segunda-feira, 22 de fevereiro de 2010
22:29

2. O APRENDIZADO DE BIOLOGIA

- Como os alunos melhor aprendem Biologia?
- Todos os alunos aprendem da mesma forma?
- Como motivar os alunos a estudar e a aprender?
- Algumas dificuldades dos alunos no aprendizado de Ciências.

2.1 INTRODUÇÃO

Educadores, psicólogos, cientistas vêm há muito tempo tentando explicar como transcorre o aprendizado das ciências, construindo diferentes teorias que, uma vez aceitas e adotadas, podem fundamentar o trabalho do professor na sala de aula.

Essas teorias se baseiam em observações e em experiências que visam buscar elementos, com o objetivo de prever o comportamento dos estudantes e assim orientar atividades docentes. Como em qualquer campo, há controvérsias sobre as diferentes teorias que admitem várias concepções de aprendizado.

Na literatura sobre o assunto, são reconhecidas algumas tendências que influíram profundamente nos processos educacionais nas décadas de 1950, 1960, 1970 e 1980: comportamentalista ou behaviorista, cognitivista, construtivista e sócio-cultural.

2.2 COMPORTAMENTALISMO

Nas décadas de 1950 a 1970 as teorias baseadas no condicionamento tiveram grande impacto na educação, principalmente por intermédio das idéias do condicionamento operante. Essas idéias admitiam que as conseqüências agradáveis de um evento

Página 1 de Anotações Não Arquivadas

funcionavam como "reforçadoras" e as desagradáveis como "aversivas". O comportamento humano seria modelado por procedimentos de controle, recompensa e punição, e revelado por conhecimentos, atitudes e habilidades observáveis e mensuráveis.

O professor planejava suas atividades de forma a obter o controle de aprendizado dos alunos, modificando, eliminando ou introduzindo comportamentos.

Na década em que as idéias comportamentalistas de aprendizagem tiveram preponderância, desenvolveu-se bastante a tecnologia educacional apoiada nas máquinas de ensino e na instrução programada. Uma das características dessa tendência no ensino de ciências foi a ênfase na necessidade de estabelecer objetivos educacionais.

A bibliografia educacional das décadas de 1960 e 1970 inclui abundante análise sobre os tipos de objetivos e as diferentes maneiras adotadas para sua formulação, o que equivaleria, nas ciências biológicas, a uma discussão sobre taxionomia. Há também vários estudos sobre a forma de propor as metas dos sistemas escolares, dos estabelecimentos de ensino e dos professores, correspondendo a uma análise da nomenclatura biológica. A busca de rigor para apresentar os objetivos de um curso resultou de um conjunto de fatores, dentre os quais prepondera uma visão comportamentalista do ensino e o conseqüente desenvolvimento da tecnologia educacional.

No início desse processo foram estabelecidos vários critérios de classificação dos objetivos. Das classificações propostas, a que teve maior divulgação é a conhecida como "Taxionomia dos Objetivos Educacionais", organizada pelo psicólogo B. Bloom e seus colaboradores (Bloom, 1956).

O sistema de classificação por eles elaborado divide os objetivos educacionais em três grandes categorias: cognitivos ou intelectuais, afetivos ou emocionais e psicomotores ou habilidades.

Após cinqüenta anos da elaboração da Taxonomia, a construção de um acervo de dados sobre aprendizagem e ensino indicou a necessidade de revisão do material original. Algumas das mudanças aperfeiçoaram a classificação de objetivos e deram melhor orientação aos planejadores de cursos. Os objetivos nessa nova versão estão dispostos em uma tabela bidimensional na qual em uma dimensão encontra-se o processo cognitivo e a outra dimensão do conhecimento.

Na dimensão do processo cognitivo os objetivos são expressos em verbos numa escala ascendente de complexidade. Além disso a ordem sofreu uma modificação passando a ser: lembrar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar. O verbo criar substitui o sintetizar significando organizar elementos de novas formas de acordo com a concepção do aluno.

Na dimensão do conhecimento as categorias são: fatos, conceitos, procedimentos e meta cognitivos. A introdução dessa última categoria indica a necessidade do aluno analisar a forma como aprende.

Todos os sistemas de classificação de objetivos educacionais apresentam sérias limitações, que são análogas às das classificações biológicas feitas artificialmente, sem base no conhecimento da filogênese dos vários grupos de organismos. Verifica-se a dificuldade de demarcar e separar as diversas categorias, assim como a imperfeição das hierarquias dos processos que sistematizam. Vejamos, por exemplo, os objetivos *usar o*

microscópio ou *preparar uma lâmina*. Embora exijam o desenvolvimento de certas habilidades, essas habilidades têm também componentes intelectuais, o que dificulta sua classificação como objetivo cognitivo ou psicomotor. No entanto, apesar das restrições, a utilização de algum sistema de classificação pode ajudar os docentes a decidir, com maior clareza, o que realmente pretendem dos alunos.

A apresentação dos objetivos, por sua vez, também tem sido objeto de trabalhos que estabeleceram normas para sua especificação, as quais em nossa analogia poderiam ser comparadas às regras de nomenclatura biológica. O mais famoso e controvertido desses trabalhos foi o de R. Mager (1962), que estabelece que um objetivo educacional, para estar claramente proposto, deve apresentar os seguintes requisitos:

- ser expresso em verbos comportamentais, ou seja, de forma que se identifique a ação que o aluno executará;
- especificar as condições em que esse comportamento deverá ser demonstrado;
- estabelecer o critério de avaliação, ou seja, o rendimento mínimo aceitável.

De acordo com essas normas, por exemplo, um objetivo satisfatoriamente elaborado estabeleceria que: "o aluno deverá preparar uma lâmina de epiderme vegetal e identificar no tecido dois tipos de células". Aparentemente, o objetivo está claramente proposto, mas para evitar ambigüidade, seria necessário explicitar como fazer a identificação, quais as células a identificar etc., o que ilustra a dificuldade de se estipular de antemão tudo o que se espera do aluno sem cair num detalhamento inútil de aspectos banais do ensino.

A tarefa de preparação de objetivos educacionais dos cursos, obrigatória durante a fase de planejamento em certas escolas, foi reduzida a um formalismo sem nenhum resultado efetivo, demonstrando que o próprio sistema desenvolveu um processo homeostático de ajustamento diante de uma exigência exagerada e sem significado. Fatos pitorescos ocorrem nas reuniões de professores, quando os docentes consultam listas de *verbos comportamentais* que fazem parte dos *bancos de objetivos*, dentre as quais escolhem os que mais lhes agradam para redigir documentos que satisfaçam demandas da burocracia. No entanto, se é justa a crítica ao entusiasmo pelos objetivos, da forma como são defendidos por grupos profundamente influenciados por uma escola psicológica comportamentalista, é também necessário que os professores reflitam sobre o que realmente pretendem de seus cursos e que comuniquem o resultado dessas reflexões aos outros elementos envolvidos no processo.

Ainda em relação à análise dos aspectos positivos e negativos de elaboração dos objetivos educacionais, muitos contrapõem às vantagens da clareza a conseqüente limitação do aprendizado dos alunos que, tendo conhecimento do que deles se pretende, restringiriam-se a tentar atingir os objetivos propostos pelo professor.

Melton (1978), fazendo uma revisão dos resultados de pesquisas sobre o assunto, chegou a algumas conclusões:

- a apresentação de objetivos não tem efeito quando estes são muito gerais ou ambíguos ou extremamente fáceis ou difíceis;
- para os alunos responsáveis é indiferente conhecer ou não os objetivos do curso;
- quando os objetivos são dados antes da instrução, servem como estímulo ao estudo do assunto em pauta, mas há diminuição do aprendizado incidental não previsto originalmente.

Nesse sentido, o autor pondera que a comunicação dos objetivos após a instrução aumentará o aprendizado de forma geral, o que inclui a consecução tanto de objetivos previstos – aprendizado relevante – como de não previstos – aprendizado incidental. Conclui-se que uma das razões para a grande propagação das propostas no sentido de elaborar objetivos educacionais em termos precisos derivou da necessidade de se especificarem intenções dos educadores, e o fracasso dessas propostas resultou muito mais de suas limitações como instrumentos para transmitir as idéias dos autores dos currículos do que das suas implicações ideológicas, das quais nem sempre os professores estão conscientes.

2.3 COGNITIVISMO

Este termo engloba teorias que dão ênfase aos processos mentais dificilmente observáveis, enfatizando a possibilidade de o aluno adquirir e organizar informações. O conhecimento seria o produto da interação do homem com o seu mundo (Hassard, 1992).

Como influências cognitivistas preponderantes no ensino de ciências devem ser mencionados o psicólogo norte-americano Jerome Bruner (1963) e o biólogo que formou escola na Suíça, Jean Piaget, devido ao interesse de ambos para que os alunos lidassem com objetos e realizassem experiências para melhor aprender.

A influência de Bruner resultou do seu trabalho com os autores dos projetos curriculares da década de 1960, defendendo as idéias de que o estudante é um solucionador de problemas e aprende pela descoberta. Foi um dos que valorizaram o desenvolvimento de habilidades intelectuais, colocando o aluno face às chamadas "situações discrepantes", que provocariam a necessidade de solução. Sua teoria enfatiza o papel da *curiosidade* e a possibilidade de aceitar várias formas de resolver as questões propostas. Ao analisar essas soluções, o professor deve dar informações aos estudantes sobre sua apreciação das mesmas como fonte de *motivação*.

Considerou ainda que cada tópico deve ser estruturado de forma a ser entendido pelos alunos. Admite que toda idéia ou campo de conhecimento pode ser apresentado para que qualquer estudante possa entender. Portanto, a apresentação e instrução deve ser seqüenciada para auxiliar o aluno a compreender, transformar e transferir aquilo que for aprendido. A seguir, elaborou a concepção de currículo em espiral, em que as mesmas idéias reaparecem com complexidade crescente nos vários níveis de ensino. É importante adquirir e desenvolver certas habilidades de elementos estruturados. Assim, a criança primeiro conhece o mundo pela ação, depois por imagens e representações simbólicas, principalmente pela linguagem.

Bruner produziu um projeto (*Man, a Course of Study* – MACOS) de ciências sociais para os alunos de 8 a 13 anos. Focaliza a natureza do homem como espécie e seu papel na humanidade (Kelly, 1980).

O projeto enfatiza processos para os alunos desenvolverem a capacidade de usar métodos de pesquisa e observação. Mas admite que não sendo possível prever o procedimento das crianças, também não é possível preestabelecer objetivos.

Esse projeto foi duramente criticado por destacar o relativismo cultural em lugar de apresentar fatos. Como parte da discordância da linha do projeto, discutiu-se também nos EUA a propriedade da censura e o papel do Estado na produção de material didático.

No Brasil a obra de Bruner teve importância relativa. Já os trabalhos de Piaget, tanto aqui, como nos Estados Unidos foram muito mais influentes. Lá os interessados em projetos de ensino de ciências promoveram nos anos de 1960 conferências denominadas "Piaget Rediscovered", introduzindo as idéias desse importante cientista no meio educacional americano. Tais idéias são tão importantes e significativas que até hoje fundamentam muitas das discussões sobre o ensino de ciências.

Além das idéias sobre a psicogênese dos conceitos, Piaget revolucionou a metodologia da pesquisa usando, em lugar de grandes amostras, entrevistas e testes com alunos observados individualmente, modalidade do chamado método clínico (Ripple, 1964). Considera também o aprendizado um processo ativo em que as estruturas cognitivas resultam da interação dinâmica entre o organismo e o ambiente por processos denominados assimilação, equilibração e auto-regulação.

Admite ainda que os fatores que influem no desenvolvimento de estruturas mentais e na maturação do ser humano são as relações com o ambiente e com o meio social.

Por meio de entrevistas e para verificar em que fase se encontravam em relação ao conceito de conservação, foram preparadas provas em que os alunos deveriam realizar certas tarefas como, por exemplo: o professor apresenta duas esferas de massa de modelar e, em seguida, faz, com uma delas, um cilindro longo e pede ao estudante que identifique aquela que tem mais massa.

Piaget identificou quatro estágios de desenvolvimento:

1. *Sensório-motor* – desde o nascimento até cerca de dois anos. Período não-verbal caracterizado por atos reflexos, exploração com os sentidos, imitação e permanência dos objetos, o que significa que a criança esquece do objeto quando este é removido de sua presença.
2. *Pré-operacional* – dos 3 anos até cerca de 7-8 anos. A criança é egocêntrica e nessa fase ocorre o desenvolvimento da linguagem. Nessa fase ela já é capaz de representar mentalmente e simbolicamente objetos, mesmo na sua ausência, e classificá-los com base em uma característica. Desenvolve também a capacidade de lidar com novos objetos e eventos.
3. *Concreto-operacional* – idade 7-12 anos. Nesta etapa alunos ordenam, classificam, estabelecem relações causais e espaço-temporais. Realizam operações lógicas com objetos concretos; portanto, a manipulação é muito importante, tendo conseqüências claras para o ensino de Ciências. Também a capacidade

de classificar é um pré-requisito para o desenvolvimento de conceitos como planta, folha, raiz, fruto etc. Por exemplo, no início da fase, apenas folhas caracterizam plantas, mas à medida que as experiências aumentam, partes como raízes e frutos são incluídas na categoria geral (Osborne, 1985).

4. *Operatório-formal* – crianças acima de 14 anos. Os estudantes são capazes de analisar desde situações concretas até hipotéticas. Desenvolvem raciocínio proporcional, probabilístico, correlacional e controle de variáveis.

É importante lembrar que essas fases não são estanques e que vão ocorrendo modificações ao longo de cada uma delas. As idades mencionadas valem para os casos gerais, dependendo, no entanto, de diferenças individuais.

O processo do ensino, em geral, e de ciências e biologia, em particular, devem ser adaptados à maneira como o raciocínio se desenvolve, enfatizando-se o aprendizado ativo por meio do envolvimento dos estudantes em atividades de descoberta. O professor não é transmissor de informações, mas um orientador de experiências, em quem os alunos buscam conhecimento pela ação e não apenas pela linguagem escrita ou falada. Estas, embora expressem pensamentos, não substituem a experiência ativa e pessoal.

Nessas atividades, a interação social entre os alunos é um fator importante para provocar discussões e dúvidas que ajudem a resolver problemas e a esclarecer questões.

Um exemplo da influência piagetiana é o projeto desenvolvido em 1972 na Inglaterra (*Science* 5-13), baseado na existência de estágios de desenvolvimento, apresentados nos trabalhos piagetianos. Ao mesmo tempo o projeto definia claramente seus objetivos para ajudar o professor a seqüenciar as atividades de acordo com os estágios de desenvolvimento, de modo a diminuir a imprevisibilidade decorrente do envolvimento ativo dos alunos, combinando, assim, idéias de várias tendências.

2.4 SOCIOCULTURAL

Uma importante contribuição à concepção de aprendizagem foi a do pesquisador russo Vygotsky, que enfatizou a importância sóciocultural no processo de aprendizagem da criança. Seus estudos foram fundamentados na observação das crianças no seu dia-a-dia, incluindo a escola e a família. Segundo Vygotsky, a relação com os mais velhos é uma poderosa força no desenvolvimento mental da criança. O professor teria a função de planejar instâncias que permitissem aos estudantes ir alcançando níveis mais elevados de conhecimento e procedimento, dando-lhes tarefas cada vez mais complexas e provendo o suporte e apoio necessários para que o aluno consiga realizá-las com o auxílio também dos colegas e companheiros. Por meio de diálogos entre pessoas e, mais enfaticamente, graças ao papel do professor, os jovens passam a conhecer o mundo simbólico. Assim, no ensino de ciências é importante não só o contato com os objetos mas também com os esquemas conceituais vigentes, que lhe são apresentados pelo representante dessa ciência que com ele interage: o professor.

A escola, enquanto agência explicitamente encarregada de promover o aprendizado de crianças e jovens das sociedades letradas, tem um papel essencial na promoção do desenvolvimento psicológico dos alunos [...]. A intervenção deliberada dos membros mais maduros da cultura no aprendizado das crianças é essencial a seu processo de desenvolvimento. A intervenção pedagógica do professor tem, pois, um papel central na trajetória dos indivíduos que passam pela escola (Oliveira, 1933).

As idéias básicas de Vygotsky são:

- o objetivo maior da escola é desenvolver a personalidade dos alunos;
- a personalidade humana está vinculada a seu potencial criativo;
- o processo ensino-aprendizagem é atividade pessoal do aluno;
- o professor dirige e guia essa atividade individual;
- os métodos de ensino-aprendizagem correspondem às suas particularidades individuais e, portanto, os métodos não podem ser uniformes (Davydov, s.d.).

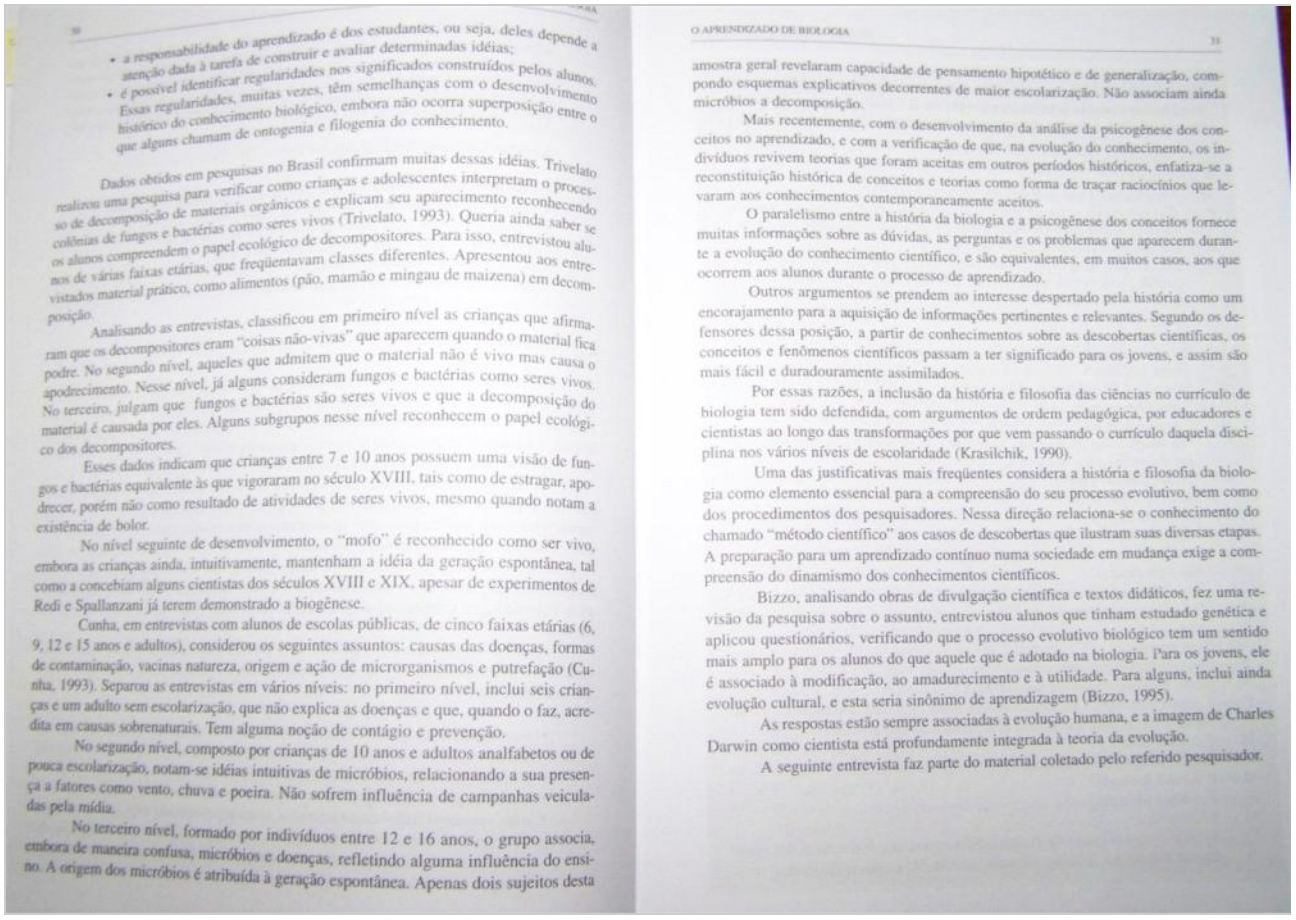
2.5 CONSTRUTIVISMO

A partir do trabalho e da metodologia dos cognitivistas, desenvolveram-se outras linhas de pesquisa e teorias para explicar como os alunos adquirem, interpretam e usam informações construindo o conhecimento. Essa é a idéia básica da vertente de análise do aprendizado denominada "construtivismo", que admite ser o conhecimento edificado pela própria pessoa, e portanto não é transmitido nem revelado (Castro, 1995).

Admite-se que todo aluno já possui um acervo de conhecimento e que muitas palavras diferentes são usadas para identificar e interpretar esse acervo: idéias, crenças, significados, concepções, estruturas qualificadas como erradas (*mis*), alternativas, pessoais, intuitivas, ingênuas, espontâneas, infantis (Gunstone, 1988). Essas expressões, com freqüência, pressupõem que os alunos já trazem para a sala de aula idéias próprias, mas inadequadas, que influem fundamentalmente e criam dificuldades não só no aprendizado do conteúdo mas também no de habilidades como a de observação, tão essencial em biologia.

Autores apontaram seis aspectos importantes a considerar numa visão construtivista de aprendizagem, dos quais o primeiro deles é fundamental e todos os outros dele decorrem (Driver, 1986):

- os resultados da aprendizagem dependem não só do ensino ministrado mas dos objetivos, das motivações e dos conhecimentos que o aluno traz para a escola;
- o aprendizado envolve a construção de significados por cada um dos alunos;
- a construção de tais significados depende de uma atividade contínua;
- uma vez construídos os significados, cada aluno faz sua avaliação e os aceita ou rejeita. Evidências indicam que muitos alunos aceitam certos significados apenas para usar na escola, nas aulas e nas provas, mas que não são usados para interpretar o mundo no seu dia-a-dia;



- a responsabilidade do aprendizado é dos estudantes, ou seja, deles depende a atenção dada à tarefa de construir e avaliar determinadas idéias;
- é possível identificar regularidades nos significados construídos pelos alunos. Essas regularidades, muitas vezes, têm semelhanças com o desenvolvimento histórico do conhecimento biológico, embora não ocorra superposição entre o que alguns chamam de ontogenia e filogenia do conhecimento.

Dados obtidos em pesquisas no Brasil confirmam muitas dessas idéias. Trivelato realizou uma pesquisa para verificar como crianças e adolescentes interpretam o processo de decomposição de materiais orgânicos e explicam seu aparecimento reconhecendo colônias de fungos e bactérias como seres vivos (Trivelato, 1993). Queria ainda saber se os alunos compreendem o papel ecológico de decompositores. Para isso, entrevistou alunos de várias faixas etárias, que freqüentavam classes diferentes. Apresentou aos entrevistados material prático, como alimentos (pão, mamão e mingau de maizena) em decomposição.

Analisando as entrevistas, classificou em primeiro nível as crianças que afirmaram que os decompositores eram "coisas não-vivas" que aparecem quando o material fica podre. No segundo nível, aqueles que admitem que o material não é vivo mas causa o apodrecimento. Nesse nível, já alguns consideram fungos e bactérias como seres vivos. No terceiro, julgam que fungos e bactérias são seres vivos e que a decomposição do material é causada por eles. Alguns subgrupos nesse nível reconhecem o papel ecológico dos decompositores.

Esses dados indicam que crianças entre 7 e 10 anos possuem uma visão de fungos e bactérias equivalente às que vigoraram no século XVIII, tais como de estragar, apodrecer, porém não como resultado de atividades de seres vivos, mesmo quando notam a existência de bolor.

No nível seguinte de desenvolvimento, o "mofo" é reconhecido como ser vivo, embora as crianças ainda, intuitivamente, mantenham a idéia da geração espontânea, tal como a concebiam alguns cientistas dos séculos XVIII e XIX, apesar de experimentos de Redi e Spallanzani já terem demonstrado a biogênese.

Cunha, em entrevistas com alunos de escolas públicas, de cinco faixas etárias (6, 9, 12 e 15 anos e adultos), considerou os seguintes assuntos: causas das doenças, formas de contaminação, vacinas natureza, origem e ação de microrganismos e putrefação (Cunha, 1993). Separou as entrevistas em vários níveis: no primeiro nível, inclui seis crianças e um adulto sem escolarização, que não explica as doenças e que, quando o faz, acredita em causas sobrenaturais. Tem alguma noção de contágio e prevenção.

No segundo nível, composto por crianças de 10 anos e adultos analfabetos ou de pouca escolarização, notam-se idéias intuitivas de micróbios, relacionando a sua presença a fatores como vento, chuva e poeira. Não sofrem influência de campanhas veiculadas pela mídia.

No terceiro nível, formado por indivíduos entre 12 e 16 anos, o grupo associa, embora de maneira confusa, micróbios e doenças, refletindo alguma influência do ensino. A origem dos micróbios é atribuída à geração espontânea. Apenas dois sujeitos desta amostra geral revelaram capacidade de pensamento hipotético e de generalização, compondo esquemas explicativos decorrentes de maior escolarização. Não associam ainda micróbios a decomposição.

Mais recentemente, com o desenvolvimento da análise da psicogênese dos conceitos no aprendizado, e com a verificação de que, na evolução do conhecimento, os indivíduos revivem teorias que foram aceitas em outros períodos históricos, enfatiza-se a reconstituição histórica de conceitos e teorias como forma de traçar raciocínios que levaram aos conhecimentos contemporaneamente aceitos.

O paralelismo entre a história da biologia e a psicogênese dos conceitos fornece muitas informações sobre as dúvidas, as perguntas e os problemas que aparecem durante a evolução do conhecimento científico, e são equivalentes, em muitos casos, aos que ocorrem aos alunos durante o processo de aprendizado.

Outros argumentos se prendem ao interesse despertado pela história como um encorajamento para a aquisição de informações pertinentes e relevantes. Segundo os defensores dessa posição, a partir de conhecimentos sobre as descobertas científicas, os conceitos e fenômenos científicos passam a ter significado para os jovens, e assim são mais fácil e duradouramente assimilados.

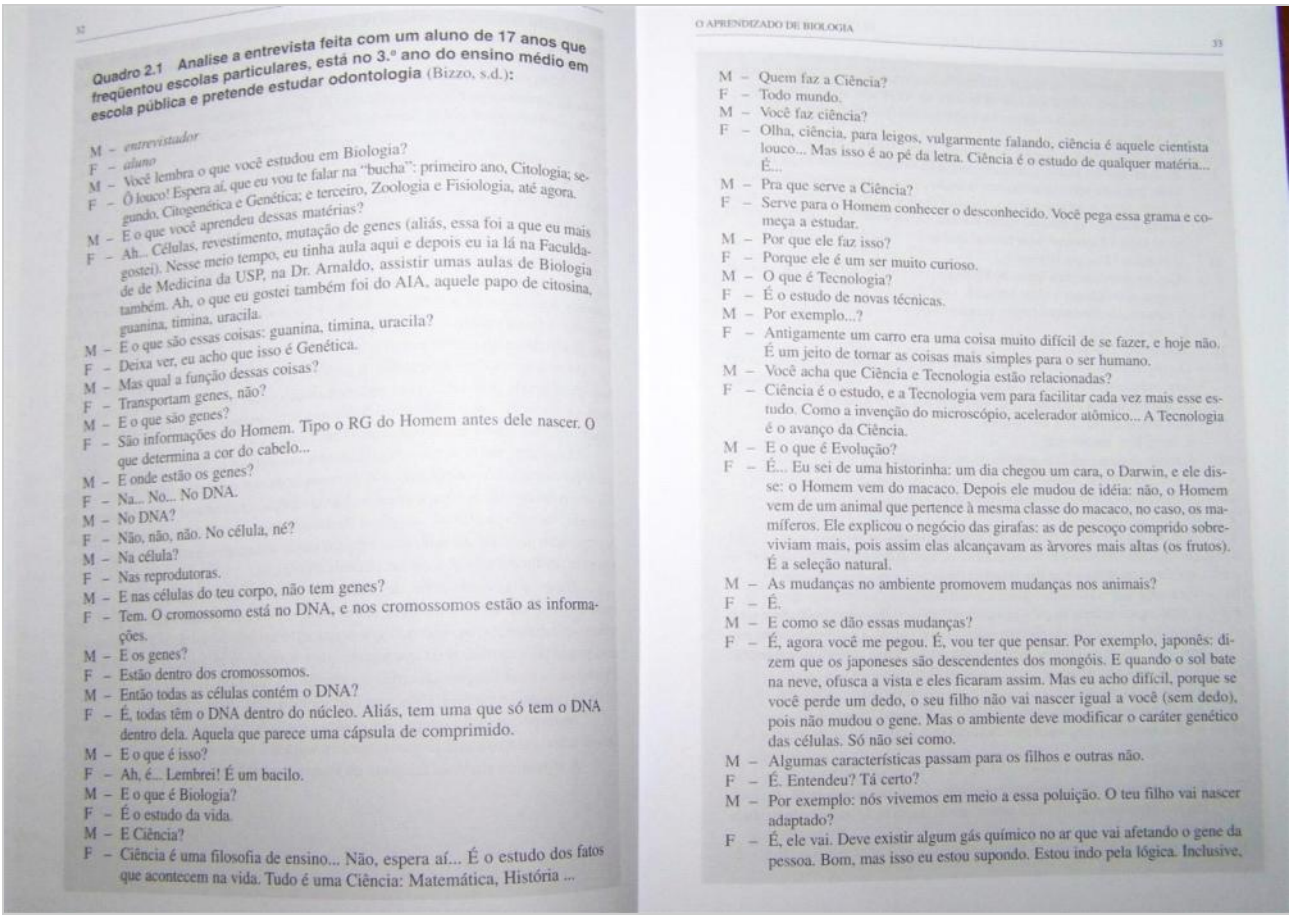
Por essas razões, a inclusão da história e filosofia das ciências no currículo de biologia tem sido defendida, com argumentos de ordem pedagógica, por educadores e cientistas ao longo das transformações por que vem passando o currículo daquela disciplina nos vários níveis de escolaridade (Krasilchik, 1990).

Uma das justificativas mais freqüentes considera a história e filosofia da biologia como elemento essencial para a compreensão do seu processo evolutivo, bem como dos procedimentos dos pesquisadores. Nessa direção relaciona-se o conhecimento do chamado "método científico" aos casos de descobertas que ilustram suas diversas etapas. A preparação para um aprendizado contínuo numa sociedade em mudança exige a compreensão do dinamismo dos conhecimentos científicos.

Bizzo, analisando obras de divulgação científica e textos didáticos, fez uma revisão da pesquisa sobre o assunto, entrevistou alunos que tinham estudado genética e aplicou questionários, verificando que o processo evolutivo biológico tem um sentido mais amplo para os alunos do que aquele que é adotado na biologia. Para os jovens, ele é associado à modificação, ao amadurecimento e à utilidade. Para alguns, inclui ainda evolução cultural, e esta seria sinônimo de aprendizagem (Bizzo, 1995).

As respostas estão sempre associadas à evolução humana, e a imagem de Charles Darwin como cientista está profundamente integrada à teoria da evolução.

A seguinte entrevista faz parte do material coletado pelo referido pesquisador.



32

Quadro 2.1 Analise a entrevista feita com um aluno de 17 anos que freqüentou escolas particulares, está no 3.º ano do ensino médio em escola pública e pretende estudar odontologia (Bizzo, s.d.):

M – *entrevistador*
F – *aluno*
M – Você lembra o que você estudou em Biologia?
F – Ô louco! Espera aí, que eu vou te falar na "bucha": primeiro ano, Citologia; segundo, Citogenética e Genética; e terceiro, Zoologia e Fisiologia, até agora.
M – E o que você aprendeu dessas matérias?
F – Ah... Células, revestimento, mutação de genes (aliás, essa foi a que eu mais gostei). Nesse meio tempo, eu tinha aula aqui e depois eu ia lá na Faculdade de Medicina da USP, na Dr. Arnaldo, assistir umas aulas de Biologia também. Ah, o que eu gostei também foi do AIA, aquele papo de citosina, guanina, timina, uracila.
M – E o que são essas coisas: guanina, timina, uracila?
F – Deixa ver, eu acho que isso é Genética.
M – Mas qual a função dessas coisas?
F – Transportam genes, não?
M – E o que são genes?
F – São informações do Homem. Tipo o RG do Homem antes dele nascer. O que determina a cor do cabelo...
M – E onde estão os genes?
F – Na... No... No DNA.
M – No DNA?
F – Não, não, não. No célula, né?
M – Na célula?
F – Nas reprodutoras.
M – E nas células do teu corpo, não tem genes?
F – Tem. O cromossomo está no DNA, e nos cromossomos estão as informações.
M – E os genes?
F – Estão dentro dos cromossomos.
M – Então todas as células contém o DNA?
F – É, todas têm o DNA dentro do núcleo. Aliás, tem uma que só tem o DNA dentro dela. Aquela que parece uma cápsula de comprimido.
M – E o que é isso?
F – Ah, é... Lembrei! É um bacilo.
M – E o que é Biologia?
F – É o estudo da vida.
M – E Ciência?
F – Ciência é uma filosofia de ensino... Não, espera aí... É o estudo dos fatos que acontecem na vida. Tudo é uma Ciência: Matemática, História ...

O APRENDIZADO DE BIOLOGIA 33

M – Quem faz a Ciência?
F – Todo mundo.
M – Você faz ciência?
F – Olha, ciência, para leigos, vulgarmente falando, ciência é aquele cientista louco... Mas isso é ao pé da letra. Ciência é o estudo de qualquer matéria... É...
M – Pra que serve a Ciência?
F – Serve para o Homem conhecer o desconhecido. Você pega essa grama e começa a estudar.
M – Por que ele faz isso?
F – Porque ele é um ser muito curioso.
M – O que é Tecnologia?
F – É o estudo de novas técnicas.
M – Por exemplo...?
F – Antigamente um carro era uma coisa muito difícil de se fazer, e hoje não. É um jeito de tornar as coisas mais simples para o ser humano.
M – Você acha que Ciência e Tecnologia estão relacionadas?
F – Ciência é o estudo, e a Tecnologia vem para facilitar cada vez mais esse estudo. Como a invenção do microscópio, acelerador atômico... A Tecnologia é o avanço da Ciência.
M – E o que é Evolução?
F – É... Eu sei de uma historinha: um dia chegou um cara, o Darwin, e ele disse: o Homem vem do macaco. Depois ele mudou de idéia: não, o Homem vem de um animal que pertence à mesma classe do macaco, no caso, os mamíferos. Ele explicou o negócio das girafas: as de pescoço comprido sobreviviam mais, pois assim elas alcançavam as àrvores mais altas (os frutos). É a seleção natural.
M – As mudanças no ambiente promovem mudanças nos animais?
F – É.
M – E como se dão essas mudanças?
F – É, agora você me pegou. É, vou ter que pensar. Por exemplo, japonês: dizem que os japoneses são descendentes dos mongóis. E quando o sol bate na neve, ofusca a vista e eles ficaram assim. Mas eu acho difícil, porque se você perde um dedo, o seu filho não vai nascer igual a você (sem dedo), pois não mudou o gene. Mas o ambiente deve modificar o caráter genético das células. Só não sei como.
M – Algumas características passam para os filhos e outras não.
F – É. Entendeu? Tá certo?
M – Por exemplo: nós vivemos em meio a essa poluição. O teu filho vai nascer adaptado?
F – É, ele vai. Deve existir algum gás químico no ar que vai afetando o gene da pessoa. Bom, mas isso eu estou supondo. Estou indo pela lógica. Inclusive,

filho de alcoólatra vai nascer com tendência para o alcoolismo. Igual a AIDS. Se a mãe tem, o filho que está na barriga vai ter os seus genes afetados.

M – Mas será que afetou os genes ou o vírus passou por via sangüínea?
F – É. Pode ser...
M – Mas vamos voltar à origem do Homem. Como surgiu o Homem?
F – Eu acho que foi assim: o Homem surgiu há milhões de anos atrás, na água. Começou com seres unicelulares. A união dessas células formou um tecido, a união desse tecido, um órgão, e desses órgãos unidos formou-se um organismo. E esses organismos juntos formou (sic) a Biosfera. Que Biosfera? Já pulei mil evoluções aí! Mas não sei direito.
M – O Homem já surgiu Homem?
F – Não, ele demorou para aparecer. Primeiro veio (sic) os anfíbios, que estavam na água e invadiram o meio terrestre.
M – E como essas mudanças foram acontecendo?
F – É com a revolução.
M – Revolução? Do quê?
F – Do organismo, Voltamos de novo para a primeira pergunta. O que ocorre com o organismo eu não sei. O que faz um peixe virar um peixe com pulmão eu não sei. Só em filme de ficção isso acontece de uma hora para outra.
M – Mas será que não seria aos poucos?
F – É, bem, bem lentamente.
M – E como as características passam de pai para filho?
F – Não é através dos genes?
M – Existe algum ser que seja mais evoluído?
F – Do que a gente?
M – Não, no planeta. Você considera o Homem o mais evoluído?
F – Biologicamente sim. Em todos os fatores, ele é o mais desenvolvido. Ele só se diferencia do macaco é pela inteligência.
M – Você acha que o Homem continua evoluindo?
F – É bem capaz, porque daqui a uns dois mil anos, o Homem já não deve ter o dente do siso, porque ele não usa mais. Teve evolução. Que nem existem outros vestígios. Por exemplo, olha a minha orelha: mexe como a do cachorro.
M – Ah, a minha não mexe.
F – Tá vendo! Já evoluiu.
M – Ah, as mulheres são mais evoluídas que os homens! (*risadas*)
M – Você acha que os animais estão evoluindo?
F – Ôpa! Claro!
M – Por quê?
F – Parte por causa da evolução, parte porque estão se extinguindo. Quando Darwin examinou os animais, muitos que existiam antigamente não existem mais.
M – E as plantas?

F – É, planta é diferente. Veja, se você tem duas orquídeas, uma verde e outra amarela, e você polinizar as duas (cruzando-as), surge uma outra diferente.
M – Surge uma outra espécie?
F – Não. Não sei.
M – E os vírus?
F – É, a gente veio dos vírus, né?
M – A gente veio?
F – É... unicelular (sic), né?
M – E os vírus que existem hoje, eles estão evoluindo?
F – Acho que eles estão estagnados na mesma porcaria e não saem mais.
M – O vírus da gripe, da AIDS...
F – Ah, o da AIDS deve ter evoluído de um mais fraquinho.
M – E aí? Você disse que eles não evoluíam?
F – Não. Eles mudam mas serão sempre vírus. Eles evoluem, ficam mais fortes. Só isso.
M – E as bactérias?
F – É tudo da mesma forma.
M – E os carros?
F – Ôpa! Você mudou de assunto? Mas sim, eles evoluem, ficam mais possantes, econômicos, confortáveis.
M – E os planetas?
F – Até evoluem. Estão em constante evolução. Mudam de rotação,
M – Mudam de rotação: mais rápido, mais devagar?
F – Mudam. É pensando no tempo terráqueo que os homens estipularam pra viver a vida.
M – Onde você leu mais sobre o Darwin?
F – Ah, eu li na *Superinteressante*. Ele era um carinha super gente fina. Ele era muito inteligente. Ele teve saco para estudar aquelas coisas. Pegava uma graminha, outra, comparava...
M – Você gostou da entrevista?
F – Gostei.
M – Por quê?
F – Ah, porque eu gosto de Biologia.
M – Ah, então muito obrigado.

1. Onde se pode identificar o saber escolar e as idéias conflitantes que o aluno traz?
2. Onde é possível identificar as idéias de influência ambiental?
3. Que idéias do aluno sobre evolução aparecem durante a entrevista?
4. É possível identificar idéias como as do "uso e desuso" e da ação do ambiente na entrevista?
5. Como o aluno considera o homem na escala evolutiva?

Admite-se também que o conhecimento de história e filosofia é um instrumento para os jovens compreenderem como as descobertas contribuíram para o progresso da humanidade e da qualidade de vida. Os efeitos da ciência e da tecnologia na vida moderna oferecem vantagens e causam problemas, e uma análise histórica permitirá aos alunos compreenderem seu significado no momento atual. De outro lado, o progresso científico e tecnológico nos últimos anos vem levantando problemas éticos e sociais que devem ser relacionados às visões de mundo que fundamentaram os processos de descoberta e guiaram a utilização de seus resultados.

Essa vertente justifica a introdução de história e filosofia na preparação para a cidadania, auxiliando na tomada de decisões, principalmente em relação à institucionalização e ao suporte da própria ciência.

Comparar as visões do estudante sobre processos científicos com as dos cientistas levará à constatação de como são formados conceitos científicos relevantes. Outros ainda revelam as qualidades individuais necessárias aos cientistas, descrevendo casos de criatividade, perseverança, dedicação, que levaram às grandes descobertas (Connant, 1947). Buscam assim incentivar o interesse pela ciência e desenvolver atitudes positivas em relação à investigação, pelo estudo de casos na história da ciência.

As conseqüências para o ensino da aceitação dessas interpretações, dos abundantes dados coletados por grupos em todo o mundo, envolvem mudanças de atitudes dos professores e das estruturas curriculares. A difícil e lenta passagem de um conceito catalogado como intuitivo, infantil ou qualquer dos outros termos mencionados para um conceito cientificamente aceito hoje é a complexa tarefa da escola (Carvalho, 1989).

Essa evolução deve resultar de um conflito determinado com freqüência pela insatisfação com as idéias existentes e pela adição de novas idéias, levando a uma reorganização de conceitos que sejam mais satisfatórios e coerentes para explicar determinadas situações.

E assim os alunos vão controlando seu próprio aprendizado, que envolve também relações interpessoais com colegas, professores etc.

O trabalho dos professores, por sua vez, também é influenciado pela sua concepção de escola, ensino, aprendizado; pelo seu conhecimento dos conteúdos que deve ensinar. Assim, uma postura construtivista implica criar situações e envolver os alunos em atividades que promovam o aprendizado de biologia. Uma vez instalada a dúvida, o professor deve apresentar novas idéias que sejam mais aceitáveis e expliquem um maior número de situações, do que as preexistentes. Esse processo exige que as estruturas sejam contestadas, criticadas e reconstruídas pelos alunos, de modo a torná-las mais condizentes com o que é aceito pela ciência contemporânea.

Um primeiro passo para conseguir a mudança é fazer com que os estudantes tenham dúvidas sobre a correção e propriedade de seus conceitos, não porque uma autoridade impõe, mas porque uma real dúvida e insatisfação se instalam neles por meio do professor, pelos colegas ou por algum evento.

A tarefa dos docentes está muito relacionada a investigar como e por que o aluno aprende, deixando de limitar-se a uma apresentação de conteúdos, temas e atividades listadas em proposta curricular e expostas discursivamente em livros de texto.

Tabela 2.1 **Argumentos de ordem pedagógica sobre o significado do ensino da História da Ciência**

Argumento	Objetivo	Resultado
Metodológico	dinamismo da ciência método científico	provocar atitude de contínua indagação
Social	contribuir para melhora da qualidade de vida	análise das implicações sociais da Ciência
Informativo	compreender conceitos e fatos relevantes	adquirir e usar informações
Construtivista	comparar com conceitos construídos pelos alunos	construir ou substituir conhecimentos por conceitos contemporâneos
Psicológico	identificar qualidades necessárias ao sucesso dos pesquisadores	incentivar o interesse pela pesquisa
Político	preparar para tomar decisões	formar cidadãos conscientes

Currículos, livros e professores precisam partir das idéias comumente trazidas pelos estudantes à escola e usar questões e experimentos que gerem dúvidas e desejo de encontrar explicações mais amplamente aplicáveis.

Os corolários pedagógicos da aceitação de diferentes objetivos para o ensino de biologia ou da adesão a um modelo de cognição devem dar resultados muito diferentes. Quando decisões sobre currículos não se baseiam em convicções firmes bem fundamentadas, podem resultar em programas desconexos, de resultados duvidosos (Krasilchik, 1992).

Críticas à adoção do construtivismo incluem o questionamento do ponto crucial que, para Paul Cobb, é: os estudantes devem construir o conhecimento, mas tendo a natureza e a qualidade dessas construções social e culturalmente situadas (Cobb, 1994). Adverte que certos *slogans* são repetidos sem uma sólida base empírica ou teórica. Esse trabalho provocou reações importantes para o aprofundamento da discussão das diferenças e semelhanças entre as várias concepções técnicas de aprendizado. Admite ainda que é necessário ir além de um construtivismo individual e conseguir uma inserção na cultura da comunidade científica.

Outros argumentam que o construtivismo não explica como seriam gerados modelos matemáticos e científicos abstratos. Preocupam-se com a transferência de conhecimentos, que deve ocorrer na sala de aula, entre professor e alunos (Suchting, 1992).

No mesmo sentido, Kathleen Metz critica a pressuposição de que a criança não pode experimentar no laboratório porque não atingiu certos estágios de desenvolvimento, em termos tanto da pesquisa piagetiana como de uma perspectiva não-piagetiana. Argumenta que dados de pesquisa indicam que as crianças são capazes de alcançar e desenvolver idéias abstratas (Metz, 1995).

Pesquisa sistemática e experiência prática são essenciais para o desenvolvimento de métodos, técnicas e materiais que possam dar suporte às necessárias mudanças nos currículos de biologia, e, para tal, o professor deve buscar fundamentação e razões para orientar o seu procedimento na escola.

Atividades

1. Promover um debate sobre as idéias mais freqüentes a respeito de como os estudantes aprendem, relacionando-as com as vertentes apresentadas.

2. Realizar uma série de entrevistas com alunos do ensino médio e fundamental, procurando identificar as dificuldades que eles têm no aprendizado das ciências.

Sugestões de Pesquisa

Realizar uma série de entrevistas com alunos do ensino médio e fundamental para verificar que conceitos eles têm sobre tópicos como geração espontânea, evolução, herança e ambiente, entre muitos outros.

Referências

Anderson, L. & Krathwohl D. (edit.) "A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing". Longman. N. York, 2001.

Bizzo, N. M. V. *Ensino de Evolução e História do Darwinismo*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1995 (Tese Mimeografada).

Bloom, B. (org.). *Taxonomy of Educational Objectives*. USA, David Mac Kay Company Inc., 1956, (Handbooks I e II).

Bruner, J. *The Process of Education*. USA, Harvard University Press, 1963, p. 7.

Carvalho, A. M. P. *Física – Proposta para um Ensino Construtivista*. Brasil, EPU, 1989.

Castro, R. & Carvalho, A. M. P. "The Historic Approach In Teaching: Analysis of an Experience". *Science Education*, 1995, nº 4, pp. 465-485.

Cobb, P. "Constructivism in Mathematics and Science Education". *Educational Research*, 1994, v. 23, n.º 7, p. 4.

Cosnant, J. B. *Como Compreender a Ciência*. Brasil, Cultrix, 1947.

Cunha, A. M. O. *Educação e Saúde. Um Estudo das Explicações das Crianças, Adolescentes e Adultos para as Doenças Infecciosas*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1993 (Tese Mimeografada).

Davydov, V. "The Influence L. S. Vygotsky on Education Theory, Research and Practice". *Educational Research*, v. 24, nº 3, pp. 12-21.

Driver, R. & Bell, B. "Students Thinking and the Learning of Science". *School Science Review*, 1986, nº 67, pp. 443-456.

Gunstone, R. F. "Learners in Science Education". In: *Development and Dilemmas in Science Education*, Falmer Press, 1988.

Hassard, J. *Minds on Science*. USA, Harper Collins, 1992.

Kelly, A. V. (ed.) *Curriculum Context*. UK, Harper & Row, 1980.

Krasilchik, M. "The Scientists: an Experiment in Science Teaching International". *Journal of Science Education*, 1990, v. 12, n.º 3, pp. 282-287.

_____. "Caminhos do Ensino de Ciências no Brasil". *Em Aberto*, Brasil, jul-set 1992, ano 11, n.º 55.

Mager, R. F. *Preparing Instructional Objectives*. USA, Fearon, 1962.

Melton, R. "Resolution of Conflicting Claim Concerning the Effect of Behavioral Objectives on Student Learning". *Review of Educational Research*, USA, 48(2): 291-302, 1978.

Metz, K. "Reassessment of Development Constraints on Children Science Instruction". *Review of Educational Research*, Summer 1995, v. 65, n.º 2, pp. 93-127.

Oliveira, M. K. *Vygotsky, Aprendizado e Desenvolvimento, um Processo Sócio-histórico*. Brasil, Scipione, 1933.

Osborne, R. & Freyberg, P. *Learning In Science*. New Zeland, Heinemann Publishers, 1985, pp. 6-7.

Ripple, R. (ed.) "Piaget Rediscovered". *Journal of Research in Science Teaching*, USA, 2(3):165-258, 1964.

Suchting, W.A. *Constrativism Deconstructed Science & Education*. 1992, pp. 223-254.

Trivelato, J. *Noções e Concepções de Crianças e Adolescentes sobre Decomposições: Fungos e Bactérias*. Brasil, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1993 (Tese).