



# Ciências Biológicas

## Cadernos CB Virtual 7

❖Rafael Angel Torquemada Guerra (Org.)

❖Luciano de Brito Junior ❖Maria José Candido Barbosa

❖Paulo César Geglio ❖Sônia de Almeida Pimenta





**Universidade Federal da Paraíba  
Universidade Aberta do Brasil  
UFPB VIRTUAL**

**COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS À DISTÂNCIA**

Caixa Postal 5046– Campus Universitário - 58.051-900 – João Pessoa

Fone: 3216-7781 e 8832-6059

Home-page: portal.virtual.ufpb.br/biologia

**UFPB**

**Reitor**

Rômulo Soares Polari

**Pró-Reitor de Graduação**

Valdir Barbosa Bezerra

**UFPB Virtual**

**Coordenador**

Renata Patricia Lima Geronymo M. Pinto

**Centro de Ciências Exatas e da Natureza**

**Diretor**

Antônio José Creão Duarte

**Departamento de Sistemática e Ecologia**

**Chefe**

Juraci Alves de Melo

**Curso de Licenciatura em Ciências  
Biológicas à Distância**

**Coordenador**

Rafael Angel Torquemada Guerra

**Coordenação de Tutoria**

Márcio Bernardino da Silva

**Coordenação Pedagógica**

Isolda Ayres Viana Ramos

**Coordenação de Estágio**

Paulo César Geglio

**Apoio de Designer Instrucional**

Luizângela da Fonseca Silva

**Artes, Design e Diagramação**

Romulo Jorge Barbosa da Silva

**Apoio Áudio Visual**

Edgard Adelino Ruiz Sibrão

**Ilustrações**

Christiane Rose de Castro Gusmão

**Fotos da contracapa:** Rafael Angel Torquemada Guerra

**Arte e Montagem da Contracapa:** Romulo Jorge Barbosa da Silva

C 569 Cadernos Cb Virtual 7 / Rafael Angel  
Torquemada Guerra ... [Org.]-  
João Pessoa: Ed. Universitária, 2011.  
262 p. : Il.  
ISBN: 978-85-7745-822-6  
Educação a Distância. 2. Biologia  
I. Guerra, Rafael Angel  
Torquemada Guerra.  
UFPB/BC CDU: 37.018.43

**Este material foi produzido pelo curso de Licenciatura em Ciências Biológicas à Distância da Universidade Federal da Paraíba. A reprodução do seu conteúdo está condicionada a autorização expressa da UFPB.**





# **Projetos e experimentação no ensino de ciências e de biologia**

**Luciano Brito Junior**





# PROJETOS E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Prof. Luciano de Brito Junior

## UNIDADE 1 CIÊNCIA, SENSO COMUM E METODO CIENTÍFICO

### 1. OS TIPOS DE CONHECIMENTO HUMANO

No processo de apreensão da realidade do objeto, o sujeito cognoscente pode penetrar em todas as esferas do conhecimento: ao estudar o homem, por exemplo, pode-se tirar uma série de conclusões sobre a sua atuação na sociedade, baseada no senso comum ou na experiência cotidiana; pode-se analisá-lo como um ser biológico, verificando através de investigação experimental, as relações existentes entre determinados órgãos e suas funções; pode-se questioná-lo quanto a sua origem e destino, assim como quanto a sua liberdade; finalmente, pode-se observá-lo como ser criado pela divindade, a sua imagem e semelhança, e meditar sobre o que dele dizem os textos sagrados.

Apesar da separação metodológica entre os tipos de conhecimento popular, filosófico, religioso e científico, estas formas de conhecimento podem coexistir na mesma pessoa: um cientista, voltado, por exemplo, ao estudo da física, pode ser crente praticante de determinada religião, estar filiado a um sistema filosófico e, em muitos aspectos de sua vida cotidiana, agir segundo conhecimentos provenientes do senso comum.

Para melhor entender cada um desses tipos de conhecimento, vamos inicialmente traçar um paralelo entre o conhecimento científico e o conhecimento popular, para depois sinteticamente identificar o que caracteriza cada um deles.

#### 1.1. O CONHECIMENTO CIENTÍFICO E OUTROS TIPOS DE CONHECIMENTO

Ao se falar em conhecimento científico, o primeiro passo consiste em diferenciá-lo de outros tipos de conhecimentos existentes. Para tal, analisemos uma situação muito presente no nosso cotidiano.

O parto no âmbito popular e o parto no âmbito da ciência da medicina.

Tipos de conhecimentos que se encontram mesclados neste exemplo:

Empírico, popular, vulgar, transmitido de geração em geração por meio da educação informal e baseado na imitação e na experiência pessoal.

Científico, conhecimento obtido de modo racional, conduzido por meio de procedimentos científicos. Visa explicar "por que" e "como" os fenômenos ocorrem.

##### 1.1.1. CORRELAÇÃO ENTRE CONHECIMENTO POPULAR E CONHECIMENTO CIENTÍFICO

O conhecimento vulgar ou popular, também chamado de senso comum, não se distingue do conhecimento nem pela veracidade, nem pela natureza do objeto conhecido. O que diferencia é a FORMA, O MODO OU O MÉTODO E OS INSTRUMENTOS DO CONHECER.

Aspectos a considerar:

- A ciência não é o único caminho de acesso ao conhecimento e à verdade.
- Um objeto ou um fenômeno podem ser matéria de observação tanto para o cientista quanto para o homem comum. O que leva um ao conhecimento científico e outro ao vulgar ou popular é a forma de observação.
- Tanto o "bom senso", quanto a "ciência" almejam ser racionais e objetivos.

### **Características do Conhecimento Popular:**

Se o "bom senso", apesar de sua aspiração à racionalidade e objetivo, só consegue atingir essa condição de forma muito limitada, pode-se dizer que o conhecimento vulgar, popular, *latu sensu*, é o modo comum, corrente e espontâneo de conhecer, que se adquire no trato direto com as coisas e os seres humanos.

"É o saber que preenche a nossa vida diária e que se possui sem o haver procurado ou estudado, sem a aplicação de um método e sem se haver refletido sobre algo". (BABINI, 1957:21).

Verificamos que o conhecimento científico diferencia-se do popular muito mais no que se refere ao seu contexto metodológico do que propriamente ao seu conteúdo. Essa diferença ocorre também em relação aos conhecimentos filosóficos e religioso (teológico).

Apresentamos abaixo, em linhas gerais, as características principais dos quatro tipos de conhecimento: **popular, filosófico, teológico e científico**.

O **Conhecimento Popular** caracteriza-se por ser:

- **Superficial** - conforma-se com a aparência, com aquilo que se pode comprovar simplesmente estando junto das coisas.
- **Sensitivo** - referente a vivências, estados de ânimo e emoções da vida diária.
- **Subjetivo** - é o próprio sujeito que organiza suas experiências e conhecimentos.
- **Assistemático** - a organização da experiência não visa a uma sistematização das ideias, nem da forma de adquiri-las nem na tentativa de validá-las.
- **Acrítico** - verdadeiros ou não, a pretensão de que esses conhecimentos o sejam não se manifesta sempre de uma forma crítica.

O **Conhecimento Filosófico** caracteriza-se por ser:

- **Valorativo** - seu ponto de partida consiste em hipóteses, que não poderão ser submetidas à observação. As hipóteses filosóficas baseiam-se na experiência e não na experimentação.
- **Não verificável** - os enunciados das hipóteses filosóficas não podem ser confirmados nem refutados.
- **Racional** - consiste num conjunto de enunciados logicamente correlacionados.
- **Sistemático** - suas hipóteses e enunciados visam a uma representação coerente da realidade estudada, numa tentativa de apreendê-la em sua totalidade.
- **Infalível e exato** - suas hipóteses e postulados não são submetidos ao decisivo teste da observação, experimentação.

A filosofia encontra-se sempre à procura do que é mais geral, interessando-se pela formulação de uma concepção unificada e unificante do universo. Para tanto, procura responder

às grandes indagações do espírito humano, buscando até leis mais universais que englobem e harmonizem as conclusões da ciência.

O **Conhecimento Religioso ou Teológico** apóia-se em doutrinas que contêm proposições sagradas, **valorativas**, por terem sido reveladas pelo sobrenatural, **inspiracional** e, por esse motivo, tais verdades são consideradas **infalíveis**, indiscutíveis e **exatas**. É um conhecimento **sistemático** do mundo (origem, significado, finalidade e destino) como obra de um criador divino. Suas evidências **não são verificadas**. Está sempre implícita uma atitude de fé perante um conhecimento revelado.

O conhecimento religioso ou teológico parte do princípio de que as verdades tratadas são infalíveis e indiscutíveis, por consistirem em revelações da divindade, do sobrenatural.

O **Conhecimento Científico** caracteriza-se por ser:

- **Real, factual** - lida com ocorrências, fatos, isto é, toda forma de existência que se manifesta de algum modo.
- **Contingente** - suas proposições ou hipóteses têm a sua veracidade ou falsidade conhecida através da experimentação e não pela razão, como ocorre no conhecimento filosófico.
- **Sistemático** - saber ordenado logicamente, formando um sistema de ideias (teoria) e não conhecimentos dispersos e desconexos.
- **Verificável** - as hipóteses que não podem ser comprovadas não pertencem ao âmbito da ciência.
- **Falível** - em virtude de não ser definitivo, absoluto ou final.
- **Aproximadamente exato** - novas proposições e o desenvolvimento de novas técnicas podem reformular o acervo de teoria existente.

## 1.2. MÉTODOS CIENTÍFICOS

Todas as ciências caracterizam-se pela utilização de métodos científicos; em contrapartida, nem todos os ramos de estudo que empregam estes métodos são ciências. Dessas afirmações podemos concluir que a utilização de métodos científicos não é da alçada exclusiva da ciência, mas não há ciência sem o emprego de métodos científicos.

**Conceitos de método:**

"Caminho pelo qual se chega a determinado resultado, ainda que esse caminho não tenha sido fixado de antemão de modo refletido e deliberado". (HEGENBERG, 1976:II-115).

"Forma de selecionar técnicas e avaliar alternativas para ação científica". (ACKOFF In: Hegenberg, 1973:II-116).

"Forma ordenada de proceder ao longo de um caminho". (TRUJILLO, 1974:24)

"Ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um fim dado". (JOLIVET, 1979:71).

"Conjuntos de processos que o espírito humano deve empregar na investigação e demonstração da verdade". (CERVO e BERVIAN, 1978:17).

"Caracteriza-se por ajudar a compreender, no sentido mais amplo, não os resultados da investigação científica, mas o próprio processo de investigação". (Kaplan In: Grawitz, 1975:I-18)<sup>6</sup>.

### Desenvolvimento histórico do método

A preocupação em descobrir e, portanto, explicar a natureza vem desde os primórdios da humanidade, quando as duas principais questões referiam-se às forças da natureza, a cuja mercê viviam os homens, e à morte. O conhecimento mítico voltou-se à explicação desses fenômenos, atribuindo-os a entidades de caráter sobrenatural. A verdade era impregnada de noções supra-humanas e a explicação fundamentava-se em motivações humanas, atribuídas a "forças" e potências sobrenaturais.

À medida que o conhecimento religioso se voltou, também, para a explicação dos fenômenos da natureza e do caráter transcendental da morte, como fundamento de suas concepções, a verdade revestiu-se do caráter dogmático, baseada em revelações da divindade. É a tentativa de explicar os acontecimentos através de causas primeiras, os deuses, sendo o acesso dos homens ao conhecimento derivado da inspiração divina. O caráter sagrado das leis, da verdade, do conhecimento, como explicações sobre o homem e o universo, determina uma aceitação sem crítica dos mesmos, deslocando o foco das atenções para a explicação da natureza da divindade.

O conhecimento filosófico, por sua vez, parte para a investigação racional na tentativa de captar a essência imutável do real, através da compreensão da forma e das leis da natureza.

O senso comum, aliado à explicação religiosa e ao conhecimento filosófico, orientou as preocupações do homem com o universo. Somente no século XVI é que se iniciou uma linha de pensamento que propunha encontrar um conhecimento embasado em maiores garantias, na procura do real. Não se buscam mais as causas absolutas ou a natureza íntima das coisas; ao contrário, procuram-se compreender as relações entre elas, assim como a explicação dos acontecimentos, através da observação científica, aliada ao raciocínio.

Da mesma forma que o conhecimento se desenvolveu, o método, a sistematização de atividades, também sofreu transformações. O pioneiro a tratar do assunto, no âmbito do conhecimento científico, foi Galileu Galilei, primeiro teórico do método experimental. discordando dos seguidores do filósofo Aristóteles, considera que o conhecimento da essência íntima das substâncias individuais deve ser substituído, como objetivo das investigações, pelo conhecimento das leis que presidem os fenômenos. As ciências, para Galileu, não têm, como principal foco de preocupações, a qualidade, mas as relações quantitativas. Seu método pode ser descrito como indução experimental, chegando-se a uma lei geral através de da observação de certo número de casos particulares. Os principais passos de seu método podem ser assim expostos: **observação** dos fenômenos; **análise** dos elementos constitutivos desses fenômenos, com a finalidade de estabelecer relações quantitativas entre eles; **indução** de certo número de hipóteses; **verificação** das hipóteses aventadas por intermédio de experiências; **generalização** do resultado das experiências para casos similares; **confirmação** das hipóteses, obtendo-se, a partir delas, leis gerais (MORESI, 2003).



Contemporâneo de Galileu, Francis Bacon também partiu da crítica a Aristóteles, por considerar que o processo de abstração e o silogismo (dedução formal que, partindo de duas proposições, denominadas premissas, delas retira uma terceira, nelas logicamente implicadas, chamada conclusão) não propiciam um conhecimento completo do universo. Parte do pressuposto de que o conhecimento científico é o único caminho seguro para a verdade dos fatos, devendo seguir os seguintes passos: **experimentação; formulação de hipóteses; repetição; testagem das hipóteses, formulação de generalizações e leis.**

Ao lado de Galileu e Bacon, no mesmo século, surge Descartes. Com sua obra, Discurso do Método, afasta-se dos processos indutivos, originando o método dedutivo. Para ele, chega-se à certeza através da razão, princípio absoluto do conhecimento humano. Postula, então, quatro regras: **evidência**, que diz para não acolher jamais como verdadeira uma coisa que não se reconheça evidentemente como tal, isto é, evitar a precipitação e o preconceito e não incluir juízos, senão aquilo que se apresenta com tal clareza ao espírito que torne impossível a dúvida; **análise**, que consiste em dividir cada uma das dificuldades em tantas partes quantas necessárias para melhor resolvê-las, ou seja, o processo que permite a decomposição do todo em suas partes constitutivas, indo sempre do mais para o menos complexo; **síntese**, entendida como o processo que leva à reconstituição do todo, previamente decomposto pela análise, consistindo em conduzir ordenadamente os pensamentos, principiando com os objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para subir, em seguida, pouco a pouco, até o conhecimento dos objetos que não se disponham, de forma natural, em sequências de complexidade crescente; **enumeração**, que consiste em realizar sempre enumerações tão cuidadosas e revisões tão gerais que se possa ter certeza de nada haver omitido.

Com o passar do tempo, muitas outras visões foram sendo incorporadas aos métodos existentes, fazendo com que surgissem também outros métodos, como veremos adiante. Antes, porém, cabe apresentar o conceito de método moderno, independente do tipo. Para tal, será considerado que o método científico é a teoria da investigação e que esta alcança seus objetivos, de forma científica, quando cumpre ou se propõe a cumprir as seguintes etapas:

**Descobrimto do problema** - ou lacuna, num conjunto de acontecimentos. Se o problema não estiver enunciado com clareza, passa-se à etapa seguinte; se estiver, passa-se à subsequente;

**Colocação precisa do problema** - ou ainda, a recolocação de um velho problema à luz de novos conhecimentos (empíricos ou teóricos, substantivos ou metodológicos);

**Procura de conhecimentos ou instrumentos relevantes ao problema** - ou seja, exame do conhecido para tentar resolver o problema;

**Tentativa de solução do problema com auxílio dos meios identificados** - se a tentativa resultar inútil, passa-se para a etapa seguinte, em caso contrário, à subsequente;

**Invenção de novas ideias** - hipóteses, teorias ou técnicas ou produção de novos dados empíricos que prometam resolver o problema;

**Obtenção de uma solução** - exata ou aproximada do problema, com o auxílio do instrumental conceitual ou empírico disponível;

**Investigação das consequências da solução obtida** - em se tratando de uma teoria, é a busca de prognósticos que possam ser feitos com seu auxílio. Em se tratando de novos dados, é o exame das consequências que possam ter para as teorias relevantes;



**Prova ou comprovação da solução** - confronto da solução com a totalidade das teorias e da informação empírica pertinente. Se o resultado é satisfatório, a pesquisa é dada como concluída, até novo aviso. Do contrário, passa-se para a etapa seguinte;

**Correção das hipóteses, teorias, procedimentos ou dados empregados na obtenção da solução incorreta** - esse é, naturalmente, o começo de um novo ciclo de investigação.

### **Métodos específicos das Ciências Sociais**

A maioria dos autores faz distinção entre "método" e "métodos", porém, se de um lado a diferença ainda não ficou clara, de outro, continua-se utilizando o termo "método" para tudo.

Como uma contribuição às tentativas de fazer distinção entre os dois termos, diríamos que o "método" se caracteriza por uma abordagem mais ampla, em um nível de abstração mais elevado, dos fenômenos da natureza e da sociedade. Assim, teríamos, em primeiro lugar, o **método de abordagem** assim discriminado:

**Método Indutivo** - cuja aproximação dos fenômenos caminha geralmente para planos cada vez mais abrangentes, indo das constatações mais particulares às leis e teorias (conexão ascendente);

**Método Dedutivo** - que, partindo das teorias e leis, na maioria das vezes previa a ocorrência dos fenômenos particulares (conexão descendente);

**Método Hipotético-dedutivo** - que se inicia por uma percepção de uma lacuna nos conhecimentos, acerca da qual formula hipóteses e, pelo processo de inferência dedutiva, testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese.

**Método Dialético** - que penetra o mundo dos fenômenos, através de sua ação recíproca, da contradição inerente ao fenômeno e da mudança dialética que ocorre na natureza e na sociedade.

Por sua vez, os "métodos de procedimento" seriam etapas mais concretas da investigação, com finalidade menos abstrata e mais restrita em termos de explicação geral dos fenômenos. Dir-se-ia até serem técnicas que, pelo uso mais abrangente, se erigiram em métodos. Pressupõem uma atitude concreta em relação ao fenômeno e estão limitadas a um domínio particular. São as que veremos a seguir, na área restrita das ciências sociais, em que geralmente são utilizados vários, concomitantemente.

**Método Histórico** - consiste em investigar acontecimentos, processos e instituições do passado para verificar a sua influência na sociedade de hoje. Para melhor compreender o papel que atualmente desempenham na sociedade, remonta aos períodos de sua formação e de suas modificações;

**Método Comparativo** - é utilizado tanto para comparações de grupos no presente, no passado, ou entre os atuais e os do passado, quanto entre sociedades de iguais ou de diferentes estágios de desenvolvimento;



**Método Monográfico** - consiste no estudo de determinados indivíduos, profissões, instituições, condições, grupos ou comunidades, com a finalidade de obter generalizações;

**Método Estatístico** - significa a redução de fenômenos sociológicos, políticos, econômicos etc, em termos quantitativos. A manipulação estatística permite comprovar as relações dos fenômenos entre si, e obter generalizações sobre sua natureza, ocorrência ou significado;

**Método Tipológico** - apresenta certas semelhanças com o método comparativo. Ao comparar fenômenos sociais complexos, o pesquisador cria tipos ou modelos ideais (que não existam de fato na sociedade), construídos a partir da análise de aspectos essenciais do fenômeno;

**Método Funcionalista** - é a rigor mais um método de interpretação do que de investigação. Estuda a sociedade do ponto de vista da função de suas unidades, isto é, como um sistema organizado de atividades;

**Método Estruturalista** - o método parte da investigação de um fenômeno concreto, eleva-se, a seguir, ao nível abstrato, por intermédio da construção de um modelo que represente o objeto de estudo, retomando por fim ao concreto, dessa vez como uma realidade estruturada e relacionada com a experiência do sujeito social.

### ATIVIDADE / EXERCÍCIO

Toda pesquisa, além do cunho científico, deveria também ser divulgada para as instituições, setores e áreas nas quais seria de grande aproveitamento prático. No entanto, o que se observa atualmente é que pouquíssimos resultados obtidos em trabalhos científicos retornam aos locais onde há essa necessidade urgente. A pesquisa Educacional é um exemplo típico, pois os resultados obtidos poderiam ser de grande utilidade no ambiente escolar, já que trata de problemas e situações geralmente relacionados a formação discente e à atuação docente. Porém, o retorno dos resultados provenientes de pesquisa ao ambiente escolar é praticamente inexistente. Faça uma reflexão sobre essa conjuntura e, utilizando o seu conhecimento adquirido e sua prática profissional (caso já seja professor), discuta algumas atitudes reais e possíveis que poderiam ser adotadas para melhorar essa situação.

### 1.3. CIÊNCIA, HISTÓRIA E FILOSOFIA: PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS AO SE ABORDAR A QUESTÃO DA PESQUISA CIENTÍFICA.

Fazer ciência é questionar numa dinâmica sempre diferente a que está sendo proposto temporariamente. O cientista é um ser inquieto.

Segundo Santos(2000), nunca como em nossos dias, houve tantos cientistas filósofos. É preciso questionar o que se faz em ciência, o que se diz sobre ela, como e para quem ensinamos suas regras. A palavra ciência vem do latim (*scire*) e significa conhecimento, sabedoria. Onde deriva também a palavra *consciência*, conhecer alguma coisa é ter consciência de sua existência. Conhecemos não apenas com nossos sentidos, mas, para além desses, conhecemos com nossa



consciência. Logo, ninguém precisa ir à Índia ou ao Afeganistão para saber que as pessoas que vivem nesses países sofrem tanto quanto nós a perda, ou a distância de alguém que lhes é querido. O que nos permite essa certeza, não são nossos sentidos, mas nossa consciência.

Recorre-se a uma interpretação filosófica da ciência para tentar resgatar a dúvida e a incerteza, na tentativa de trazer de volta a inquietação. Vem de muito tempo atrás a preocupação de se estabelecer um conhecimento verdadeiro. Vários povos da Antigüidade estabeleceram diferentes formas de saber: os egípcios, a trigonometria; os romanos, a hidráulica; os gregos, a geometria, a mecânica, a lógica, a astronomia, a acústica; os indianos e muçulmanos a matemática e a astronomia.

Partindo da ideia de que foram os gregos os primeiros a se preocuparem com as condições de formação do conhecimento. Pois eles não criaram apenas a *Filosofia*, mas sistematizaram uma forma de saber. Criaram as bases do que, posteriormente, chamaríamos de racionalidade ocidental. Quando se diz que os gregos criaram a *Razão Ocidental*, não quer se dizer com isso que se tenha traçado uma linha com o pensamento oriental.

Existiu um grande esforço dos gregos para estabelecer uma explicação verdadeira que relacionasse com precisão as ideias e os fatos, quer natural, quer sociais. Ao criarem sistemas explicativos, os gregos nos legaram uma *Teoria do Conhecimento* e uma *discussão sobre o método*. Sistematizaram uma forma de conhecimento.

A visão de método dos gregos advinda da matemática, da geometria, da lógica, da física, da medicina, da astronomia se imbricava com a questão metafísica e, neste sentido, era *totalizante*. Platão afirmava que toda coisa possuía uma forma ou ideia, isto é, uma essência imutável que existia fora do espaço temporal, fora do mundo sensível. Aristóteles, sucessor de Platão, compreendia, em contrapartida, que estas formas existiam pela possibilidade concreta da nossa relação com as coisas. Aristóteles se utilizou a *indução*, processo que formula a partir da observação de fatos particulares uma lei geral, e, criou princípios explanatórios concluindo, por uma outra via, a possibilidade de se fazer à *dedução* de novas ocorrências. Formularam, neste processo, *princípios de classificação* e, depois, uma *lógica formal*.

A modernidade rompe com toda uma estrutura teológica e epistemológica que predomina o período que a antecede. É neste período que a ciência vai criar raízes até se tornar uma presença tão importante em nossa cultura que já não podemos mais nos reconhecer senão a partir de suas próprias definições. A origem da concepção ciência que até hoje utilizamos é moderna. Mas foram duas concepções que até hoje acharíamos antagônicas que marcaram seu surgimento no séc. XVII: a mágica e a matemática. A concepção *mágica* dizia respeito à como os magos (protocientistas) da renascença interpretavam a natureza. Acreditavam eles, que a natureza possuía forças ocultas, possuía poderes escondidos que poderiam afetar outras coisas e até mesmo realizar fenômenos inexplicáveis. A força da magia, segundo os magos da época, dependia do conhecimento da natureza. É um pensamento que se chama naturalista e influenciou toda a cultura de uma época. Já a influência da *matemática* se deu na concepção mesma de conhecimento que se gerou neste período. Conhecer era por ordem e medida nas coisas, corpos, ideias, na representação do real. É um tipo de conhecimento que se funda na tentativa de haver certeza (e não erro), na busca da verdade. Por consequência, tornará a realidade algo previsível.

A ciência moderna se constituiu no âmbito da aventura das descobertas marítimas. O séc XVII marca um período de grandes transformações. O modo de produção feudal que antes caracterizava as distintas regiões da Europa sucumbe, dando início ao modo de produção capitalista. O que transforma as relações de trabalho, antes escravo, passa a se constituir, por



uma valorização ontológica e jurídica onde, surge o trabalhador livre. A religião perde seu poder centralizador e emergem inúmeras seitas influenciadas pelo misticismo e pela magia. Política e socialmente, o feudalismo vai perdendo sua força. Surge um homem que busca se reconhecer como um centro em si mesmo, na sua existência, rompendo com a ordem transcendental e divina. Influenciado pela descoberta de outros povos, outros continentes, outras terras e outros homens vivendo de forma diferente. Basicamente, o homem moderno, num primeiro momento, se submete à natureza para compreendê-la num segundo momento, tenta por ordem na desordem, se esforça na tentativa de dominá-la.

Etimologicamente, ciência significa saber conhecer como o conhecimento é racional, sistemático, verificável e comunicável. Epistemologicamente, preocupa-se em analisar e revisar princípios, conceitos, teorias e métodos pertinentes à investigação científica (TEIXEIRA, 2005. p.90).

Com o surgimento da epistemologia (*episteme* = ciência + logos = conhecimento, estudo do), fruto da Filosofia Moderna que se envolve diretamente com a construção de conceitos que serão utilizados pela ciência, se fixa a concepção de que sem ordem não há conhecimento possível. Esta ordem tão enaltecida será buscada no conhecimento do homem sobre si mesmo. O método, a ordem e a medida são necessários para se evitar o erro. Foi possível construir caravelas, usar o telescópio, calcular a posição dos astros, foi possível enfrentar o desconhecido, criar passos (meta = método) para atingir um fim, dominar o desconhecido pelo e com o uso da *Razão*. A criação do método foi antes de tudo uma luta contra o erro que teve como aliada a *Razão*.

Sendo um período ainda fortemente influenciado pelo poderio religioso, a modernidade proporcionará um pensamento que se apóia na matemática e na experimentação para driblar a fé. A escola racionalista terá como seu mais célebre representante Descartes. Conhecido pela frase: *Penso, logo existo!* Para este filósofo e matemático, conhecer é fazer uso do raciocínio. Logo, as ideias que temos das coisas e as coisas mesmas são diferentes. O que se subentende uma supremacia do homem sobre a natureza, do pensamento sobre as coisas. O método cartesiano parte da dúvida e sua obsessão é evitar o erro. Como é pelos sentidos que conhecemos as coisas e como os sentidos podem nos confundir, é preciso estabelecer critérios, um método adequado para o uso correto do raciocínio. Não se pode duvidar que o pensamento exista e que a dúvida mesma é prova disto. Partindo desta ideia de que o pensamento comprova a existência do sujeito, a existência das coisas como objetos do conhecimento, também podem ser comprovados através de ideias claras e distintas.

Para Descartes, a base do conhecimento era dada pela experiência sensível que, por definição, se dá num determinado *tempo e espaço*, o que torna contingente. Cientes de que toda experiência é contingente, os empiristas afirmam a *universalidade das leis* que explicam os fenômenos, por que passam a fazer previsão; ou seja, passam a criar critérios para a experiência. O que tornou natural incluir nesta demanda às condições psicológicas de sujeito produtor de conhecimento. Desse modo, o empirismo iria manter a relação dicotômica, **sujeito** (que deve buscar fugir dos preconceitos) e **objeto** (aspectos da realidade que devem ser ordenados), estabelecendo critérios para a experiência.



## UNIDADE 2

### A PEDAGOGIA DE PROJETO COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

#### 1. O QUE É UM PROJETO?

Atualmente, uma das temáticas que vêm sendo discutida no cenário educacional é o trabalho por projetos. Mas que projeto? O Projeto Político-Pedagógico da escola? O projeto de sala de aula? O projeto do professor? O projeto dos alunos? O projeto de informática? O projeto da TV Escola? O projeto da biblioteca? Essa diversidade de projetos que circula frequentemente no âmbito do sistema de ensino, muitas vezes, deixa o professor preocupado para saber como situar a sua prática pedagógica em termos de propiciar aos alunos uma nova forma de aprender integrando as diferentes mídias nas atividades do espaço escolar.

A expressão Pedagogia de Projetos pertence ao conjunto de elaborações teóricas difundidas, principalmente, pela francesa Josette Jolibert e seus colaboradores, engajados ao Instituto Nacional de Pesquisas Pedagógicas da França (INRP), e por Fernando Hernández, pesquisador espanhol da Universidade de Barcelona, ambos referenciados constantemente pelos pesquisadores da área da prática de ensino do Ensino Fundamental (GIROTTO, 2003).

Várias podem ser as definições para a palavra projeto. Lista-se abaixo algumas definições adaptadas do texto de Leite (1994), *Gestão de Projetos*:

- Projeto é a intenção, pretensão, sonho. "Meu projeto é comprar uma Ferrari".
- Projeto é doutrina, filosofia, diretriz. "Meu projeto de é ser feliz".
- Projeto é ideia ou concepção de produto ou serviço. "Estes dois celulares têm projetos idênticos".
- Projeto é esboço ou proposta. "Todos têm o direito de apresentar um projeto de lei a Câmara de Vereadores".
- Projeto é empreendimento com investimento. "A prefeitura vai construir novo projeto habitacional".
- Projeto é atividade organizada com o objetivo de resolver um problema. "Precisamos iniciar o projeto de desenvolvimento de uma nova lâmpada, mais econômica".
- Projeto é um tipo de organização temporária, criada para realizar uma atividade finita. "Aquele senhor é da equipe do projeto da lâmpada nova".

De todas essas definições, as duas últimas são as que mais interessam ao contexto escolar. Portanto, em síntese projeto é *uma atividade organizada que tem por objetivo resolver um problema, ou desenvolver uma sequência de ações articuladas com o propósito de atingir alguns objetivos definidos*.

Segundo Krasilchik (2008), projetos para o ensino de biologia "são atividades executadas por um aluno ou por uma equipe para resolver um problema e que resultam em relatório, modelo, coleção de organismos", ou seja, é uma forma de ensinar numa perspectiva CONSTRUCIONISTA. Os objetivos educacionais mais importantes são o desenvolvimento da iniciativa, da capacidade de decidir e da persistência na execução de uma tarefa.



Abrantes (1995) aponta algumas características fundamentais do trabalho com projetos:

- *um projeto é uma atividade intencional*: o envolvimento dos alunos é uma característica-chave do trabalho de projetos, o que pressupõe um objetivo que dá unidade e sentido às várias atividades, bem como um produto final que pode assumir formas muito variadas, mas procura responder ao objetivo inicial e reflete o trabalho realizado;
- *num projeto, a responsabilidade e autonomia dos alunos são essenciais*: os alunos são co-responsáveis pelo trabalho e pelas escolhas ao longo do desenvolvimento do projeto. Em geral, fazem-no em equipe, motivo pelo qual a cooperação está também quase sempre associada ao trabalho;
- *a autenticidade é uma característica fundamental de um projeto*: o problema a resolver é relevante e tem um caráter real para os alunos. Não se trata de mera reprodução de conteúdos prontos. Além disso, não é independente do contexto sociocultural, e os alunos procuram construir respostas pessoais e originais;
- *um projeto envolve complexidade e resolução de problemas*: o objetivo central do projeto constitui um problema ou uma fonte geradora de problemas que exige uma atividade para sua resolução;
- *um projeto percorre várias fases*: escolha do objetivo central, formulação dos problemas, planejamento, execução, avaliação, e divulgação dos trabalhos.

### :: SAIBA MAIS... ::



Segundo Valente (1999), o **construcionismo** “significa a construção de conhecimento baseada na realização concreta de uma ação que produz um produto palpável (um artigo, um projeto, um objeto) de interesse pessoal de quem produz”.

Jolibert (1994, a e b) distingue três tipos básicos de projetos, os quais podem ocorrer simultaneamente no processo ensino-aprendizagem, são eles:

- *Projetos referentes à vida cotidiana*: relacionados à existência e ao funcionamento de uma coletividade de alunos e professores na escola (organização do espaço, do tempo, das atividades, das responsabilidades, das regras de vida, etc.).
- *Projetos empreendimentos*: relacionados a atividades complexas em torno de uma meta definida, com certa amplitude (organizar o pátio, uma excursão, instalar uma biblioteca).
- *Projetos de aprendizado*: coloca ao alcance dos alunos objetivos de trabalho para o ano, o conteúdo das instruções oficiais.

### 1.1. COMO SURGE UM PROJETO

Ao se pensar no desenvolvimento de um projeto, a primeira questão diz respeito a como surge esse projeto e, principalmente, a quem se destina o tema. Diante dessa questão, surgem posições diferenciadas. Alguns profissionais defendem a posição de que o projeto deve partir,

necessariamente, dos alunos, pois, se não, ele seria imposto. Outros defendem a ideia de que os temas devem ser propostos pelo professor, de acordo, com a sua intenção educativa, pois, de outra forma, se cairia em uma postura com bastante espontaneidade.

O que se desconsidera, nessa polêmica, é o ponto central da Pedagogia de Projetos: o envolvimento de todo o grupo com o processo. Um tema pode surgir dos alunos, mas isso não garante uma efetiva participação destes no desenvolvimento de projeto. O que vem a garantir o trabalho com projetos não é como surgiu o tema, mas o tratamento dado a esse tema, no sentido de torná-lo uma questão do grupo como um todo e não apenas de alguns alunos ou do professor. Sendo assim, os problemas ou temáticas podem surgir de um aluno em particular, de um grupo de alunos, da turma, do professor ou da própria conjuntura. O que se faz necessário garantir é que esse problema passe a ser de todos.

### 1.2. CARACTERÍSTICAS E FASES DE UM PROJETO PEDAGÓGICO

Os Projetos são atividades executadas por uma equipe para resolver um problema e que resultam num relatório, num modelo, numa coleção de organismos. A função do professor é orientar, auxiliar a resolver as dificuldades que forem surgindo no decorrer do trabalho e analisar as conclusões. (ABÍLIO, 2005)

O Método de Projetos (Método Globalizado, idealizado por Dewey) tem como ponto de partida o interesse e o esforço.

O Projeto, de acordo com Zabala (1998) e Hernández & Ventura (1998), apresenta quatro **FASES**:

- **INTENÇÃO**: os alunos, coordenados e dirigidos pelo professor, debatem sobre as diferentes propostas, escolhem o objeto ou montagem que querem realizar e a maneira de se organizar. Definem e esclarecem as características gerais do que querem fazer, assim como os objetivos que pretendem alcançar.
- **PREPARAÇÃO**: é o momento de definir com a máxima precisão o projeto que se quer realizar, planejar e programar os diferentes meios que serão utilizados, os materiais e as informações indispensáveis para a realização e as etapas e tempo previstos.
- **EXECUÇÃO**: o trabalho será então iniciado segundo um plano estabelecido. As técnicas e estratégias das diferentes áreas de aprendizagem serão utilizadas em função das necessidades de elaboração do projeto.
- **AVALIAÇÃO**: uma vez concluído o objeto ou montagem, será o momento de comprovar a eficácia e a validade do produto realizado. Ao mesmo tempo, serão analisados o processo seguido e a participação dos alunos.

De um modo geral, as **ETAPAS** de um projeto, de acordo com Martins (2001) são:

- Definição do **Tema** e a escolha do problema principal que será alvo de investigação;
- Estabelecimento do conjunto de **Conteúdos** necessários para que o aluno realize o tratamento do problema colocado;
- Formulação dos **Objetivos** e o estabelecimento das intenções educativas, que se pretende alcançar no projeto;
- Seleção das **Atividades** para exploração e Conclusão do tema;



- **Avaliação** dos trabalhos e do próprio projeto.

Zabala (1998) apresenta algumas razões para se trabalhar a partir do Método de Projetos:

- Possibilita a atividade coletiva com um propósito real e dentro de um ambiente natural. Portanto, o projeto deve incluir atividades em comum, em equipe e o trabalho em comunidade. Pretende fomentar o espírito de iniciativa ao mesmo tempo que a colaboração num projeto coletivo;
- Vincula as atividades escolares à vida real, buscando que se pareçam ao máximo. Dá-se importância aos impulsos das ações, das intenções, propósitos ou finalidades manuais, intelectuais, estéticas, sociais, etc;
- Torna o trabalho escolar autenticamente educativo, já que os próprios alunos o elaboram. Potencializa a capacidade de iniciativa do aluno e o respeito à personalidade dos alunos. Permite a adequação do trabalho aos níveis de desenvolvimento individual;
- Favorece a concepção da realidade como fato problemático, que é preciso resolver, e responde ao princípio de integração e de totalidade, o que dá lugar ao ensino globalizado, quer dizer, não existem matérias isoladas, senão que os projetos incluem todos os aspectos da aprendizagem (leitura, escrita, cálculo, expressão artística, etc.).

A introdução dos Projetos de Trabalho na Escola, como forma de vincular a Teoria e Prática, deverá ter a finalidade de alcançar os seguintes objetivos (HERNÁNDEZ & VENTURA, 1998):

- Abordar um sentido da globalização em que as relações entre as fontes de informação e os procedimentos para compreendê-la e utilizá-la fossem levados adiante pelos alunos, e não pelo professorado, como acontece nos enfoques interdisciplinares;
- Introduzir uma nova maneira de fazer do professor, na qual o processo de reflexão e interpretação sobre a prática fosse a pauta que permitisse ir tornando significativa a relação entre o ensinar e o aprender;
- Gerar uma série de mudanças na organização dos conhecimentos escolares, tomando como ponto de partida as seguintes hipóteses:
  1. Na sala de aula, é possível trabalhar qualquer tema, o desafio está em como abordá-lo com cada grupo de alunos e em especificar o que podem aprender dele;
  2. Cada tema se estabelece como um problema que deve ser resolvido, a partir de uma estrutura que deve ser desenvolvida e que pode encontrar-se em outros temas ou problemas;
  3. A ênfase na relação entre ensino e aprendizagem é, sobretudo, de caráter procedimental e gira em torno do tratamento da informação;
  4. O docente ou a equipe de professores não é o único responsável pela atividade que se realiza em sala de aula, mas também o grupo-classe tem um alto nível de implicação, na medida em que todos estão aprendendo e compartilhando o que se aprende;

5. Podem ser trabalhadas as diferentes possibilidades e interesses dos alunos em sala de aula, de forma que ninguém fique desconectado e cada um encontre um lugar para sua implantação e participação na aprendizagem.

### ATIVIDADE / EXERCÍCIO

Na escola em que você realiza o Estágio Supervisionado tem algum projeto pedagógico sendo desenvolvido? Faça um levantamento dos projetos que estão sendo desenvolvidos e depois debata com os colegas de curso sobre os temas dos projetos e os objetivos dos mesmo.

### 1.3. PROBLEMAS COMUNS NA IMPLANTAÇÃO DE PROJETOS

Nenhuma abordagem, por mais sofisticada, assegura o êxito de um projeto. Muitas vezes, um detalhe põe tudo a perder. Há problemas que devem ser evitados:

- **Objetivo confuso.** Projeto com objetivo confuso tem alta probabilidade de fracasso. Não se sabendo onde se deve chegar, não se chega a lugar nenhum. O objetivo confuso pode ter várias origens: **1.** O problema não foi estudado e entendido corretamente. Houve pressa em iniciar, sem clareza do problema. **2.** Coordenador e equipe não entendem o problema e fazem suposições incorretas sobre o resultado a ser alcançado. **3.** Objetivo claro, mas não coerente com o problema. O resultado a ser alcançado é incompatível com o problema.
- **Execução confusa.** As condições de execução tornam-se confusas nas situações a seguir: 1. As regras de decisão são imprecisas. Não há políticas nem procedimentos para resolver problemas e conflitos. 2. Autoridade e responsabilidade estão indefinidas. Não se sabe direito quem tem poderes e atribuições para quê. 3. Atividades não são coerentes com o objetivo. Isso pode ocorrer mesmo quando o problema e o objetivo são coerentes. 4. A previsão de recursos é incoerente com as atividades. Os recursos podem ter sido subestimados ou superestimados. 5. A atividade avança muito sem que pelo menos as intenções básicas do projeto estejam bem definidas.
- **Falhas na execução:** Projetos podem ser muito bem planejados e organizados, mas isso ainda não é garantia de sucesso. Podem ocorrer falhas na execução. Uma das mais comuns é a seguinte: um detalhe vital não funciona e põe tudo a perder, simplesmente porque todo mundo achou que era importante demais e que outra pessoa iria cuidar daquilo.



## 1.4. SUGESTÕES E ORIENTAÇÕES PARA ELABORAÇÃO DE UM PROJETO ESCOLAR (DIDÁTICO PEDAGÓGICO): (ABÍLIO, 2005)

### EXEMPLO DE UM PROJETO

#### 1. TÍTULO / TEMA:

#### **NATUREZA, MEIO AMBIENTE E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO FORMAL**

**2. INTRODUÇÃO** (deve constar de uma Apresentação, Considerações Gerais sobre o tema a ser desenvolvido; Fundamentação Teórica – Marco teórico: deve constar de uma abordagem inicial sobre o tema do projeto a ser implantado na escola de nível fundamental).

De uma maneira geral, os temas **Meio Ambiente** e **Educação Ambiental** (EA) são tratados de forma superficial no ensino fundamental, principalmente pela insegurança dos professores em desenvolver os temas em sua sala de aula (SATO, 2002).

A prática pedagógica da EA requer um caminho bastante complexo, envolvendo um plano de reflexão das experiências adquiridas mediante a realização de certos projetos experimentais, tendo como suporte um rico potencial metodológico e materiais didáticos auxiliares (MARTINS, 2001; SOUCHON, 1985).

#### 3. OBJETIVOS

##### 3.1. GERAL

- Promover um melhor conhecimento do Meio Ambiente e dessa forma mudar as atitudes das pessoas no convívio com a Natureza e no tratamento que lhe tem dado.

##### 3.2. ESPECÍFICOS

- Reconhecer e valorizar a diversidade natural, pela adoção de posturas de respeito aos variados aspectos do meio ambiente;
- Perceber a importância dos recursos naturais na vida humana;
- Motivar e sensibilizar as pessoas para o trabalho de conservação da natureza.

**4. JUSTIFICATIVA** (deve apresentar as relevâncias social-política-econômica-cultural e ambiental para implantação do projeto).

Entre as razões que levam à implementação desse trabalho estão:

- A importância, para todos os seres vivos, da conservação dos recursos naturais. A necessidade de manter um bom convívio do homem com a natureza;
- A formação de uma consciência ecológica que leve a tomar medidas urgentes contra as agressões à natureza;

**5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS** (deve descrever todos os procedimentos a serem utilizados para a implementação do projeto).

Durante o desenvolvimento do projeto serão desenvolvidas as seguintes atividades:

## Projetos e Experimentação no Ensino de Ciências e Biologia

- Saída a campo para melhor sentir e observar a natureza que nos cerca; Identificar aspectos da natureza, tipos de animais, vegetais, etc.;
- Entrevistar pessoas para obter informações e dados sobre as questões ambientais locais;
- Fazer leituras recomendadas e aplicar técnicas variadas, tais como, oficinas e produção de materiais instrucionais;
- Visitar lugares escolhidos para melhor sentir o quanto a natureza já foi destruída pela ganância do homem. Fazer campanhas ou atividades voltadas para a conservação da natureza.

**6. VIABILIDADE:** recursos humanos, materiais, financeiros (Orçamento detalhado do Projeto);

### Exemplo de um Orçamento de um Projeto:

<b>RUBRICA</b>	<b>VALOR R\$</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>
<i>Material de Expediente: papel, tinta para impressora, materiais diversos, etc.</i>	<i>2.000,00</i>	Documentação das atividades, preparo de textos e de relatórios, oficinas e seminários.
<i>Xerocópias</i>	<i>1.000,00</i>	Textos para serem utilizados nas oficinas.
<i>Publicação de material</i>	<i>3000,00</i>	Publicação de cartilhas com temas ambientais para serem desenvolvidos com os alunos de ensino fundamental.
<i>Kits Didáticos</i>	<i>4.000,00</i>	Material para os professores/escolas, instrumentos e material didático.
<b>TOTAL</b>	<b>10.000,00</b>	

### Recursos Humanos (Equipe Executora): Por Exemplo:

- Participação da Secretaria de Educação e de Meio Ambiente do Município de Cabedelo;
- Equipe do LEAL/CCEN/UFPB (Colaboração e Orientação);
- Gestores e Supervisores Escolares;
- Professores de Ensino Fundamental (1ª a 8ª séries);
- **Observação:** é interessante a participação dos alunos nas atividades, assim como muitos podem contribuir e colaborar na execução e permanência do Projeto na escola; O



posterior envolvimento da comunidade do entorno da escola é de suma importância para um trabalho efetivo de EA;

**7. CRONOGRAMA:** planejamento, etapas da execução, relatórios, etc, devem estar bem distribuídos ao longo do desenvolvimento do Projeto.

**Exemplo de um cronograma de um projeto:**

ATIVIDADE	2005					2006							
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Levantamento bibliográfico;	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Diagnose dos docentes e discentes;	X	X	X										
Avaliação do Livro Didático	X	X	X										
Elaboração e aplicação dos Projetos Didáticos pedagógicos na escola				X	X	X	X	X					
Produção de Kits e materiais instrucionais				X	X	X	X	X	X				
Palestras, Seminários e Discussões;				X		X		X		X			
Momentos Lúdicos				X	X	X	X	X	X				
Entrega de relatório semestral;						X							X

**8. REFERÊNCIAS:** Apresente todas as referências citadas no texto do projeto (procure seguir as normas e recomendações da ABNT).

MARTINS, J.S. 2001. **O trabalho com projetos de pesquisa:** do ensino fundamental ao ensino médio. São Paulo: Papyrus.

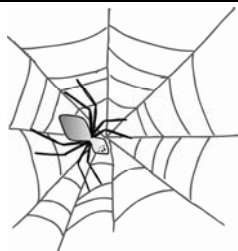
SATO, M. 2002. **Educação Ambiental.** São Carlos: Rima, 2002.

SOUCHON, C. 1985. **Reflexiones sobre los nuevos enfoques em la eseñanza de las Ciencias.** In: Perspectivas, 15 (4): 571-577.

**ATIVIDADE / EXERCÍCIO**

Juntamente com mais dois colegas de curso, elabore um projeto pedagógico que possa ser aplicado em uma escola envolvendo os alunos e os professores de Ciências Naturais.

**:: TA NA WEB!!! ::**



Brasil Escola. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/>>. Neste site você poderá encontrar diversos temas divididos que podem auxiliá-lo a ter ideias para iniciar uma pesquisa com seus alunos.

**:: DICA DE FILME::**



**CLUBE DO IMPERADOR.** Dirigido por Michael Hoffman. Produtores: Marc Abraham e Andy Karsch. EUA,; Universal Picture/UIP, 2002. 109 min.

O Filme se passa em uma escola frequentada pela elite americana, onde o professor William Hundert (Kevin Kline) é reconhecido como um excelente formador, até que se depara com o arrogante Sedgewick Bell (Emile Hirsch) filho de um influente senador. O professor busca a mudança do caráter desse aluno através da confiança, mas percebe que nem tudo pode ser mudado. O filme mostra que a história de um bom educador se imortaliza nas vidas dos alunos que ele guia no caminho da aprendizagem, salientando que a demanda de alunos difíceis sempre existirá, porém a esperança na educação deve persistir.



## UNIDADE 3 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

### 1. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO

As pesquisas em Ensino de Ciências vêm crescendo nos últimos anos, e um assunto muito abordado e discutido é a utilização de trabalhos experimentais como estratégia de ensino (GIANI, 2010). Nessa perspectiva, um número significativo de especialistas em Ensino de Ciências propõe a substituição do verbalismo das aulas expositivas, e da grande maioria dos livros didáticos, por atividades experimentais (FRACALANZA *et al.*, 1986), embora a experimentação seja apenas uma das muitas alternativas possíveis para que ocorra uma aprendizagem significativa.

Gil-Perez (1986) ao comentar sobre a concepção de ciências e da natureza da metodologia científica de professores e alunos identifica o **empirismoindutivismo** como sendo a concepção mais comum entre eles. Esta visão desvaloriza a criatividade do trabalho científico e leva os alunos a compreenderem a ciência como um conjunto de verdades inquestionáveis, introduzindo rigidez e intolerância em relação ao pensamento científico. É essa visão de ciência e de método científico que fundamenta a dicotomia aula prática e aula teórica. Nesse sentido, a atividade experimental assume um papel meramente ilustrativo, ou seja, limita-se a comprovar o conhecimento teórico aprendido na sala de aula.

Silva e Zanon (2000) afirmam que a prevalência da concepção empirista é um indício de que muitos professores ainda imaginam ser possível “comprovar a teoria no laboratório”. Essa percepção ainda é dominante em contextos escolares, o que obstaculiza a valorização e o desenvolvimento da criatividade do estudante. As autoras também destacam que essa concepção científica deve ser superada, mas ressaltam que é uma tarefa difícil de ser concretizada. É necessário analisar a complexidade da atividade científica, com suas várias possibilidades, considerando também as características individuais e dinâmicas dos próprios cientistas. Reiteram que tanto a observação como o experimento orientam-se pela teoria, e destacam a dependência que nossas próprias observações empíricas têm de nossos conhecimentos e vivências anteriores. A ciência se alimenta da dúvida e da indagação, o conhecimento só avança com base em questionamentos. Por isso, ao invés de tornar definitivo o conhecimento, é importante valorizar o sentido da provisoriedade (GIL-PEREZ, 1993).

Medeiros *et al.* (2000), ao realizarem um estudo com o propósito de examinar as convicções filosóficas que dão suporte aos comportamentos de alguns professores de Física, ao lidarem com o ensino da Física no contexto de um laboratório, apontam que os entrevistados apresentaram uma variedade de posições, dentre as quais o **indutivismo ingênuo** e o **realismo ingênuo**, que parecem dominantes. Posturas, porém, mais sintonizadas com um **realismo crítico** foram identificadas entre poucos indivíduos. Segundo os autores, diante do conservadorismo apresentado na visão de grande parcela dos professores entrevistados, não seria de se esperar, da parte deles, algo muito diferente no tocante à produção do conhecimento. Assim sendo, os experimentos parecem continuar a funcionar para estes professores como revelador da verdade, pois certamente o tipo de abordagem a ser desenvolvida pelos docentes depende diretamente das suas próprias convicções e da sua formação anterior.

:: SAIBA MAIS... ::



O termo **indutivismo ingênuo** significando a conjunção das posturas, empirista e verificacionista.

O termo **realismo ingênuo** é usado com a seguinte definição: não apenas a realidade existe independentemente da nossa cognição, mas que, igualmente, “as afirmações da ciência são descrições fiéis de como a realidade é”.

A postura do **realismo crítico** é a de assumir a primazia da existência do mundo admitindo, no entanto, que as descrições da ciência são apenas modelos ou construções metafóricas dela. (Giani, 2005)

Galiazzi *et al.* (2001) apresentam os resultados de uma investigação coletiva sobre os objetivos das atividades experimentais.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, todos os participantes eram envolvidos em uma reflexão constante sobre suas próprias concepções. Os autores destacam ser necessária a inclusão de estudos desse tipo na formação inicial e continuada dos professores na tentativa de construir concepções pessoais mais fundamentadas. Para os autores, uma interpretação possível da visão simplista dos professores das Ciências Experimentais é que, em geral, acreditam nas atividades experimentais e na sua importância para a aprendizagem, sem nunca questioná-las. Estas visões sobre a experimentação foram construídas ao longo de sua vivência profissional e eles pouco refletem sobre os objetivos desse tipo de atividade. A maioria, estão impregnados de princípios empiristas que podem ter sido aprendidos de forma ambiental e que contribuem para a manutenção da crença irrefletida sobre sua própria prática (GIANI, 2010)

Dessas reflexões sobre a concepção de ciência, Giani (2010) afirma que a visão empirista-indutivista, apesar de dominante, é considerada ultrapassada por alguns filósofos contemporâneos da ciência. Um pesquisador já tem suas concepções prévias quando atua. Ele executa a pesquisa com suas hipóteses em mente. Dessa maneira, uma atividade experimental é elaborada levando-se em consideração o conhecimento prévio dos alunos, aceitando que nenhum conhecimento é assimilado do nada, mas deve ser construído ou reconstruído.

### 1.1. HISTÓRIA DA EXPERIMENTAÇÃO NA EDUCAÇÃO DAS CIÊNCIAS NATURAIS

Segundo Gonçalves (2005) é antiga a importância atribuída às atividades experimentais na educação em Ciência moderna, embora existam divergências na literatura quanto ao momento de sua inserção na escola. Há informações de que a experimentação foi inserida pela primeira vez no contexto escolar em 1865, no Royal College Chemistry, na Inglaterra (GALIAZZI, 2000). Porém, Petitat (1994) salienta que no século XVIII, na França, já existiam pelo menos 600 locais de experimentação e observação. No entanto, parece consenso que a sua presença nesse ambiente se deva à influência das atividades experimentais realizadas na Universidade (GALIAZZI, 2000; IZQUIERDO; SANMARTÍ; ESPINET, 1999). Provavelmente nesse fato esteja a origem do estereótipo atual de laboratório escolar, isto é, semelhante ao do ensino superior.



Apesar de a experimentação fazer parte do discurso sobre a educação em Ciências há muito tempo, a disseminação da sua relevância ocorreu mais fortemente a partir da década de 60, do século passado, período em que surgiram projetos valorizando o “ensino experimental” (GONÇALVES, 2005). Nos Estados Unidos, foram publicados, por exemplo, o Biological Science Curriculum Study -BSCS-, Chemical Education Material Study -CHEMS-, Physical Science Study Committee -PSSC- e na Inglaterra os cursos Nuffield de Biologia, Química e Física. Existe a ideia de que a inserção desses projetos no ambiente escolar estava vinculada com a chamada guerra-fria. Outro motivo, de cunho político, seria a reação do público ao lançamento do satélite soviético Sputnik, em 1957 (DE JONG, 1998). Porém, cabe destacar que o embrião de alguns desses projetos é anterior ao Sputnik.

Segundo De Jong (1998), na educação em Ciências se passou a desacreditar apenas nos estudos de manuais, compêndios, leis e conceitos, incorporando-se também trabalhos empíricos, pois estes são inerentes às Ciências. No entanto, os projetos dos anos 60, mesmo representando avanços em relação aos antigos compêndios, incluíam características bastante conteudistas e estavam mais preocupados com a formação de futuros cientistas.

Esses projetos de ensino foram traduzidos para diversos idiomas e se difundiram pelo mundo. No Brasil, um livro do projeto CHEMS foi publicado na década de 60, com o nome *Química – uma ciência experimental*. Uma das características desse material didático era a visão empirista de Ciência, salientando o entendimento de que: todo o conhecimento deriva da experimentação; e os sentidos fornecem as bases seguras para a Ciência. Porém, esses pressupostos têm sido criticados pelas discussões atuais sobre a natureza do conhecimento científico, como discutiremos posteriormente. Por isso, entendemos que a educação em Ciências também precisa assumir uma postura crítica em relação à adoção desses pressupostos. Apesar deste aspecto os projetos de ensino norte-americanos e ingleses foram relevantes para o desenvolvimento da área de educação em Ciências, trazendo implicações positivas para a formação inicial e continuada de professores no Brasil, diga-se de passagem, contribuindo para renovar as expectativas docentes (GONÇALVES, 2005).

Compreende-se que os entendimentos sobre a experimentação desenvolvidos ao longo dos anos estão intimamente associados com esses projetos de ensino. Domin (1999) destaca quatro “estilos” de atividades experimentais na história da educação das ciências: o expositivo, as atividades de investigação, a descoberta e as atividades experimentais baseadas em problemas.

As atividades experimentais expositivas ou de demonstração e verificação são as mais criticadas nas obras sobre o tema (DOMIN, 1999; GALIAZZI, 2000), pois seu papel se resume em comparar um resultado obtido empiricamente com o resultado esperado teoricamente. Além disso, geralmente os alunos limitam-se a seguir os passos indicados em um roteiro que valoriza a tomada de dados e controle de variáveis. Caracterizando-se como um tipo de atividade experimental que contribui pouco para a aprendizagem dos alunos (GONÇALVES, 2005).

Ao contrário das atividades experimentais expositivas, os experimentos de investigação, muito presentes na década de 60, tinham como propósito, naquela época, envolver os alunos de forma mais efetiva no processo de aprendizagem. Porém, essas atividades experimentais fundamentadas em pressupostos indutivistas sobre a investigação científica não possibilitaram, da maneira como foram propostas e desenvolvidas, que os estudantes aprendessem habilidades inerentes às investigações, como a formulação de problemas, construção de hipóteses e a opção por procedimentos (DOMIN, 1999).

Os experimentos por descoberta, assim como os de investigação, foram a base da reforma na educação em Ciências dos anos 60. A aprendizagem por descoberta, também fundamentada nas teses empirista-indutivistas, permeou fortemente o discurso dos professores. A observação e as atividades experimentais eram entendidas como fonte de conhecimento, isto é, as teorias seriam descobertas a partir de dados empíricos originados da observação. Entender que os alunos sejam capazes de “descobrir” por meio da observação alguma teoria, é uma maneira ingênua de compreender a aprendizagem e a construção do conhecimento científico. Precisamos destacar que as 14 observações não ocorrem no “vácuo teórico”, pois as teorias orientam o que e como observar. O aluno não pode observar de forma fundamentada, se está teoricamente despreparado.

Uma das heranças da aprendizagem por investigação e descoberta é o conhecimento dos alunos sobre a natureza da investigação científica, amplamente apontado pelos resultados das pesquisas na área, sinalizando para a importância do método científico e da observação como fonte de conhecimento (HODSON, 1994). Por isso, de maneira geral, os programas de ensino predominantes até o final da década de 60 contribuíram pouco devido, principalmente, a sua orientação positivista (GIORDAN, 1999).

As atividades experimentais baseadas em problemas foram menos influentes do que aquelas fundamentadas na aprendizagem por investigação e descoberta na reforma ocorrida na educação em Ciências na década de 1960 (DOMIN, 1999). Desde então, podemos encontrar diferentes contribuições sobre esse modo de desenvolver experimentos e as publicações atuais sobre o assunto mostram-se comprometidas, principalmente, com a superação dos pressupostos empirista-indutivistas.

Uma possibilidade de desenvolver atividades experimentais problematizadoras são os denominados experimentos p.p. –“*plantean problema*”-, que se caracterizam pela formulação de perguntas considerando o conhecimento inicial dos alunos, indicação de soluções prováveis, comprovação das soluções, e compartilhamento e discussão dos procedimentos e soluções (DE JONG, 1998). Esses experimentos precisam incluir uma ou mais dessas características.

Os experimentos p.p. podem ser divididos em diferentes categorias de acordo com a participação dos alunos. Ou seja, os alunos podem se envolver em todas as etapas –construção do problema, formulação de hipóteses, planejamento e realização do experimento, apontar dados e observações e propor conclusões- no desenvolvimento de da atividade experimental, ou em apenas uma parte dessas etapas; neste caso, o professor se responsabiliza pela realização das demais etapas. Segundo De Jong (1998), o fato dos experimentos p.p. se dividirem em categorias favorece a participação dos alunos de forma crescente na resolução de problemas. De qualquer modo, entendemos que dificilmente um aluno da escola consiga se responsabilizar, de maneira independente do professor, por todas as etapas de um experimento p.p., porque isso exige do sujeito um envolvimento com a cultura científica que transcende o período da escolaridade básica. Inclusive, é provável que se encontre dificuldades para exercitar essa proposta até no ensino superior. Além disso, embora experimentos desse tipo representem um avanço em relação à visão empirista, também podem ser considerados reducionistas, pois vinculam prioritariamente a investigação às atividades experimentais. Essa compreensão é compartilhada por Gil e Valdés (1996) que, ao apontarem para os experimentos como investigações, destacam um conjunto de aspectos para caracterizar a experimentação como uma atividade investigativa. Em síntese, os autores mostram que é preciso superar a dimensão meramente experimental, pois existem outros pontos, além da experimentação, essenciais para uma investigação.



Nessa mesma perspectiva, Gil *et al.* (1999) questionam a distinção entre aprendizagem conceitual, resolução de problemas de lápis e papel e o desenvolvimento de atividades experimentais. Esse questionamento se refere, em parte, ao entendimento da experimentação como ilustração da teoria estudada previamente em sala de aula, propiciando assim a apropriação de uma visão criticada da atividade científica. Segundo os autores, uma possibilidade de transformar essa compreensão sobre a experimentação é promover sua associação com o trabalho científico. Nesse sentido, a resolução de problemas e os experimentos podem se constituir como diferentes faces da mesma atividade, isto é, o tratamento de situações problemáticas abertas. Para Gil *et al.* (1999) a aprendizagem de conhecimentos científicos é favorecida quando está vinculada ao tratamento de situações abertas. Isso apontaria para a integração entre aprendizagem conceitual, resolução de problemas e experimentação, contribuindo para superar uma visão crítica de Ciência. Esse movimento contra as visões criticadas sobre a atividade científica na educação em Ciências tem colaborado, pelo menos teoricamente, para combater mitos no currículo, como os recém explicitados e outros – a observação neutra, o caráter decisivo da experimentação na construção do conhecimento científico, a utilização do método científico como critério do fazer ciência e assim por diante.

Conforme o apresentado, as atividades experimentais baseadas em problemas são vistas como um modo de transcender esses mitos; embora, às vezes, se caracterizem por um reducionismo. De outra parte, sabemos que mudanças efetivas dependem de que esses esforços se reflitam na formação inicial e continuada de professores, o que não parece simples, pois frequentemente os cursos de formação de professores, de modo especial as Licenciaturas, são marcados na própria organização curricular por perspectivas empirista-indutivistas e positivistas.

Ainda destacamos a resolução de problemas em pequenos grupos vinculadas às atividades experimentais como um contexto de socialização e maneira de explicitar o caráter social da Ciência. Assim, defendem Reigosa e Jiménes (2000):

A participação na cultura científica resolvendo problemas em pequenos grupos reflete o caráter social da ciência. A imagem da ciência como disciplina independente do resto da sociedade, cujo único objetivo é compreender o mundo, é incompleta, e a imagem do cientista como um gênio individual, inadequada (REIGOSA; JIMÉNES, 2000, p.275- 276).

O professor precisa tomar como um objetivo explícito o incentivo da apropriação de um entendimento de Ciência como atividade humana e social. Certamente que o trabalho em grupo pode contribuir para o cumprimento de importante função. Entretanto, transcende tal meta, à medida que as premissas sócio-interacionistas se constituem como um modo de propiciar as aprendizagens, não só conceituais e procedimentais, mas também de atitudes; uma vez que trabalhar em equipe envolve comportamento e valores que precisam ser aprendidos. Ainda de acordo com esses autores, os problemas propostos para corresponderem com a cultura científica precisam estar em contextos denominados autênticos. Ou seja, próximos ao mundo real dos alunos e cuja solução não está previamente definida, inclusive podendo não ser única. Compreendemos que isso favorece a superação de uma visão dogmática de Ciência e de experimentação, com a suposta função de demonstrar um conhecimento verdadeiro e imutável.

Reigosa e Jiménes (2000) também sinalizam as dificuldades por parte dos alunos em participar de resolução de problemas abertos, que exige dos mesmos a definição do procedimento a ser adotado no experimento. Isso pode estar associado com o entendimento de atividades

experimentais dos alunos, em que a função do professor é indicar um conjunto de passos para serem seguidos. Esse tipo de atividade estereotipada os autores denominam de cultura escolar e essa não corresponde ao processo de resolução de problemas da atividade científica. Entendemos que a expectativa dos alunos em relação às atividades experimentais, em parte, é um reflexo de suas aprendizagens sobre o papel da experimentação, muitas vezes, reforçada pelos próprios professores. A partir das contribuições desses autores compreendemos que é preciso reconhecer e respeitar as dificuldades dos alunos para, então, poder problematizar seus entendimentos acerca das atividades experimentais, em geral, arraigados na supremacia do método científico.

Os problemas nas atividades experimentais também podem ser utilizados no sentido de favorecer a explicitação do conhecimento dos alunos, auxiliando o professor a mapear os conhecimentos do grupo sobre o tema estudado (SHILAND, 1999). Para isso, pode-se apoiar nas previsões. Uma das propostas que aparecem na literatura aponta para a possibilidade dos alunos desenvolverem, por escrito, previsões indicativas a respeito do que entendem que vai ocorrer em determinada situação problematizada (HODSON, 1994). Essa previsão pode ser contrastada com o fenômeno observado durante a atividade experimental, exigindo dos alunos a reformulação, por escrito, das explicações. Entendemos que problematizar nos experimentos, para proporcionar a explicitação do conhecimento inicial dos estudantes, parece ser outra característica relevante, pois, segundo as discussões contemporâneas sobre aprendizagem, trata-se de um aspecto fundamental, considerando que os alunos aprendem a partir do que já conhecem.

Portanto, parece uma tendência atual investir em atividades experimentais com um caráter indagador, superando a ingenuidade da experimentação cunhada nas teses empirista-indutivistas que caracterizaram os projetos de ensino norte-americanos e ingleses, lançados na década de 60 do século passado. Podemos perceber que esses projetos estavam permeados de características duramente criticadas. No entanto, as críticas à experimentação têm atingido uma amplitude maior, como veremos a seguir.

### :: DICA DE FILME::



**GATTACA – Experiência Genética.** Dirigido por Andrew Niccol. Produtores: Danny DeVito, Michael Shamberg e Stacey Sher. EUA; Columbia Pictures Corporation / Jersey Films 1997. 112 min.

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 em corporação, escondendo sua verdadeira origem. Mas um misterioso caso de assassinato pode expor seu passado. Este filme pode ser trabalhado com os alunos para abordar diversos temas, como: Bioética, Engenharia genética, Avanços da Ciência, etc.

## 1.2 . TEORIA E PRÁTICA OU TEORIA VS PRÁTICA

Em relação à dicotomia teoria e prática, à medida que pretendemos proporcionar aos estudantes uma visão mais próxima do trabalho científico, os aspectos teoria, prática e problemas

devem ser tratados como na atividade científica, absolutamente imbricados. Caso contrário, podem se tornar um verdadeiro obstáculo ao conhecimento científico (GIL PEREZ *et al*, 1999).

Hoje em dia muito se tem falado na indissociabilidade da teoria e prática no ensino, principalmente nas ciências naturais, mas o que temos visto é que cada vez mais elas estão separadas, ou realizadas de maneiras em que não se consegue fazer a conexão entre ambas.

Para Axt (1991), os experimentos são frequentemente ministrados de forma aleatória e desvinculada do conteúdo, como se fossem um apêndice. O conteúdo da disciplina é tratado como um corpo objetivo de conhecimentos. Pouca atenção é dada à potencialidade da experimentação como veículo de aprimoramento conceitual, admitindo-se, de forma implícita, que a firmeza conceitual pode ser alcançada através da aplicação coerente das fórmulas, ou, até mesmo, pela simples memorização. Nesse caso, o papel reservado para a experimentação é o de verificar aquilo que é informado na aula teórica, contribuindo para uma visão totalmente distorcida da relação entre teoria e prática. Na realidade, não deveria haver distinção entre sala de aula e laboratório, uma vez que, diante de um problema, o estudante deve fazer mais do que simples observações e medidas experimentais, pois as possíveis hipóteses por eles criadas, na tentativa de solucionar o problema, deveriam ser discutidas com o objetivo de se avaliar a pertinência, a viabilidade e, se for o caso, propor procedimentos que possam verificar as diferentes propostas de solução. Nessa perspectiva, a teoria e a prática passam a ser vistas como um processo único que possibilita a aprendizagem de conceitos científicos.

## 2. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA JÁ É REALIDADE OU CONTINUA UM MITO?

Na **aprendizagem das Ciências Biológicas**, as *atividades experimentais* devem ser garantidas de maneira a evitar que a relação teoria-prática seja transformada numa dicotomia. As *experiências* despertam em geral um grande interesse nos alunos, além de propiciar uma situação de investigação. Quando planejadas levando em conta estes fatores, elas constituem momentos particularmente ricos no processo de ensino- aprendizagem.

*Atividades experimentais planejadas e efetivadas* somente para "provar" aos alunos leis e teorias são pobres relativamente aos objetivos de formação e apreensão dos conhecimentos básicos em Biologia. Considera-se mais conveniente *um trabalho experimental que dê margem à discussão e interpretação de resultados obtidos, com o professor atuando no sentido de apresentar e desenvolver conceitos, leis e teorias envolvidos na experimentação*. Desta forma, o professor será um orientador crítico da aprendizagem, distanciando-se de uma postura autoritária e dogmática no ensino e possibilitando que os alunos venham a ter uma visão mais adequada do trabalho em Ciências.

### ATIVIDADE / EXERCÍCIO

Como anda a experimentação nas escolas do seu município? Compare uma escola da rede Privada e uma da rede Pública e veja quais diferenças existentes no que diz respeito ao uso da experimentação no ensino de Ciências e Biologia.



## 2.1. MODELOS DA EXPERIMENTAÇÃO EM BIOLOGIA AO LONGO DO TEMPO

### Modelo Tradicional:

- O papel da experimentação no **Ensino das Ciências Naturais nos 3 primeiros decênios do Século XX** tinha como objetivo:
  - *Complementar ou verificar teorias* – quem realizava o experimento era o professor, sendo a atividade ilustrativa e figurativa ao que já constava no livro.

### Modelo Escolanovista:

- **A partir de 1945** – o ensino de Ciências exige uma **Educação Científica** – *ação científica na escola*;
  - Objetivo: *formar o mini-cientista* – no entanto, é imprescindível que a *Metodologia de Ensino seja aproximada dos Métodos praticados pelos cientistas* na produção do conhecimento.

**Década de 60:** renovação do ensino de Ciências no âmbito internacional;

- Embate *científico-tecnológico* entre as superpotências.

**Década de 70:** em 1971 é editado o livro “*Ciências Naturais na Escola Normal*”;

- Afirma a importância da ciência na vida moderna, relacionando-a ao desenvolvimento econômico e político das nações;
- Objetivo do ensino de **Ciências Naturais** na escola primária: oferecer ao aluno a habilidade de enfrentar situações problemáticas utilizando-se o **Método Científico**.

Sendo a ciência o instrumento de relação do homem com o seu meio ambiente, compete à escola **voltar o ensino para a investigação e iniciação científica**, fomentando o *desenvolvimento das habilidades mentais* através da vivência do método científico e de suas aplicações:

- Nas observações sistemáticas ocorre a predeterminação das intenções: definições dos objetivos, coleta e análise dos dados, interpretação dos resultados e conclusões obtidas;
- Evitar a falsificação da verdade controlando as próprias emoções,
- Evitar os julgamentos e generalização descabida, analisar criticamente métodos e técnicas quando o objetivo é colher dados e comprovar teorias.

**Cursos de Formação de Professores na Década de 70:** o uso significativo do **Método Experimental como Metodologia de Ensino** não logrou resultados expressivos – esgotam-se a **Pedagogia da Redescoberta** e as propostas **escolanovistas**;

**Final dos anos 90:** propostas conceituais consistentes (**embasadas no construtivismo**) reforça o uso das atividades de Experimentação em Ciências nas séries iniciais;

A **Atividade Experimental** – quando utilizada como **Caráter Investigativo** – tem como objetivo garantir condições para que os procedimentos escolhidos e os resultados obtidos pelos alunos sejam respeitados, não sendo arbitrário ou diretamente desqualificados.

### Experimentação:

- **Técnica didática** que consiste em provocar determinado fenômeno – é usada na aplicação dos **Métodos Científico** e da **Descoberta**, contribuindo para desenvolver a capacidade intelectual do indivíduo;

- É a semente do **conhecimento científico** e constitui uma rica fonte de experiência – favorece o uso adequado dos sentidos na prática da **observação**, da **comparação**, da **análise**, da **síntese**, da **reflexão** e da **crítica**;

- Desenvolve hábitos de atenção, de responsabilidade e de imparcialidade;
- É uma atividade dinâmica para ação do sujeito – compara, observa e conclui;
- Ao realizar experimentação os alunos aprendem a respeitar a opinião dos colegas, descobrem respostas; encontram soluções, comprovam verdades, aprendem a agir com independência e autoconfiança.

Ao planejar um Experimento alguns cuidados devem ser tomados pelo professor:

- Listar, selecionar, preparar e testar previamente o material;
- Executar o experimento para obter domínio da técnica, registrando os resultados;
- Escolher experimentos que estejam em ligação com os assuntos discutidos em sala de aula;
- Evitar explicações prévias que prejudicam o raciocínio e a redescoberta dos alunos;
- Informar os objetivos da prática e incentivar a participação;
- Orientar o registro cooperativo dos resultados em álbum seriado, folhas especiais ou cadernos de anotações.

Na execução do experimento devem ser observadas as seguintes etapas:

- Delimitar o problema e formular hipóteses;
- Separar o grupo experimental do grupo de controle;
- Controlar e equipar as variáveis intervenientes;
- Discutir os elementos dos grupos casualmente;
- Selecionar as variáveis intervenientes não controladas e estudar com especialistas o teor das interveniências;
- Executar o planejamento;
- Comparar os dados obtidos com os resultados previstos nas hipóteses para aceitá-las ou refutá-las;
- Emitir conclusões e relatar os resultados obtidos.

O professor que pretende **explorar as atividades experimentais** para que os seus alunos aprendam a ciência de um modo mais significativo, e para o desenvolvimento neles das mais variadas capacidades que serão fundamentais no seu futuro, terá de criar **um ambiente construtivista de aprendizagem e adotar estratégias investigativas**. Pensa-se que este ambiente favorecerá os alunos dos mais variados graus de ensino.

**A aprendizagem das Ciências Biológicas pelo Método do Ensino Experimental se dá pela via ação e reflexão.** Esta desenvolve nos alunos capacidades e atitudes que vão muito

para além do que consegue com o ensino tradicional, em que o aluno é encarado como um receptáculo mais ou menos passivo do conhecimento. Nesta linha, preconiza-se que o aluno seja orientado no sentido de exprimir as suas ideias, planejar, prever, executar e rever procedimentos e suas ideias.

### As principais características de um ambiente construtivista de aprendizagem são:

- Ênfase na **construção ativa do conhecimento** e não na sua retenção e reprodução de memória;
- São privilegiadas as tarefas dos alunos em contextos significativos;
- Privilegiam-se as situações do mundo real e do dia a dia, em vez das sequências de ensino academicamente rígidas e pré-determinadas;
- Encoraja-se a **reflexão crítica constante** dos alunos durante as suas atividades, a análise do que dizem e fazem, bem como o que dizem e agem os seus colegas;
- Estimula-se a **construção colaborativa do conhecimento** através da negociação social e não competição individual pela classificação;
- Privilegia-se a **avaliação formadora** e deve estar voltada não só para a regulação da aprendizagem de cada aluno pelo professor, como também para a reflexão, autoavaliação e auto-regulação da própria aprendizagem;
- São criadas condições agradáveis e propiciadores de boas relações interpessoais dentro e fora das aulas;
- Os alunos são motivados e responsabilizados pelas suas próprias aprendizagens.

Do ponto de vista epistemológico, admite o conhecimento científico não como um fato consumado, mas como um processo em construção, sempre inacabado, fruto da *interação dos sujeitos com os objetos do conhecimento* e da partilha e negociação de representações pessoais, em que tanto a **experiência** como a razão desempenha um papel decisivo, não sendo de privilegiar nem uma nem outra, isto é, nem as visões empiristas nem as racionalistas da origem do conhecimento.

É importante a decisão que muitas vezes cabe ao professor, em currículos flexíveis, sobre o que deve ser trabalhado com os alunos e de que forma deve ser trabalhado, de modo a despertar-lhes o interesse e a vontade de descobrirem cada vez mais o mundo que os rodeia.

A aprendizagem significativa das **Ciências Biológicas** é verificada quando o estudante percebe que os tópicos a serem estudados se relaciona com os seus próprios objetivos e quando ele participa responsabilmente do seu processo.

Tanto a seleção quanto a utilização de conteúdos, métodos, de técnicas, de estratégias ou de sistemas de avaliação, isto é, de que as decisões a respeito do **o quê** e de **como** ensinar, só adquire validade após uma sólida determinação do **porque ensinar**.



Portanto, uma sala de aula ideal no ensino de Biologia seria aquela em que houvesse:

- Interação professor/aluno;
- Interligação teoria/prática;
- Socialização entre transmissão/construção do saber;
- Desenvolvimento da capacidade criativa, crítica e reflexiva do aluno;
- Centralização nos interesses, necessidades e aptidões dos docentes/discentes;
- Educação holística ou para a vida;
- Pedagogia dialógica/relacional/procedimental;
- Utilização de métodos inovadores e técnicas de ensino que favoreçam o aluno como agente ativo do processo ensino-aprendizagem;
- Avaliação da aprendizagem do tipo dialógica-diagnóstica-mediadora e não como ferramenta de punição e mensuração do processo;
- Instalações físicas que favoreçam pesquisas/**experimentação**/conforto e bem-estar;
- Aulas dinâmicas (o aluno como sujeito de sua própria aprendizagem)

## UNIDADE 4 DESAFIOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

### 1. CIÊNCIA E O ENSINO

Baseado nos trabalhos de Gil-Pérez et al (2001) e Nascimento (2003), pode-se dizer que as características apresentadas a seguir são necessárias a um ensino que tenha como objetivo o saber sobre ciência, ou ainda a construção de concepções mais fundamentais a cerca do conhecimento científico (NASCIMENTO, 2010).

- i. Não há método científico fechado, o que vai contra uma visão rígida da ciência (GIL-PÉREZ, 2003), no qual se apresenta no ensino o “Método Científico” como um conjunto de etapas a se seguir mecanicamente.
- ii. A construção do conhecimento científico é guiada por paradigmas que influencia a observação e a interpretação de certo fenômeno (BORGES, 1996; GIL-PÉREZ et al, 2001; TOULIN, 1977), indo contra uma visão puramente empírico-indutivista e atórica da ciência, em que a observação e a interpretação não são influenciadas por ideias apriorísticas.
- iii. O conhecimento científico é aberto, sujeito a mudanças e reformulações, e assim foi na história da ciência, portanto, a ciência é um produto histórico. Dessa forma, a maneira de se transmitir conhecimentos já elaborados é uma forma de criar uma concepção contrária a uma visão aberta da ciência.
- iv. Um dos objetivos da ciência é criar interações e relações entre teorias, o conhecimento não é construído pontualmente, o que descaracteriza uma visão que ressalta a necessária parcialização dos estudos, esquecendo os esforços posteriores de unificação ou de construção de um corpo coerente de conhecimentos (GIL-PÉREZ, 19993).
- v. O desenvolvimento da ciência está relacionado a aspectos sociais, políticos; as opções feitas pelos cientistas muitas vezes refletem seus interesses. A ciência, portanto, é humana, viva e , assim, uma interpretação do homem, que interpreta o mundo a partir do seu olhar. Dessa forma, é necessário que ela seja caracterizada como tal.

### 2. FALTA DE EQUIPAMENTOS ADEQUADOS

No que se refere às dificuldades impostas ao ensino experimental, Axt (1991) aponta para dois fatores: a falta de equipamento e a impossibilidade de fazer reparos ou reposições e a pouca qualificação dos professores.

Silva e Zanon (2000) também reiteram os mesmos problemas, sinalizando que os professores consideram a experimentação fundamental para melhorar o ensino e lamentam a carência de condições para tal, referindo-se a turmas grandes, inadequação da infra-estrutura física/material e carga horária reduzida. Destacam, ainda, que os docentes nem sempre focalizam os aspectos centrais dessa problemática, que dizem respeito à carência em sua formação e à falta de clareza sobre o papel da experimentação na aprendizagem dos alunos. Concordamos com os autores quando afirmam que o ponto primordial da ausência da experimentação está na formação

docente e não apenas na falta de infraestrutura. Acreditamos que de nada adiantará um laboratório bem estruturado se os docentes continuarem com uma visão simplista a respeito da experimentação, considerando como funções exclusivas do trabalho experimental comprovar leis e teorias, motivar o aluno e desenvolver habilidades técnicas ou laboratoriais. Portanto, para superar este obstáculo faz-se necessário, entre outros aspectos, rever a estrutura curricular dos cursos de formação inicial e continuada de professores, pois a maioria deles está centrada na dicotomia entre teoria e prática. Como exigir que a prática pedagógica do futuro professor seja inovadora se a vivência como estudante foi centrada nessa dicotomia?

Nessa mesma linha de pensamento, García Barros *et al.* (1998) em seu estudo que realizou envolvendo professores em formação e egressos, mostra a necessidade de se incluir na formação inicial e continuada de professores discussões sobre as limitações das práticas habituais e propostas para analisar atividades de caráter investigativo. Os autores ressaltam que mudanças no processo de formação de professores devem ocorrer também nas metodologias empregadas pelos professores das disciplinas que compõem o currículo.

Laburú (2005) também reitera que a universalização de certos experimentos e a prática didática comum devem-se mais ao limitado conhecimento profissional dos professores, que se prendem aos livros escolares e à reprodução de práticas didáticas a qual estiveram submetidos em sua formação.

Assim, acredita-se que, a partir do momento que tivermos professores com uma melhor formação, o problema da falta de equipamentos poderá ser sanado ou minimizado quando estes perceberem o potencial das atividades práticas e cobrarem os materiais específicos em suas salas de aula.

### 3. DESPREPARO DOCENTE

Um dos principais obstáculos no momento da transmissão do ensino ainda é a falta de domínio e de atualização de conhecimento pelo docente (WEISMANN, 1998). Não há uma solução milagrosa que solucione a falta de conhecimento, por mais boa vontade que o educador tenha. Existe uma crença desmedida que se criou no Brasil de que o livro nunca erra, de que devemos ter respeito incondicional à palavra escrita (CALLUF, 2007). Infelizmente, essa situação também pode resultar em graves problemas na área educacional, principalmente nas séries iniciais do Ensino Fundamental, e que acabam por refletir, mais tarde, no Ensino Médio. Toda essa situação tende a se deflagrar no ambiente mais vulnerável à ausência do saber: a sala de aula, principalmente nos anos iniciais, época em que as crianças ainda não possuem uma base argumentativa muito respaldada, pois possuem uma pequena aquisição do saber. Quando se analisa os alunos do Ensino Médio, quem sabe passem por esse problema, o reflexo é muito mais rápido, pois eles já têm uma base argumentativa, uma noção de abstração bastante aguçada e um bom senso muito afinado. Quando um professor de Biologia, ao ministrar suas aulas, repassa de maneira muito clara o não-domínio dos conteúdos transmitidos, espera-se que a devolutiva dos alunos seja tão grande quanto a sua falta de preparo. Poderá ser no próprio momento da aula por meio de questionamentos que os alunos façam ao professor, nem sempre com a finalidade de “testar” o conhecimento do professor, mas para verificar se houve algum engano no repasse do conteúdo, ou posteriormente via coordenação de ensino. Com isso não queremos dizer que o professor, em ocasião alguma, não possa errar, enganar-se, confundir palavras. A questão envolve algo mais grave: a falta de domínio. Este problema só irá ser erradicado quando os



professores tomarem consciência que o conhecimento tem que ser renovado a cada dia, devendo então buscar uma formação continuada.

### ATIVIDADE / EXERCÍCIO

Pesquise nas escolas da cidade em que você mora quais são as principais dificuldades sofridas pelos professores de Ciências e Biologia, de diferentes séries, na ministração dos conteúdos e que estratégias você propõe para resolver tais dificuldades.

### BIBLIOGRAFIA

ABÍLIO, F.J.P. Pedagogia de projetos e a temática ambiental no ensino de ciências: formação continuada de professores do ensino fundamental de Cabedelo. In: **ABÍLIO, F. J. P. & GUERRA, R. A. T. (Org.). A questão ambiental no ensino de Ciências e a formação continuada de professores de ensino fundamental.** João Pessoa: UFPb/FUNAPE/LEAL, 130p. 2005.

ABRANTES, P. Trabalho de projetos e aprendizagem da matemática. In: **Avaliação e Educação Matemática**, RJ:MEM/USU – GEPEM, 1995.

AXT, R. O papel da experimentação no ensino de Ciências. In: **MOREIRA & AXT. Tópicos em ensino de Ciências.** Porto Alegre: Sagra: 1991.

BORGES, M.R.R. **Em debate: cientificidade e educação em Ciências.** Porto Alegre: SE/Cecirs, 1996.

CERVO, A.L. & BERVIAN, P.A. **Metodologia científica: para uso dos estudantes universitários.** 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978. Parte I, Capítulo 1.

DE JONG, O. **Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química: dilemas y soluciones.** Enseñanza de las Ciencias, v.16, n.2, 1998. p.305-314.

DOMIN, D. S. **A Review of Laboratory Instruction Styles.** Journal of Chemical Education, v. 76, n.74, 1999. p.543-547.

FRACALANZA, H; AMARAL, I. A. do; GOUVEIA, M. S. F. **O Ensino de Ciências no primeiro grau.** São Paulo: Atual, 1986.

GALIAZZI, M. C., ROCHA, J. M. B., SCHMITZ, L. C., SOUZA, M. L., GIESTA, S., GONÇALVES, F. P. **Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências.** *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GALIAZZI, M.C. **Seria tempo de repensar as atividades experimentais no ensino de Ciências? Educação**, ano XXIII, n.40, PUCRS, 2000. p.87-111.

GARCÍA BARROS, S., MARTÍNEZ LOSADA, C. & MONDELO ALONSO, M. **Hacia La innovación de las actividades prácticas desde la formación del profesorado**. *Enseñanza de las Ciências*, v. 16, n.2, p. 353-366, 1998.

GIANI, K. **A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa**. Dissertação Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília. Brasília-DF, 190p. 2010.

GIL, D. *et al.* **Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel e realización de prácticas de laboratorio**. *Enseñanza de las Ciencias*, v.17, n.2, 1999. p.311-320.

GIL, D.; VALDÉS, P. **La investigación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo**. *Enseñanza de las Ciencias*, v.14, n.2, 1996.

GIL-PÉREZ, D. **Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación**. *Enseñaza de las Ciências*. v.11, n. 02, p.197-212, 1993.

GIL-PÉREZ, D. **La metodología científica y la enseñanza de las Ciências: unas relaciones convertidas**. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4 (2), p.111-121, 1986.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. *Ciência e Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIL-PÉREZ, D., FURIÓ, C., VALDÉS, P. SALINAS, J. MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., GUIASOLA, J. González, E., DUMAS-CARRÉ, A. GOFFARD, M. & PESSOA, A.M., **¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?** *Enseñanza de las Ciências*, v.17, n.2, p. 311-320, 1999.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de Ciências**. *Química Nova da Escola*, n.10, 1999. p.43-49

GIROTTO, C.G.G.S. *“Pedagogia de Projetos: (re) significação do processo ensino-aprendizagem.”* Projeto de Pesquisa. Núcleo de Ensino – Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP – Campus de Marília – 2002 a 2003

GONÇALVES, F.P. **O Texto de Experimentação na Educação em Química: Discursos Pedagógicos e Epistemológicos**. Dissertação Mestrado, Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica/ UFSC, Florianópolis, 168p., 2005.

HERNÁNDEZ, F. & VENTURA, M. **A organização do currículo por Projetos de Trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Ed. Artmed, São Paulo, 199p. 1998.

HODSON, D. **Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio**. Enseñanza de las Ciencias, v.12, n.3, 1994. p.299-313.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. **Fundamentación y diseño de lãs prácticas escolares de ciencias experimentales**. Enseñanza de las Ciencias, v.17, n.1, 1999. p.45-59.

JOLIBERT, J. **Formando crianças leitoras de texto**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

JOLIBERT, J. **Formando crianças produtoras de textos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2000.

LABURÚ C. E. **Seleção de experimentos de física no Ensino Médio: uma investigação a partir da fala dos professores**. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 10, n. 2, p.161-178, 2005.

LEITE, L. H. A. **A Pedagogia de Projetos em Questão**. Texto produzido a partir da palestra no curso de Diretrizes da Rede Municipal de Belo Horizonte, promovido pelo CAPE/SMED em dezembro 1994.

MARTINS, J.S. **O trabalho com projetos de pesquisa: do ensino fundamental ao ensino médio**. São Paulo: Papirus, 2001.

MEDEIROS, A.; BEZERRA, F. S. **Natureza da Ciência e Instrumentação para o Ensino da Física**. *Ciência & Educação*, v.6, n.2, p.107-117, 2000.

NASCIMENTO, V.B. **Visões de Ciências e Ensino por investigação**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação, USP, 2003.

PETITAT, A. **Produção da escola/produção da sociedade: análise sócio-histórica de alguns momentos decisivos da evolução escolar no ocidente**. Porto Alegre: Artmed, 1994.

REIGOSA CASTRO, C. E.; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. **La cultura científica em la resolución de problemas en el laboratorio**. Enseñanza de las Ciencias, v.18, n.2, 2000. p.275-284.

SHILAND, T.W. **Constructivism: the implications for laboratory work**. Journal of Chemical Education, v. 76, n.1, 1999. p.107-108.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: **SCHNETZLER, R.P.; ARAGÃO, R. M. R. Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, p.120-153, 2000.

TEIXEIRA, E. **As três metodologias, caminhos da ciência e da pesquisa**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005.

TOUMIN, S.T. **La comprensión humana**. Madrid: Alianza Editorial, 1977.

TRUJILLO FERRARI, A. **Metodologia da ciência**. 2 ed. Rio de Janeiro: Kennedy, 1974.

VALENTE, J.A. Formação de Professores: Diferentes Abordagens Pedagógicas. In: **J.A. Valente (org.) O computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas, SP: UNICAMP-NIED, 1999.

ZABALA, A. 1998. **A prática educativa: como ensinar**. Ed. Artmed, Porto Alegre, 224p., 1998.

#### **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:**

ALMEIDA, M.J.P.M. & SOUZA, S.C. Possibilidades, equívocos e limites no trabalho do professor/pesquisador – enfoque em ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, 1 (2): 21p., 1996. (<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>).

AMARAL, I.A. **O ensino de Ciências e o desafio do Fracasso Escolar**. In: A Universidade e o ensino de 1º e 2º graus. Sanfelin, J.L. (Org.). Campinas, São Paulo: Papyrus, p: 69-80, 1988.

AMORIM, A.C. Biologia, Tecnologia e Inovação no Currículo do Ensino Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**. Vol. 3, N. 1, março de 1998.

ARROYO, M.G. A função social do Ensino de Ciências. **Em Aberto**, Brasília, 7 (40): 3-11, 1988.

ASTOLFI, J.P. & DEVELAY, M.A. 1990. **Didática das Ciências**. Campinas, São Paulo: Papyrus, p. 121-130.

BENCINI, R. Vergonha Nacional: o drama da repetência. **Nova Escola**, novembro/2000, p. 16-22.

BIZZO, N.M.V. História da Ciência e Ensino: onde terminam os paralelos possíveis? **Em Aberto**, Brasília, 11 (55): 29-35, 1992.

BORDENAVE, J.D. & PEREIRA, A.M. **O papel dos meios multissensoriais no ensino-aprendizagem**. In: Estratégias de Ensino-Aprendizagem. Rio de Janeiro: Vozes, cap. IX, p. 203-219. 1991.

BRASIL, Leis, Decretos etc. **LEI Nº 9.394**, Lei Darcy Ribeiro, Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. 14p., 1996.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental, Brasília, DF: MEC/SEF, 138p, 1998.



BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: Terceiro e Quarto Ciclos: Apresentação dos Temas Transversais.** Secretaria de Educação Fundamental, Brasília, DF: MEC/SEF, 436p, 1998.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Secretaria de Educação Fundamental, Brasília, DF: MEC/SEF, 174p, 1998.

BUNGE, M. **Epistemologia: curso de atualização.** São Paulo: T. A. Queiroz/EDUSP, 1980, capítulo 2.

CANIATO, R. **Com Ciência na Educação: iderário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino da Ciência.** Campinas, São Paulo: Papirus, 3ª edição, 127p., 1997.

CARVALHO, A.M.P. & GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações.** São Paulo. Cortez. 4ª edição, 120p., 2000.

CARVALHO, A.M.P. **Prática de ensino – os estágios na formação do professor.** São Paulo. Livraria Pioneira. 2ª edição, 105p, 1987.

CARVALHO, A.M.P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, 11 (55): 9-16, 1992.

CARVALHO, L.M. **Relação Teoria e Prática nos Estágios Supervisionados.** In: VII Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino (Anais), Goiania, UFG/UCG,v. II, p.433-441, 1994.

CUNHA, R.M.M. **Análise da prática pedagógica - Ensino de Biologia no 2º grau: da competência "satisfatória" à nova competência.** In: Educação & Sociedade, Ed. Cortez, São Paulo, Ano 10, n. 3, p. 134-153. 1988.

DELIZOICOV. D. & ANGOTTI. J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências.** Cortez. São Paulo. 2ª edição. (coleção magistério 2º grau – série formação do professor). 207p., 1991.

DOMINGUEZ, D.C. Ciência, Escola e vida cotidiana: contextos para o Conhecimento. In: Brzezinski, I. (Org.). **Formação de Professores: um desafio.** Goiana, UCG, p. 231-245, 1996.

FAGALI, E.Q., CIARI, M.B. & FONTANA, E.M. Projeto interdisciplinar Ciências - Biologia - Áreas Humanas. **Coletânea do III Encontro - Perspectivas do Ensino de Biologia**, Faculdade de Educação da USP, São Paulo, p. 141-148. 1988.

FALCÃO-FILHO, J.L.M. **Avaliação, Classificação e Frequência na nova LDB.** In: II Encontro Mineiro de Educação, 1997 (<http://www.eduline.com.br/amae/ldb.htm>).

FARIA, W. **Mapas conceituais: aplicações ao ensino, currículo e avaliação.** São Paulo: EPU/EDUSP, 59p., 1995.

FAZENDA, I.C.A. A construção de uma atitude interdisciplinar na prática docente - fundamentos para análise. **Anais do VII Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino**, Goiania, v.2, p. 425-432. 1994.

FERREIRA, O.M.C. & SILVA-JUNIOR, P.D. **Recursos audiovisuais no processo ensino-aprendizagem**. São Paulo: Epu, 1996.

FERRES, J. **Vídeo e educação - Funções do vídeo no ensino (cap. 4)**. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 45-62, 1996.

HEGENBERG, L. **Explicações científicas: introdução à filosofia da ciência**. São Paulo: E.P.U. EDUSP, 1973, segunda parte, capítulo 5.

HENNIG, G. J. **Metodologia do Ensino de Ciências**. 2ª edição. Porto Alegre. RS. Mercado Aberto. (série novas perspectivas, 18). 414p., 1994.

HERNÁNDEZ, F. & VENTURA, M. **A organização do currículo por Projetos de Trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio**. Ed. Artmed, São Paulo, 199p, 1998.

HOFFMAN, J. **Avaliação: Mito e Desafio - uma perspectiva construtivista**. 14 ed., Porto Alegre: Educação e Realidade, p. 11-25, 1994.

HOFFMAN, J. **Pontos e contrapontos – do pensar ao agir**. Porto Alegre: Mediação, p. 34-48, 1998.

JAPIASSU, R.O.V. Jogos teatrais na escola pública. **Revista da Faculdade de Educação**, 24 (2): 11p., 1998.

KRASILCHIK, M. Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil. **Em Aberto**, 11 (55): 2-9, 1992.

KRASILCHIK, M. Ensino de Ciências e a formação do Cidadão. **Em Aberto**, Brasília, 7 (40): 55-60, 1988.

KRASILCHIK, M. **O Professor e o Currículo das Ciências**. São Paulo: EPU. Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 3ª ed. São Paulo: Editora Harbra, 1996.

LABURÚ, C.E. Construção de conhecimentos: tendências para o ensino de ciências. **Em Aberto**, 11 (55): 23-28, 1992.

LAKATOS, E.M. & MARCONI, M.A. **Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 1991.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo. Cortez. (Coleção magistério 2º grau – Série formação do professor). 261p., 1994.

LOPES, T. Ciência em Cena: discutindo ciência por meio do teatro. **Presença Pedagógica**, 6 (31): 51-59, 2000.

MACHADO, N.J. **Sobre a ideia de Cidadania**. In: Machado, N.J. Ensaio transversais: cidadania e educação. São Paulo: Escrituras, p.95-108, 1997.

MACHADO, O.V.M. **Novas práxis educativas no Ensino de Ciências**. In: Cappelletti & Lima (org.), Formação de Educadores: pesquisas e estudos qualitativos. São Paulo, Ed. Olho D'água, p.95-127, 1999.

MARCHIORI, I. **O Ensino de Biologia nas pré-escolas de Campinas**. II Encontro Regional de Ensino de Ciências - Atas. Piracicaba: UNIMEP-PUCCAMP, p. 118-126. (<http://www.marvey.com.br/biologia-pre-escola.htm>). 1997.

MATUI, J. **A Avaliação Contrutivista**. In: Contrutivismo - teoria construtivista sócio-histórica aplicada ao ensino. Ed. Moderna, São Paulo, p. 218-239, 1995.

MEIS, L. & FONSECA, L. O Ensino de ciência e cidadania. **Em Aberto**, 11 (55): 56-63, 1992.

MENEZES, L.C. **Características convergentes no ensino de ciências nos países ibero-americanos e na formação de seus professores**. In: Formação continuada de professores de Ciências - no âmbito ibero-americano. Menezes, L.C. (Org.); Autores Associados, Campinas - São Paulo: NUPES, (Coleção Formação de Professores). p: 45-58, 1996.

MIZUKAMI, M.G.N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986.

MOREIRA, M. A. O professor-pesquisador como instrumento de melhoria do ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, p.:42-55, 1988.

MORESI, E. Metodologia da Pesquisa. PPGGCTI/ UCB, 108p. 2003. (<http://www.inf.ufes.br/~falbo/files/MetodologiaPesquisa-Moresi2003.pdf>)

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez/Brasília, DF: UNESCO, 3ed., 118p., 2001.

NALE, Nivaldo. **A Prática de Ensino para o Magistério de 1º e 2º graus**. Pensando a Educação (Ensaio sobre a formação do Professor e a Política Educacional). São Paulo: UNESP, 1989.

NARDI, R. (Org.). **Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente**. São Paulo, Escrituras, 143p., 2001.

PACHECO, E.D. A linguagem televisiva e o imaginário infantil. **Comunicação & Educação**, 2: 43-48, 1995.

PAES-BARRETO, A. L.; PEREIRA, M. G.; RODRIGUES, M. F. & RAMOS, M. G. M. **Ensino de Biologia**. In: Revelando o Ensino Público: o entendimento de professores e alunos sobre o ensino de Biologia, Geografia, História e Psicologia. Pinheiro, A.C.F. (Organizador), João Pessoa, A União. p. 29-50, 1996.

PARRA, N. **Estratégias de ensino-aprendizagem**. In: PENTEADO, W.M.A.. Psicologia e ensino. Papilivros, São Paulo, p: 264-285, 1980.

PEREIRA, M.L. **Métodos e técnicas para o Ensino de Ciências**. Ed. Universitária, UFPB/João Pessoa, PB, 102p., 1998

PIAN, M.C.D. O Ensino de Ciência e cidadania. **Em Aberto**, 11 (55): 49-56, 1992.

PICONEZ, S.C. B. (coord.). **A prática de ensino e o estágio supervisionado**. São Paulo. Papyrus. 7ª edição. 2001.

SANTA'ANNA, F. M. **Microensino e Habilidades Técnicas do Professor**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1979.

SCHNETZLER, R.P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, 11 (55): 17-22, 1992.

SILVA, C.S. **Medidas e avaliação em educação**. Petrópolis: Vozes, p. 144-170, 1992.

SUGAHARA, N.N.G. **Geociências e formação continuada – subprojetos desenvolvidos nas escolas da rede pública: explicação, representação visuais sobre o ensino do ciclo da água nas salas de aula de ciências**. <http://www.ige.unicamp.br/laboratorios/lrdg/explica.htm> (consultado: 10/02/2002).

TEIXEIRA, P.M.M. & VALE, J.M.F. **Ensino de Biologia: problemas que envolvem a prática pedagógica de educadores**. p. 23-39. In: Nardi, R. (Org.). Educação em Ciências: da pesquisa à prática docente. São Paulo, Escrituras, 143p., 2001.

TRIVELATO, S. Uma experiência de Ensino para a cidadania. **Em Aberto**, 11 (55): 70-73, 1992.

TRIVELATO-JUNIOR, J. & FUSARI, M.F.R. Videocassete: possibilidades de uso e produção para aulas de Biologia em escolas de 1º e 2º graus. **Coletânea do II Encontro - Perspectivas do Ensino de Biologia**. Faculdade da USP, São Paulo, p. 97-105. 1986.

VIANNA, D.M. & CARVALHO, A.M.P. Do fazer ao ensinar ciência a importância dos episódios de pesquisa na formação de professores. **Investigações em Ensino de Ciências**, 6 (2): 21p., 2001. (<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>).

VILLANI, A. & PACCA, J.L.A. Como avaliar um projeto de pesquisa em educação em ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, 6 (1): 21p., 2001. (<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>).



## **Projetos e Experimentação no Ensino de Ciências e Biologia**

VILLANI, A. & PACCA, J.L.A. Construtivismo, conhecimento científico e habilidade didática no ensino de ciências. **Revista da Faculdade de Educação**, São Paulo, 23 (1-2): 15p., 1997.

WEISSMAN, H. **O laboratório escolar**. In: Didática das Ciências Naturais: contribuições e reflexões. Porto Alegre: Artemed, cap. 6, p. 231-238. 1998.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Ed. Artmed, Porto Alegre, 224p, 1998.

ZÓBOLI, G. **Práticas de ensino - subsídios para a atividade docente**. São Paulo: Ática. 1990.





**Homenagem aos Pólos de Apoio Presencial de Itaporanga (Cristo Redentor),  
e de Duas Estradas (São Francisco de Assis), Paraíba.**