os da noite, 29%. Em Física, foram 33% de acertos para os alunos da manhã, 28% para os da tarde e 27,5% para os da noite. Em Química confirmou problemas com relação a todos os conteúdos e habilidades, com os alunos da manhã acertando 33% da prova, os da tarde, 27,5%, e os da noite, 25%.

Como é possível observar existem pequenas variações e diferenças nos turnos examinados, entretanto, o desempenho dos alunos deixa muito a desejar (Krasilchik, 2001). Os resultados mostram que o desempenho dos estudantes encontra-se muito aquém dos padrões internacionais e que a melhoria desses indicadores pressupõe mudanças significativas no processo ensino-aprendizagem.

Compete ao professor realizar um detalhado diagnóstico dos alunos, utilizando estratégias variadas como trabalhos individuais ou em grupos, avaliações formativas e diagnósticas, conversas em grupo ou em particular, de modo a conseguir obter dados que apontem para as reais necessidades cognitivas dos alunos. Assim, será possível o professor constatar se os alunos estão ou não se apropriando dos assuntos e se é adequado permanecer com o ritmo de aula que ele havia planejado ou será necessário modificar este ritmo, de maneira a obter melhores resultados.

Vale ressaltar que não se deve submeter os alunos a testes constantes, muitas vezes mal elaborados e supervalorizados. DUTARI (1974, p. 03) afirma que “fazer um teste é como olhar pelo buraco de uma fechadura, além de não ser possível ver tudo como realmente é, tudo não passa de uma grande falta de educação”.

O processo de globalização deu vazão a discussão que, no mínimo, se revela equivocada: é, realmente, necessário ensinar conhecimentos em Biologia ou se deve desenvolver as habilidades de Biologia. Para justificar a segunda assertiva, se argumenta que a ciência evolui

muito rápido e que, desse modo, os conhecimentos em Biologia, ou em qualquer outra ciência, logo estão ultrapassados. Na realidade, os conhecimentos científicos não evoluem rapidamente, o que evolui com grande velocidade são as aplicações tecnológicas.

É preciso destacar que os conhecimentos mínimos que um aluno deve ter para poder entender um livro de Biologia praticamente não mudaram nos últimos cinquenta anos. De todos os aspectos até aqui comentados, o professor precisa ter como base que a avaliação dos alunos necessita ocorrer, de acordo com as especificidades da Biologia, mediante provas, exercícios, projetos, relatórios ou outras atividades que julguem adequadas e necessárias.

Mas o professor não precisa, obrigatoriamente, realizar uma prova escrita, individual, concluindo um ciclo de avaliação. Ele poderá utilizar outros instrumentos de avaliação, como, por exemplo, trabalhos de pesquisa ou exercícios mais elaborados, tarefas individuais escritas, trabalhos de equipe com apresentação oral e documento escrito, pesquisas científicas, pesquisas experimentais, elaboração de portfólios, relatórios de aulas práticas e relatórios de aulas de campo (KRASILCHIK, 2001).

Vale também chamar atenção para os princípios que norteiam o processo de avaliação:

- Todo aluno tem o direito de saber o que cada professor espera dele e que critérios serão adotados para avaliá-lo.
- A avaliação escolar implica em julgamento de valor, o que requer a análise do resultado de vários e diferentes instrumentos de avaliação.
- Objetivos do ensino e avaliação do desempenho escolar formam uma parceria inseparável.
- A avaliação do desempenho escolar tem função diagnóstica, de controle e classificatória, nunca de punição.



### **Lendo, Acessando, Ouvindo e Assistindo**

Nos dias atuais, a tecnologia computacional tem mudado a prática de quase todas as atividades, até mesmo as educacionais. Pode-se dizer que a criação de sistemas computacionais com fins educacionais tem acompanhado de forma constante a própria história e evolução dos computadores.

Não se pode negar que a utilização de ambientes virtuais pelos alunos é altamente recomendável, mas é preciso lembrar-se de adequar espaços físicos, recursos materiais e carga horária das disciplinas, bem como disponibilizar, para uso exclusivo dos professores, computadores conectados à internet nos laboratórios ou bibliotecas, além da criação de ambientes de estudo para os mesmos.

O uso de material didático de boa qualidade e recursos multimídia nas aulas, promovem o interesse e a concentração, já que se vive



numa sociedade em que o apelo visual e o uso das imagens são cada vez mais privilegiados.

É possível perceber a grande evolução que aconteceu a partir dos primeiros sistemas computacionais aos atuais sistemas que “imitam” a ação de um tutor, gerando problemas de acordo com o nível de entendimento de um estudante em particular, comparando as respostas dos estudantes com as de especialistas na área, diagnosticando fraquezas, associando explicações específicas para certos tipos de erros, decidindo quando e como intervir (BARANAUSKAS, ROCHA, MARTINS e D’AREU. In: VALENTE, 1999).

Quem lida com tais sistemas logo percebe que o principal objetivo é encorajar o estudante a tomar a iniciativa, sendo o aprendizado entendido não como mera aquisição de conhecimento, mas como uma evolução em direção à sua consolidação. A tecnologia de redes de computadores viabiliza funções em que não só os estudantes, mas os próprios professores podem desenvolver suas atividades de um modo colaborativo.

A informação é a unidade básica para o ensino assistido ou auxiliado por computador. O ensino, realizado desta maneira, preocupa-se com os processos de como adquirir, armazenar, representar, transmitir e, principalmente, compartilhar informação. Nesse sentido, o computador é visto como uma ferramenta importante de armazenamento, representação e transmissão da informação.

O aprendizado é entendido como a construção individual do conhecimento a partir de atividades de exploração, investigação e descoberta. Sistemas, nessa classe, é um análogo dos sistemas físicos estudados por cientistas: não ensinam nem instruem, apenas têm um determinado comportamento. É o aprendiz, como cientista, que aprende os princípios, analisando o comportamento do sistema em experimentação (THOMPSON, 1987. In VALENTE, 1999).

De modo geral, os princípios que fundamentam um ambiente interativo de aprendizagem incluem: construção e não instrução (estudantes aprendem mais efetivamente construindo seu próprio conhecimento); controle do estudante e não controle do sistema (o estudante tem um controle não exclusivo, mas mais significativo da interação na aprendizagem); individualização que é determinada pelo estudante e não pelo sistema; *feedback* rico, gerado a partir da interação do estudante com o ambiente de aprendizagem e não pelo sistema (BARANAUSKAS, ROCHA, MARTINS e D’ABREU. In: VALENTE, 1999)

Tudo isso é muito interessante, entretanto é recomendável que os alunos, após utilizarem qualquer ambiente virtual, sejam estimulados a produzir textos explicativos ou descritivos de como a experiência ou fenômeno observado através do ambiente utilizado, ocorreu para que eles entendam e aprendam com mais segurança os conhecimentos fundamentais de Biologia, de Química ou de Física. Está comprovado cientificamente que “[...] o ato de mover a mão está intimamente relacionado ao comando cerebral e isto favorece a aprendizagem”

(BENT, 1980). Podemos situar como exemplos nessa classe: sistemas de modelagem e simulação, micromundos, o uso de linguagens de programação e sistemas de autoria.

### Lendo

A utilização de livros e trabalhos de renomados autores e com comprovação científica é de suma importância para um verdadeiro aprendizado da Biologia moderna. Como se sabe, as ciências biológicas têm se desenvolvido muito nos últimos anos, criando uma gama de especializações nas áreas da biologia geral, genética, ecologia, fisiologia humana, bioquímica, botânica e do desenvolvimento dos seres vivos em nosso planeta ou fora dele, como é comprovado nos experimentos realizados na estação espacial internacional.

Apresentamos a seguir alguns autores que poderão ajudá-lo no aprendizado das diversas áreas da Biologia atual.

CURTIS, H. **Biologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1989.

KROGH, D. **Biology**: a guide to the natural world. Upper Saddle River. Prentice Hall. 2000.

MILLER, K. R. & LEVINE, J. L. **Biology**. 5. ed. Upper Saddle River. Practice Hall. 2000.

PURVES, K. W., SADAVA, D., ORIANI, G. H., HELLER, H.C. **Vida: a ciência da Biologia**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

BORGES-OSÓRIO, M. R. & WANYCE, M. R. **Genética humana**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

DAVIES, K. **Decifrando o genoma**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

RIDLEY, Matt. **Genoma**. São Paulo: Record, 2001.

SNUSTAD, D. P. & SIMMONS, M. J. **Fundamentos de Genética**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos de Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PORRIT, J. **Salve a Terra**. São Paulo: Globo, 1991.

ODUM, E. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

CONSTANZO, L. S. **Fisiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica**. São Paulo: Ernesto Reichmann, 2000.

WHITERS, P. C. **Comparative animal physiology**. Fort Worth. Saunders College. 1992.

CAMPBELL, Mary K. **Bioquímica**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

GOJDBERG, Stephen. **Descobrimos Bioquímica**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

- LENHIGER, A. L.; NELSON, K. Y.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 2.ed. São Paulo: Sarvier, 1995.
- VIEIRA, Enio Cardillo; Gazzinelli, G.; MARES-GUIA, Marcos. **Bioquímica celular e biologia molecular**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1999.
- ABBAS, A. K, LICHTMAN, A. H, POBER, J. S. **Imunologia Celular e Molecular**. São Paulo: Livraria Polytécnica, 2005.
- TIZARD, I. R., **Imunologia veterinária: uma introdução**. São Paulo: Roca, 1998.
- ATTENBOROUGH, D. **A vida privada das plantas**. Lisboa: Gradiva, 1995.
- FERRI, M. G. **Botânica**. 2.ed. São Paulo: EPU, 1985.
- OLIVEIRA, E. C. de. **Introdução à biologia vegetal**. São Paulo: Edusp, 1996.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. E.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
- CARVALHO, J. C. de Melo (org) **Atlas da fauna brasileira**. 2.ed. São Paulo: Melhoramentos, 1995.
- POUGH, F. et alii. **A vida dos vertebrados**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1999.
- RUPPERT, E. E. & BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados**. 6.ed. São Paulo: Roca, 1996.
- STORER, T. & USINGER, R. **Zoologia geral**. 3.ed. São Paulo: Nacional, 1997.

## Acessando

Alguns recursos úteis para os profissionais que trabalham com Biologia são disponibilizados, gratuitamente no *site* <http://zoo.bio.ufpr.br>.

- **Adobe Acrobat Reader**: permite ler arquivos no formato mais comumente utilizado pelas revistas *on-line*.
- **Google**: considerado, por muitos, como o melhor *site* de busca, apresentando recursos para busca por texto ou de imagens.
- **Altavista**: potente *site* de busca que inclui alguns recursos adicionais como tradução.
- **Webferret**: este é um programa bem potente de busca (não é um *site*).
- **Portal da Informação**: *site* mantido pelo sistema de bibliotecas da UFPR com diversos recursos (alguns indicados a seguir) que podem ser utilizados a partir de computadores da UFPR e de alguns outros computadores.
- **Webofscience**: *site* de levantamento bibliográfico disponibilizado pela FAPESP.
- **Science direct**: *site* que permite acesso a revistas científicas em formato Adobe Acrobat Reader.
- **Periódicos da CAPES**: *site* que permite acesso a jornais científicos disponibilizados pela CAPES-MEC.

- **Revistas Brasileiras on-line:** muitas revistas brasileiras estão disponibilizadas gratuitamente na internet. O site chama-se SCIELO.
- **Pubmed:** Arquivos de jornais em biologia; <http://www.uefs.br/dcbio/revistabiologia/index.html>.
- **The Tree of Life:** a filogenia da vida.
- **TreeBase:** outro *site* sobre filogenia (cladogramas e matrizes).
- **Abebooks:** um *site* que associa “sebos” de diversos países e vende livros a preços bastante razoáveis.
- **A Origem das espécies** de Charles Darwin (*on-line*), **The descend of man** de Charles Darwin (*on-line*); **The voyage of the Beagle** de Charles Darwin (*on-line*);
- **Basics of Cladistics Analysis** por Diana Lipscomb (precisa de **Adobe Acrobat Reader** para ler e imprimir).
- **The Complete Cladist (1ª edição):** trata-se de um livro de excelente qualidade disponibilizado gratuitamente na internet, em formato Adobe Acrobat Reader. Metodologia de Sistemática Filogenética explicada passo a passo, de forma muito clara e objetiva.
- **Fishbase:** um *site* excelente para se obter informações sobre espécies de peixes. Bastante completo, com ilustrações, informações sobre biologia, ecologia, dentre inúmeras outras.
- **Neodat:** um *site* com dados sobre as coleções de peixes neotropicais (água doce).
- **Insetos sociais; Biodiversity on the Internet:** acesso a diversos bancos de dados disponíveis *on-line*.
- **Programas de Filogenia:** mantido pelo Dr. Joe Felsenstein é um dos *sites* mais conhecidos na área.
- **Molecular Biology Software Bioedit:** um programa gratuito que utiliza recursos próprios, de outros pacotes de *software* e da internet na manipulação e interpretação de seqüências de moléculas.
- **Treeview:** programa para desenho e visualização de árvores filogenéticas.
- **DNA Learning Center:** quase tudo o que você queria (ou precisa) saber sobre DNA, ensinado através de shows de *slides*, animações, etc.
- **BIODIDAC:** recursos visuais para ensino de Biologia.
- **Microscopia:** excelente *site* sobre microscopia, com microscópio virtual e tudo. No *site* [http://www.froguts.com/flash\\_content/demo/frog.html](http://www.froguts.com/flash_content/demo/frog.html) faça uma dissecação de um anfíbio, virtualmente.

A seguir encontram-se relacionados um conjunto de *sites* para acesso de professores e alunos, com vistas a aprofundar temas e assuntos no campo da Biologia.

[www.universitario.com.br/celo](http://www.universitario.com.br/celo): é um portal para vários *sites* relacionados com a Biologia, que em sua maioria apresentam seu conteúdo com animações nos mais diferentes assuntos.

[www.escolanet.com.br](http://www.escolanet.com.br): *site* com variedades de informações para professores, incluindo temas variados, especialmente no *Ao mestre com carinho*.

<http://www.mma.gov.br>: *site* do Ministério do Meio Ambiente, disponibiliza informações e dados sobre o meio ambiente brasileiro, assim como programas, projetos e ações desenvolvidas pelo Governo e outras instituições que trabalham com o setor. Além de uma excelente Biblioteca Virtual, contém também documentos oficiais nacionais e internacionais.

[www.grupobiologiaesaude.com.br](http://www.grupobiologiaesaude.com.br): o Grupo Biologia e Saúde é constituído de um seleto grupo de profissionais médicos, odontólogos e acadêmicos da área da saúde. Realiza um projeto de Medicina Preventiva, através de palestras com recursos visuais, no intuito de informar de maneira clara e objetiva acerca das principais patologias que acometem a população em geral. [www.moderna.com.br/biologia](http://www.moderna.com.br/biologia): Temas de Biologia é um instrumento de apoio à disciplina no Ensino Médio, preparado por Mariano Amabis e Gilberto Martho e utilizado por professores de todo o Brasil. Contém propostas de atividades para desenvolver em sala aula, textos com atualidades biológicas e transparências que podem ser acessados e feito down load.

[www.jupisa.net/atlasveg/focara.html](http://www.jupisa.net/atlasveg/focara.html): contém um atlas de anatomia vegetal, com detalhes sobre cada parte de uma planta.

[acd.ufrj.br/LabImgBio/labimgbi.htm](http://acd.ufrj.br/LabImgBio/labimgbi.htm): Laboratório do Departamento de Histologia e Embriologia do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro para pesquisa e produção de material didático ligado à imagem biológica (principalmente em Biologia Celular, Histologia e Embriologia). As principais metodologias são a informática e a microscopia óptica, mas usa-se também fotografia, vídeo e outras técnicas. A computação é usada para análise e processamento de imagem na pesquisa e como meio de produção de material didático.

[www.baleiajubarte.com.br](http://www.baleiajubarte.com.br): *site* que tem como missão “conservar as baleias jubarte e outros cetáceos do Brasil, contribuindo para harmonizar a atividade humana com a preservação do patrimônio natural para o benefício dos cidadãos de hoje e das futuras gerações.”

[www.cbpd.com.br](http://www.cbpd.com.br): A Confederação Brasileira de Pesca e Desportos Subaquáticos é reconhecida oficialmente como a Entidade Federal de Administração da Pesca e do Mergulho” no Brasil.

<http://florabrasiliensis.cria.org.br/>: A Flora brasiliensis foi produzida entre 1840 e 1906 pelos editores Carl Friedrich Philipp Von Martius, August Wilhelm Eichler e Ignatz Urban, com a participação de 65 especialistas de vários países. Contém tratamentos taxonômicos de 22.767 espécies, a maioria de angiospermas brasileiras, reunidos em 15 volumes, divididos em 40 partes, com um total de 10.367 páginas.

[www.faunabrasil.com.br](http://www.faunabrasil.com.br): este *site* é dedicado a todos aqueles que participam da conservação e preservação da fauna brasileira, vida e ambiente. Não possui fins financeiros por isso busca a participação e colaboração de: estudantes de graduação, pós-graduação, mestres, doutores, profissionais, políticos, ONG, ambientalistas e principal-

mente os produtores rurais, através de artigos, curiosidades, fotos e participação no fórum.

<http://www.ambientebrasil.com.br>: a missão do Portal é estimular a ampliação do conhecimento ambiental e a formação de uma consciência crítica sobre os problemas e soluções para o meio ambiente, idealizando a obtenção de conhecimentos de forma organizada, sistemática e com velocidade, através de ambientes que orientam, informam e oferecem facilidades.

[www.orquideana.com.br](http://www.orquideana.com.br): as orquídeas estão organizadas em mais de 1.800 gêneros, subdivididos em torno de 30.000 espécies. Este banco de dados é um guia para os orquidófilos brasileiros, professores, estudantes e amantes das orquídeas em geral.

[www.animalplanetbrasil.com](http://www.animalplanetbrasil.com): *site* com ricas informações sobre animais, contendo histórias, vídeos e atividades interativas.

[www.discoverybrasil.com](http://www.discoverybrasil.com): *site* do Discovery Channel disponibilizando grande acervo de informações, vídeos, atividades interativas, e um excelente fórum aberto a todos os interessados.

[www.arvoresbrasil.com.br](http://www.arvoresbrasil.com.br): o *site* tem como objetivo informar sobre as espécies arbóreas brasileiras, tão pouco divulgadas em livros. Dispõe de um banco de dados com as árvores brasileiras, que podem ser vistas em “Lista de Espécies”. Tem também como objetivo informar a importância do reflorestamento diante o desmatamento que já dura décadas, ensinar como semear, cuidar, plantar e manter uma muda de árvore nativa do Brasil, mostrar a unidade árvore construindo diferentes biomas, sendo a unidade primária para a vida, apontar a importância das matas ciliares para combater a falta de água que já castiga muitos países do mundo. Disponibiliza espaço para troca de idéias e informações no Fórum.

Apesar da disponibilidade do conhecimento através da rede mundial de computadores, é preciso ter muito cuidado com as informações recebidas, haja vista o grande número charlatões existentes.

A seguir mais algumas sugestões metodológicas que podem ser adequadas à realidade de cada professor:

**Aulas de campo:** Jardim Botânico; Laboratório de Ciências do Mar (LABOMAR); Cervejaria; Museu da Cachaça; Banco de Sangue (HEMOCE); Aterro sanitário, Lixão; Rios, barragens; Áreas de Conservação, Preservação, Reservas particulares, etc.

### Assistindo

A filmografia sobre temas e assuntos relacionados à Biologia é variada, podendo ser encontrados filmes de ficção científica e documentários. A relação a seguir indica alguns títulos, facilmente encontrados em DVD nas videolocadoras.

**A Corrente do Bem (Pay It Forward):** Eugene Simonet (Kevin Spacey), um professor de Estudos Sociais, faz um desafio aos seus alunos em uma de suas aulas: que eles criem algo que possa mudar o mundo.

Trevor McKinney (Haley Joel Osment), um de seus alunos, incentivado pelo desafio do professor, cria um novo jogo, chamado “pay it forward”, em que a cada favor que recebe você retribui a três outras pessoas. Surpreendentemente, a idéia funciona, ajudando o próprio Eugene a se desvencilhar de segredos do passado e também a mãe de Trevor, Arlene (Helen Hunt), a encontrar um novo sentido em sua vida.

**Uma Verdade Inconveniente (An Inconvenient Truth):** a maioria conhece o político Al Gore somente pelo fato dele ter sido derrotado por George W. Bush na campanha eleitoral pela presidência dos EUA em 2000. Aqui, o cineasta mostra os esforços de Gore a fim de alertar a população mundial em relação ao super-aquecimento global. Ganhou o Oscar de melhor documentário de 2007.

**Gattaca - Experiência Genética (Gattaca):** num futuro no qual os seres humanos são criados geneticamente em laboratórios, as pessoas concebidas biologicamente são consideradas “inválidas”. Vincent Freeman (Ethan Hawke), um “inválido”, consegue um lugar de destaque na corporação, escondendo sua verdadeira origem. Mas um misterioso caso de assassinato pode expôr seu passado.

**A Epidemia (Virus au paradis / Bird Flu):** um terrível vírus mortal está espalhando-se rapidamente por toda a Europa através de uma simples tosse. Produção tensa de suspense que mostra uma verdadeira corrida contra o relógio para destruir um perigoso inimigo da humanidade. A vida de toda a população está à beira da destruição e uma equipe precisa impedir que o vírus se alastre, mas as coisas ficam ainda mais complicadas depois que um grupo de aves migratórias carregam a doença e ameaçam transmiti-la por todo o globo terrestre. A tensão vai crescendo conforme o tempo passa, e a sobrevivência de muita gente está nas mãos de poucas pessoas.

**Viagem Insólita (Innerspace):** Tuck Pendleton (Dennis Quaid), um piloto de teste da Marinha, se ofereceu para uma experiência médica altamente perigosa: um submarino com Tuck no comando foi encolhido até o tamanho molecular, para ser inserido no corpo de um coelho vivo. Se bem sucedido, o teste poderá resultar em inovações radicais em técnicas cirúrgicas. Entretanto, alguns ladrões tentam roubar Tuck e o submarino enquanto ambos estavam miniaturizados e, por acidente, Tuck e o submarino acabam sendo injetados no corpo de Jack Putter (Martin Short), um amável balconista hipocondríaco. Assim, Jack tem de lidar com coisas que nunca mexeu na vida para tentar salvar Tuck.

**A Ilha do Dr. Moreau (The Island of Dr. Moreau):** em um futuro próximo um homem (Val Kilmer) em missão militar sofre um acidente no seu avião e, depois de vários dias, é resgatado por um cientista que o leva a uma remota ilha, onde um famoso geneticista (Marlon Brando) vencedor do prêmio Nobel faz experiências com o DNA e tenta criar uma raça perfeita, transformando animais selvagens em seres humanos. Porém, esta estranha mutação vai criar situações imprevisíveis.

**A Marcha dos Pingüins (La Marche de l'empereur / March Of the Penguins / The Emperor's Journey):** na Antártida, toda vez que chega o mês de março, centenas de pingüins fazem uma jornada que levará milhares de milhas de distância pelo continente a pé, enfrentando animais ferozes, temperaturas frias, ventos congelantes, através das águas profundas e traíçoeiras. Tudo para encontrar o amor verdadeiro. Documentário narrado por Morgan Freeman, Charles Berling e Jules Sitruk.

**O Óleo de Lorenzo (Lorenzo's Oil):** um garoto levava uma vida normal até que, quando tinha seis anos, estranhas coisas aconteceram, pois ele passa a ter diversos problemas de ordem mental que são diagnosticados como ALD, uma doença extremamente rara que provoca uma incurável degeneração no cérebro, levando o paciente à morte em, no máximo, dois anos. Os pais do menino ficam frustrados com o fracasso dos médicos e a falta de medicamento para uma doença desta natureza. Assim, começam a estudar e a pesquisar sozinhos, na esperança de descobrir algo que possa deter o avanço da doença.

**Evolução (Evolution):** um meteoro vindo do espaço, carregando organismos extraterrestres, cai no deserto do Novo México, nos Estados Unidos. Os organismos rapidamente se adaptam ao novo ambiente, lá se multiplicando e evoluindo e logo se tornando uma ameaça real à toda humanidade. Para combatê-los é enviado o exército americano e uma equipe de cientistas liderada pela Dra. Allison Reed (Julianne Moore), que precisará lidar ainda com os cientistas Ira Kane (David Duchovny) e Harry Block (Orlando Jones), os autores da descoberta acerca dos alienígenas.

**Quem Somos Nós?:** produção que mistura documentário, ficção e animações. Amanda (Marlee Matlin) se vê numa experiência fantástica quando sua vida cotidiana começa a desenredar-se, revelando o mundo incerto de valores ocultos, encobertos por uma realidade alarmante, que a maioria de nós considera normal.

### Ouvindo

Existe um acervo bom de músicas que podem ser incluídas no estudo da Biologia, no entanto, o trabalho ganha mais cumplicidade se o professor levar alguns exemplos e solicitar a ajuda dos alunos para fazerem uma coletânea. Isso vai fazer com que os mesmos reflitam sobre a qualidade do que eles escutam e passem a apreciar outros estilos.

**Sal da Terra** (Beto Guedes)

**Planeta Água** (Guilherme Arantes)

**Herdeiros do Futuro** (Toquinho e Elifas Andreato)

**Meu País** (Zezé de Camargo e Luciano)

**As Baleias** (Roberto Carlos)

**O Progresso** (Roberto Carlos)

**A Mágica das Águas** (Plínio Oliveira)

**Assum Preto** (Luis Gonzaga)



Para concluir é bom lembrar que antes de se desenvolver qualquer forma metodológica no estudo de Biologia, faz-se necessário o aprimoramento dos profissionais, despertando nestes a curiosidade, a investigação na tentativa de superar os próprios limites. As aulas teóricas devem relacionar a teoria com aulas práticas, o que facilitará o melhor entendimento e aprendizado.

### Referências

- AMORIM, A. C. R & CURADO, M. C. C. **A Produção do conhecimento científico em aulas de biologia**: processos ou produtos? *Jornal Ciência e Ensino*. 1997.
- \_\_\_\_\_. **Interações entre ciência/tecnologia/sociedade no ensino médio**: perspectivas para a unidade entre teoria e prática no currículo. *Anais do IX Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino*. n. 2, v.1/1. 1998.
- BENT, H. A. **Educação em química**. Londres: Graham Hill, 1980.
- BIZZO, Nélio. **Um pouco de história brasileira das ciências biológicas no Brasil**. In: *Orientações Curriculares do Ensino Médio*. SEMTEC/MEC. Brasília.2004.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília. MEC. 1999.
- BRAVO, S.; VIDAL, G. (2001) <http://www.educar.org/articulos/Usodemapas.htm>
- COLL, C. e MIRAS, M.A. Representação mútua professor/aluno e suas repercussões sobre o Ensino e a aprendizagem. Em Coll, C.; Palacios, J. & Marchesi, (Orgs.), **Desenvolvimento psicológico e Educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GIL, Antonio C. **Didática no curso superior**. São Paulo: Atlas, 2006.
- KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU/Edusp, 2001.
- \_\_\_\_\_. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: EDUSP, 2004.
- NOVAK, J.D. **Ajudar os alunos a aprender como aprender**. A opinião de um professor investigador. *Revista Ensino de Ciências*. 1991.
- SMITH, H. G. **Educational aspects of Problem-Based Learning** in W. M. G. Jochems (Ed.). *Aktiv. Onderwijs*. Delft. Delftse Universitaire Pers. 1990.
- VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas - SP. Unicamp/Nied. 1999.
- VIDAL, G. **Uma concepção didática integradora da Química Geral para as profissões de Ciências Naturais**. Cuba: Tese de Doutorado, Universidade de Habana, 1999.

### QUÍMICA

#### Autora

**Helena Silva Almeida**

Graduada em Ciências com Habilitação em Química - UECE

Especialista em Informática Educativa - UECE

Mestre em Supervisão Pedagógica no Ensino da Física e Química -  
Universidade do Minho/Portugal

Técnica em Educação da CEAPE/CDESC/SEDUC

#### Revisão Técnica

**Amália Barreto Lima Mesquita**

Licenciatura em Química - UFC

Bacharel em Química Industrial - UFC

Especialização em Formação de Formadores - UFC

Técnica em Educação da CEAPE/CDESC/SEDUC

### BIOLOGIA

#### Autores

**Rickardo Léo Ramos Gomes**

Graduação em Agronomia - UFC

Habilitação em Química, Física, Biologia e Matemática - UVA

Especialização em Metodologia do Ensino da Ciência - UECE

Mestre em Fitotecnia - UFC

Técnico em Educação da CDESC/SEDUC

**José Frederico Rodrigues de Andrade Neto**

Licenciatura em Biologia - UFC

Especialização em Bioquímica - UFC

**Francisca Valdelice Araújo do Vale**

Bacharelado em Agronomia - UFC

Licenciatura em Agronomia - UFC

Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente - UFC

Técnico em Educação da SEFOR/SEDUC

#### Revisão Técnica

**Inaê Pessoa Monteiro**

Bacharelado em Enfermagem - UNIFOR

Licenciatura em Biologia - UECE

Especialização em Relações Humanas e Dinâmicas grupais - UVA

Técnica em Educação da CDESC/SEDUC

### MATEMÁTICA

#### Autor

**Antonio de Pádua Raposo Mazulo**

Bacharel em Matemática - UFC

Licenciatura em Matemática - UFC

Mestrado em Educação - UFC

Técnico em Educação da CDESC/SEDUC

### Revisão Técnica

**José Helder de Mesquita Filho**

Bacharel em Engenharia Agrônoma - UFC

Licenciatura Plena em Matemática - UECE

Especialista em Ensino de Matemática - UECE

### FÍSICA

#### Autor

**Pedro Reginaldo Bruno da Costa**

Licenciatura em Ciências c/Habilitação em Física - UECE

Professor da Rede Estadual de Ensino

**Jafaron Batista de Sousa**

Licenciatura em Ciências c/Habilitação em Física - UECE

Especialista em Planejamento Educacional - UECE

Professor da Rede Estadual de Ensino

### Revisão Técnica

**José Wally Mendonça**

Doutorando em Física - UFC

Mestrado em Física - UFC

Bacharelado em Física - UFC

Técnico em Educação da CDESC/SEDUC

### Concepção e Organização da Coleção

**Germânia Kelly Furtado Ferreira**

Licenciada em Pedagogia, especialização em Informática Educativa e Mestre em Computação - Informática Educativa (UECE).

Assessor Técnico da Célula de Desenvolvimento de Pessoas da SEDUC.

### Coordenação da Coleção

**Denílson Albano Portácio**

Licenciado em Letras pela UFC

Especialização em Investigação Literária (UFC), em Planejamento de Ensino e Avaliação de Aprendizagem (UFC) e em Gestão Escolar (UECE/UEDESC).

Mestre em Letras pela UFC.

Assessor Técnico da CEAPE/CDESC/SEDUC.

**Maria da Conceição Sales Mesquita**

Licenciada e Bacharel em Geografia(UECE), especialização em Gestão Escolar (UECE/UEDESC), especialização em Planejamento Educacional - UNIVERSO

Técnica da Célula de Desenvolvimento de Pessoas da SEDUC.

