

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

CONTROVÉRSIAS CONSTRUTIVISTAS E PLURALISMO METODOLÓGICO



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

Reitora *Nádina Aparecida Moreno*

Vice-Reitor *Berenice Quinzani Jordão*



EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

Diretora *Maria Helena de Moura Arias*

Conselho Editorial

- Abdallah Achour Junior*
- Edison Archela*
- Efraim Rodrigues*
- José Fernando Mangili Júnior*
- Marcia Regina Gabardo Camara*
- Marcos Hirata Soares*
- Maria Helena de Moura Arias (Presidente)*
- Otávio Goes de Andrade*
- Renata Grossi*
- Rosane Fonseca de Freitas Martins*

Carlos Eduardo Laburú
Marcelo de Carvalho

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

CONTROVÉRSIAS CONSTRUTIVISTAS E PLURALISMO METODOLÓGICO

Londrina
2013



Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos
da Biblioteca Central da Universidade Estadual de Londrina

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

L127e Laburú, Carlos Eduardo.
Educação científica [livro eletrônico] : controvérsias
construtivistas e pluralismo metodológico / Carlos
Eduardo Laburú, Marcelo de Carvalho. – Londrina
: Eduel, 2013.
1 Livro digital. – (Biblioteca universitária)

Disponível em : [http://www.uel.br/editora/portal/
pages/arquivos/educacao-cientifica.gif](http://www.uel.br/editora/portal/pages/arquivos/educacao-cientifica.gif)
Inclui bibliografia.
ISBN 978-85-7216-685-0

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Construtivismo
(Educação). 3. Pluralismo. I. Carvalho, Marcelo de. II.
Título. III. Série.

CDU 50:37.02

Direitos reservados à
Editora da Universidade Estadual de Londrina
Campus Universitário
Caixa Postal 6001
Fone/Fax: (43) 3371-4674
86051-990 Londrina – PR
E-mail: eduel@uel.br
www.uel.br/editora

Impresso no Brasil / Printed in Brazil
Depósito Legal na Biblioteca Nacional

2013

*... dada uma regra qualquer, por 'fundamental' e
'necessária' que se afigure para a ciência, sempre
haverá circunstância em que se torna conveniente
ignorá-la, como adotar a regra oposta.
(...) Qualquer idéia, embora antiga e absurda, é capaz
de aperfeiçoar o nosso conhecimento.
(...) o conhecimento de hoje pode, amanhã, passar a ser
visto como conto de fadas; essa é a via pela qual
o mito mais ridículo pode vir a transformar-se
na mais sólida peça da ciência.*

Feyerabend

*... uma das coisas mais marcantes da vida social é que
nada tem exatamente os resultados previstos.
As coisas sempre acontecem de modo um pouco
diferente do esperado. Quase nunca conseguimos
produzir na vida social o efeito desejado.*

Popper

AGRADECIMENTOS

Estamos em sinceras dívidas com diversos colegas que, de uma forma ou de outra, ajudaram no amadurecimento destas reflexões e determinaram a redação final deste trabalho. Entre eles, agradecemos ao Prof. Dr. Eduardo Fleury Mortimer pela leitura integral e por suas valiosas críticas gerais e pontuais; ao Prof. Dr. Sérgio de Mello Arruda devemos a paciência por estar sempre pronto e disposto a nos ouvir e debater muitas das idéias que aqui se configuraram; aos Professores filósofos Dr. Marcos Rodrigues da Silva e Dr. Eduardo Salles de Oliveira Barra por nos terem esclarecido nas questões de âmbito filosófico e nos encaminhado para uma tomada de consciência e amadurecimento intelectual dessas questões.

SUMÁRIO

PREFÁCIO	xi
APRESENTAÇÃO	xiii
INTRODUÇÃO	1
1 SITUANDO O CONSTRUTIVISMO NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA	9
2 LEVANTAMENTO DAS IMPLICAÇÕES FILOSÓFICAS DO CONSTRUTIVISMO RADICAL E SOCIAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS	19
BASES EPISTEMOLÓGICAS E ONTOLÓGICAS	19
CRÍTICAS À EPISTEMOLOGIA E À ONTOLOGIA	27
CRÍTICAS EDUCACIONAIS	42
3 ESTRATÉGIA PLURALISTA	73
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	73
PLURALISMO DIDÁTICO	76
FORMAÇÃO DOCENTE	85
COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÕES	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	109

PREFÁCIO

Este opúsculo concentra, num texto mais extenso, reflexões que os autores vêm fazendo em relação à educação científica e que aparecem pulverizadas em periódicos e eventos especializados da área.

Com a finalidade de ser um material participativo do debate das questões que envolvem a teoria construtivista para a educação científica, as discussões seguintes pretendem transcender o limitado círculo de especialistas que, à primeira vista, este material poder-se-ia prestar. Desse modo, imagina-se que, apesar da tecnicidade do trabalho, o seu maior objetivo é servir de espaço de divulgação e reflexão para aquele público de profissionais que atuam ou pretendem atuar diretamente no ensino das ciências em sala de aula.

Com tal compromisso, deu-se prioridade a uma linguagem direta, centrada mais em idéias gerais e sempre com a preocupação de estar voltado para a prática de sala de aula. Todavia, certas reflexões desenvolvidas podem vir a apresentar um interesse mais específico para determinados leitores. Para estes, as referências bibliográficas apontadas na obra podem satisfazer essas necessidades ou ser complemento de pontos menos elaborados, os quais necessitam de um maior aprofundamento.

Os autores

APRESENTAÇÃO

A pesquisa em *Educação em Ciências* no Brasil passou a constituir-se, nas últimas décadas, como uma importante área acadêmica, conseguindo despertar o interesse de muitos pesquisadores, que se congregaram em grupos atuantes em diversas instituições de ensino superior do país. O volume crescente de publicações na área e a qualidade internacional de vários grupos de pesquisa atuantes no país culminaram com a fundação, em 1997, da *Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, a ABRAPEC.

Os órgãos financiadores de pesquisa, bem como as sociedades científicas, também vêm se empenhando, nas últimas décadas, em apoiar grupos de pesquisa na área, entendendo que uma das formas de melhorar a qualidade

do ensino de ciências em nível fundamental e médio passa pela formação de pesquisadores capazes de assumir nas universidades as disciplinas importantes dos cursos destinados à formação de professores, tais como a Didática, a Prática de Ensino, a Instrumentação para o Ensino, a História e Filosofia da Ciência, dentre outras.

É significativo, por exemplo, o fato de uma das mais importantes sociedades científicas do Brasil, a *Sociedade Brasileira de Física*, órgão que congrega físicos e professores de Física de todo o país, manter em sua direção uma Secretaria para Assuntos de Ensino e uma Comissão de Ensino. Duas das reuniões tópicas dessa sociedade são o *Simpósio Nacional de Ensino de Física* e o *Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física*, os quais ocorrem bianualmente. O primeiro deles, aberto a toda comunidade de físicos e docentes de todos os graus de ensino, tem reunido em suas últimas edições mais de 500 participantes; o segundo, destinado especificamente a pesquisadores da área de ensino de Física, vem congregando cerca de 150 participantes. Desde 1980, essa sociedade publica a *Revista Brasileira de Ensino de Física* e, mais recentemente, passou a editar *Física na Escola*, destinada a docentes e alunos do ensino fundamental e médio. Ao lado do *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, publicado pelo Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, esses periódicos têm se constituído nos mais importantes veículos de divulgação do ensino e da pesquisa sobre ensino de física do país.

Recentemente, em virtude do espaço oferecido a grupos de Astronomia nos Simpósios Nacionais de Ensino de Física, a *Sociedade Astronômica Brasileira* também instalou sua Comissão de Ensino. Por sua vez, a *Sociedade Brasileira de Química* passou a editar nos últimos anos a *Química Nova na Escola*, versão dedicada ao *Ensino da Química*. Em 1997, os biólogos também formaram a SBENBio – *Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia*. Essa sociedade conta hoje com seções em vários pontos do país. Várias outras sociedades científicas vêm garantindo espaço em seus eventos nacionais e internacionais para seções específicas de ensino de ciências. Por exemplo, no decorrer das reuniões anuais da *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*, a SBPC, diversas seções têm regularmente sido reservadas, em particular, para o tema *Ensino de Ciências*.

Revistas específicas sobre a Educação em Ciências passaram a ser editadas por diversos grupos de pesquisa no país, tais como *Investigações em Ensino de Ciências*, na UFRGS; *Ciência & Educação*, na UNESP e *Revista Ensaio*, na UFMG.

Diversos novos programas de Mestrado e Doutorado também estão dirigidos, hoje, para essa área. À guisa de exemplo, a modalidade *Ensino de Física* é regularmente oferecida no país, há muito tempo, em três cursos de pós-graduação: nas universidades de São Paulo, Federal do Rio Grande do Sul e Federal Fluminense. Mais recentemente, a Universidade Federal do Espírito Santo passou a oferecer essa opção dentro de seu Mestrado em Física.

De maneira semelhante, mas sob responsabilidade de seus Centros de Educação, temos em funcionamento diversos programas de Pós-Graduação em universidades públicas que oferecem cursos de Mestrado e Doutorado em modalidades ligadas ao *Ensino de Ciências*. É o caso, por exemplo, das *Universidades Federais de Santa Catarina, Mato Grosso e Minas Gerais*, respectivamente com as opções *Ensino de Ciências Exatas e Naturais, Educação em Ciências e Educação em Ciências e Matemática*.

A partir de 1997, três novas iniciativas surgiram: o primeiro curso de *Mestrado em Ensino de Ciências* da região Nordeste, sediado na *Universidade Federal Rural de Pernambuco*, o *Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência*, sediado no campus de Bauru da *Universidade Estadual Paulista* e o *Programa de Ensino, Filosofia e História das Ciências*, sediado na *Universidade Federal da Bahia*, em parceria com a *Universidade Estadual de Feira de Santana*.

O aumento no número de projetos e publicações, bem como a criação desses novos programas de pós-graduação na área, foram fatores decisivos para a instalação, na CAPES, de um setor para avaliação da oferta e credenciamento de novos programas de pós-graduação na área: trata-se do *Comitê de Ensino de Ciências e Matemática*, instalado no ano de 2.000. A partir de dezembro de 2001, esse Comitê aprovou e credenciou novos cursos, os quais se juntaram aos programas já existentes na área. Os novos cursos são: o *Mestrado e*

Doutorado em Alfabetização Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina; o Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil; o Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina; Mestrado em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Pará e os Mestrados Profissionalizantes em Ensino de Física, em Ensino de Ciências Naturais e Matemática e Ensino de Ciências e Matemática, respectivamente das Universidades Federal do Rio Grande do Sul, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

O fruto de todo o trabalho desenvolvido pelos grupos de pesquisa ligados a esses programas, ou seja, o acervo de trabalhos desenvolvidos, de dissertações de mestrado e teses de Doutorado concluídas até agora, começa a aparecer também a partir da preocupação com o mapeamento da produção acumulada, cuja sistematização dos dados aponta para uma avaliação das perspectivas dessa área de pesquisa acadêmica. São exemplos dessa avaliação o *Banco de Dados em Ensino de Física*; o *Ensino de Física no Brasil - Dissertações e Teses (1972-1995)*, *Licenciatura em Física: Alguns dados (Projeto Revitalização do Conteúdo na Formação do Professor de Física)* elaborados pelo *Instituto de Física da Universidade de São Paulo* e o acervo de *Teses e Dissertações sobre Ensino de Ciências, Biologia, Física, Geociências e*

Química defendidas até 1997 que originou o CEDOC – *Centro de Documentação sobre o Ensino de Ciências, coordenado pelo Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Formação de Professores na Área de Ciências (Formar) da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas.* Da mesma forma, as necessidades informacionais dos pesquisadores da área foram identificadas em dissertação de Mestrado defendida na UNESP, visando contribuir para a constituição de facilidades e recursos que possibilitem a indexação, recuperação e divulgação da produção científica em formato eletrônico e, dessa forma, valorizar e intensificar o intercâmbio e o compartilhamento dos dados disponíveis até agora.

As concepções e o tratamento de problemas pesquisados em teses e dissertações concluídas no período de 1972 a 1997 no país apontam as tendências gerais das pesquisas catalogadas pelo CEDOC - Centro de Documentação em Ensino de Ciências, implantado em Campinas por pesquisadores da UNICAMP. A catalogação mostra que mais de 80% dos trabalhos foram realizados em nível de mestrado. Especificamente, no caso das pesquisas em ensino de física, são classificados como principais tendências os seguintes pontos: a) o ensino de física e a ciência física; b) currículo de física e desenvolvimento intelectual; c) as deficiências do ensino de física e as propostas educacionais inovadoras; d) a produção de um projeto de ensino e sua implementação; e) física formal e concepções espontâneas.

Segundo palavras dos fundadores do CEDOC, a *quase inexistência de um sistema de divulgação adequado desses trabalhos à comunidade escolar mostra um longo caminho a percorrer*. É papel da universidade, portanto, socializar os resultados de suas pesquisas à comunidade, principalmente, no caso da pesquisa em Educação em Ciências, aos colegas do ensino fundamental e médio. Não basta, entretanto, a simples transferência desses resultados. É importante que os docentes, a partir desses dados, sejam envolvidos permanentemente num processo de reflexão de sua atividade docente, tornando-se pesquisadores de sua realidade.

As reflexões trazidas a público pelos autores através deste livro, portanto, ao sistematizar pesquisas desenvolvidas nos últimos anos e diluídas em comunicações já levadas a eventos científicos e publicadas em periódicos da área, vêm cumprir esse papel de disseminação do conhecimento. O tema, envolvendo *controvérsias construtivas e pluralismo metodológico na educação científica*, é oportuno, uma vez que procura esclarecer ao leitor as origens e o desenvolvimento do chamado *movimento construtivista* e avaliar seu impacto na educação científica contemporânea. Ao desmistificar a pretensão construtivista de ser um referencial ideológico indiscriminado para vários campos, a partir da análise das objeções de ordem epistemológicas, ontológicas e pedagógicas feitas por diversos autores ao construtivismo, os quais propõem o *pluralismo metodológico*, tomando

por base o *anarquismo epistemológico* de Feyerabend. Tal proposta vai, segundo os autores, de encontro ao *pluralismo de idéias e de concepções pedagógicas*, um dos princípios propostos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

Pesquisadores já conhecidos entre seus pares na academia, os autores conseguem, numa linguagem direta, alertar os profissionais da educação para o perigo da adoção de uma rigidez teórica que, além de reducionista, pode ser perniciosa para o ensino e a aprendizagem, em função da complexidade de variáveis envolvidas nesses processos.

Os autores procuram ainda refletir sobre o impacto dessa *proposta pluralista* na formação de profissionais da educação, muitas vezes acorrentados por concepções *derivadas de monolíticas estratégias propagados pelos programas pedagógicos* que impedem uma prática profissional criativa ou reflexiva.

Leitura obrigatória para pesquisadores da educação em ciências, o livro é um convite para a reflexão sobre a prática pedagógica de docentes em geral.

Roberto Nardi

Secretário Executivo da ABRAPEC – (Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação em Ciências).

Professor Assistente Doutor

Departamento de Educação, Faculdade de Ciências

Unesp – Campus de Bauru

INTRODUÇÃO

A partir principalmente dos anos de 1980, é notável influência da teoria construtivista na educação científica. Essa teoria, inicialmente, em sua vertente radical e, posteriormente, em sua divergente vertente social, pleiteia ser um modelo descritivo dominante da atividade humana de conhecer, especificando ações do ofício de aprender e ensinar. Desde então, o movimento construtivista tornou-se amplamente a base para eufóricas recomendações a professores com relação as suas práticas didáticas de sala de aula.

Vários desses professores, ao propenderem consciente ou inconscientemente para uma teoria específica de ensino–aprendizagem, muitas vezes não se dão conta de que a teoria por eles usada tem como pano

de fundo um conjunto de pressupostos, entre os quais, uma visão da natureza do conhecimento humano, de como esse conhecimento é adquirido, aperfeiçoado e aprendido por cada geração. Quando a propensão é inconsciente, resultado de uma adesão por sedução de qualquer idéia, teoria ou ideário, se faz, muito provavelmente, uma opção alienada, pois tal processo não constitui uma forma reflexiva, consciente e crítica (ROSSLER, 2000). Talvez, uma situação ainda pior seja o desinteresse pelas reflexões educacionais e, nesse caso, parafraseando Bunge (1973, p.11), o que se faz é substituir uma educação explícita por uma educação implícita, por isso, imatura e incontrolada.

Para Fosnot (1998), com muita freqüência no passado, reformas teoricamente bem fundamentadas, ao serem colocadas em prática, acabaram por se tornar o livro de receitas da moda. Especificamente, no que diz respeito às orientações construtivistas, para que isso seja evitado, os educadores terão de entender a teoria que está por detrás da prática, assim como as suas potencialidades e seus limites, para conseguirem ir além de um receituário pedagógico, evitando, desse modo, uma reforma superficial.

Com as reflexões a serem expostas, temos a intenção de mostrar que o sedutor discurso construtivista suporta, para o caso específico da educação científica, determinadas concepções epistemológicas e ontológicas sobre o conhecimento científico que não são consensuais por parte importante da comunidade de pesquisadores

dessa modalidade. Talvez, mais preocupante ainda, seja a possibilidade de haver uma pretensão construtivista de se tornar um referencial preferencial para entender, não só a aprendizagem dos conceitos científicos, mas a construção e a natureza do conhecimento científico, transferindo uma compreensão que deveria se limitar à esfera pedagógica para uma leitura epistemológica desse conhecimento.

Por sua vez, as bases epistemológicas e ontológicas construtivistas sustentam uma determinada diretriz pedagógica, responsável por nortear ações metodológicas para o ensino de ciências. Estas últimas, como as precedentes, são igualmente alvo de contestações daquela comunidade e tomarão parte dos debates que se seguem.

A importância em situar as críticas educacionais enquadra-se, primeiramente e dentro do que foi dito, na perspectiva de quão distante estamos da argumentação construtivista da manifesta necessidade de uma mudança pedagógica e a efetiva evidência que documenta a eficácia dessa mudança. Quanto às críticas epistemológicas e ontológicas, tem-se a intenção de mostrar que a doutrina construtivista desses aspectos, oportuna para o conhecimento pedagógico e, quem sabe, para outros estudos humanistas, não precisa, necessariamente, ser uma forma de entendimento do conhecimento natural e nem da forma real como pensam diversos dos seus mais destacáveis protagonistas, como se pode constatar em Laború & Silva (2000).

Assim, o objetivo deste trabalho é levantar, analisar e complementar as objeções feitas por vários autores ao construtivismo em educação científica no campo da epistemologia, ontologia e pedagogia e, de posse dessas críticas e como consequência delas, propor o “pluralismo metodológico” para o ensino das ciências, tomando por base aspectos do “anarquismo epistemológico” de Paul Feyerabend (1989).

Três capítulos estruturam o desenvolvimento deste estudo. O primeiro situa o construtivismo no contexto da educação científica, traçando um breve histórico de como essa abordagem teórica começou a fazer parte dos currículos das ciências naturais. O segundo faz ver, respaldado nas publicações científicas, que se avoluma o número de objeções feitas às teses construtivistas. Para isso, procuramos selecionar um conjunto de opiniões de destacados autores da área de educação científica, que se mostram divergentes do pensamento construtivista dominante. Dentro disso, o capítulo dois divide-se em três seções: a primeira explicita as bases epistemológicas e ontológicas do construtivismo radical, que tem como principal proponente Ernest Von Glasersfeld; a segunda apresenta as críticas feitas pelos autores de educação científica em relação a essas bases; a terceira mostra as implicações educacionais dessas mesmas bases no ensino de ciências naturais.

As três seções procuram tratar de maneira concentrada os seus respectivos tópicos. Todavia, essa

separação nem sempre foi possível, em função da estreita correlação dos assuntos, e nos permitimos traspassá-los nas seções, em certos momentos, acreditando que tal forma de redação esteja compromissada com a melhor clareza das idéias desenvolvidas.

Antes de tudo, é preciso salientar ao leitor que, apesar das críticas estarem principalmente centradas no construtivismo radical, elas estarão igualmente temperadas por críticas à corrente construtivista social sempre que pontos de cunho epistemológico, ontológico e de prática pedagógica convergirem-nas.

Em linhas gerais veremos, então, que a pretensão geral construtivista de ser um referencial ideológico indiscriminado para vários campos, a saber: epistemologia, ontologia e pedagogia, vem sendo veementemente questionada.

No terceiro e último capítulo, inspirados na leitura epistemológica feyerabendiana e tendo em conta as críticas promovidas no capítulo anterior, faremos a proposta de um “pluralismo metodológico” para o ensino das ciências naturais. Defenderemos aí que a adoção, por parte dos professores, de uma rigidez teórica ou ideário com sua respectiva estratégia de ensino é perniciosa para o processo de ensino-aprendizagem, além de reducionista, visto que o contexto escolar é permeado por inúmeras variáveis, fato este que lhe confere um caráter de grande complexidade. Vale dizer que, durante a apresentação dessas reflexões, na seção três deste capítulo,

considerações sobre a formação do professor integrarão o exame da abordagem pluralista. Nela explanaremos a nossa compreensão de como essa formação se ajusta a tal tratamento. Quando falarmos em professor, estaremos nos referindo especificamente ao professor de ciências naturais, mas não temos porque não supor que as idéias colocadas, muito provavelmente, poderão ser estendidas a outras classes de professor.

Note-se, ainda, que uma proposta pluralista vem ao encontro da Lei de Diretrizes e Bases (LDB) 9.394/1996, a qual, no Título II dos princípios e fins da educação, Artigo 3º, diz que o ensino será ministrado com base em onze princípios, sendo o terceiro, “pluralismo de idéias e de concepções pedagógicas”.

A proposta pluralista defendida, fundamentalmente, tem como perspectiva uma oposição à idéia de metodologias instrucionais únicas para a sala de aula, buscando a diversificação metodológica, visto a matiz de variáveis complexas inerentes a esse ambiente e, como conseqüência, visto que toda forma de ação pedagógica, a princípio, pode interferir na liberdade individual.

Entretanto, é preciso adiantar que, ao invés de se pretender aqui uma ruptura com o movimento construtivista de educação científica e uma volta a um ensino objetivista (Davis, 1993), podendo o leitor ser assim conduzido numa leitura inicial mais desatenta. A idéia não é desconsiderar ou desqualificar as potenciais contribuições desse movimento, mas mostrar que a

abordagem pluralista pode ser compreendida como derivada dele, quando consideradas as objeções que serão discriminadas nas linhas que se seguem. Ao mesmo tempo, porém, essas reflexões se preocupam em ser um contraponto a um discurso construtivista uníssono, baseado em chavões, e em mostrar que uma educação científica crítica e significativa não precisa, obrigatoriamente, se tornar monopólio de uma leitura construtivista unilateral.

Espera-se, igualmente, que este livro não permaneça apenas restrito à comunidade de pensadores especialistas da área, mas que também se torne um espaço que permita a reflexão crítica do professor ou professora atuante.

SITUANDO O CONSTRUTIVISMO NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

1

A partir do final dos anos de 1970, o volume de trabalhos em educação científica, tendo como linha de investigação as concepções espontâneas dos estudantes, cresceu vertiginosamente, sendo o trabalho de Viennot (1979) um dos mais importantes referenciais iniciais, e, como se pode constatar, esse ímpeto ainda se mantém, embora em menor medida (ver, por exemplo, LYNCH, 1996; SELLEY, 1996). Muitos desses trabalhos tiveram como base teórica de fundo a concepção construtivista segundo a qual o aprendiz, através de um ativo envolvimento, é o construtor, o arquiteto do seu próprio conhecimento, o edificador de representações mentais do mundo em torno de si, das quais se utiliza para interpretar novas situações e guiar as

suas ações (DRIVER, 1989). Como método de ensino, esse movimento inovou no sentido de respeitar as idéias do aprendiz, isto é, de estar compromissado com um ensino significativo, capitalizando e utilizando o que o estudante já sabe, valorizando a aprendizagem em grupo, a aprendizagem cooperativa, por perguntas ou por investigação, e identificando um importante papel pedagógico para a história e a filosofia da ciência, etc.

Ao localizar o construtivismo no panorama da educação científica, vemos que seu surgimento ocorreu através de uma reação contrária a dois movimentos dominantes da reforma do currículo de ciências, entre 1960 e 1970. Um deles tinha como base uma epistemologia empirista ingênua e o outro, um modelo de desenvolvimento cognitivo por estágios piagetianos, que oferecia uma interpretação limitada às capacidades intelectuais das crianças (OSBORNE, 1996).

No que se refere ao primeiro movimento, este se opôs, historicamente, ao didatismo, ênfase curricular alicerçada nos conhecimentos específicos e nas habilidades. Por detrás do didatismo estava a concepção de que o aprendiz é uma “tábula rasa”¹ que nada sabe, e

¹ Expressão que indicou, às vezes, a condição da alma antes da aquisição dos conhecimentos. Essa expressão nasce da comparação do processo de aquisição de conhecimentos com o processo de impressão de sinais ou letras sobre tabuinhas cobertas de cera (Aristóteles e São Thomas foram os primeiros a utilizar essa expressão) ou de escrita sobre página. John Locke utilizou essa imagem para expressar a tese da origem empírica dos conhecimentos e negar o inatismo (ABBAGNANO, 2000, p. 936).

que, ao se eliminarem possíveis “ruídos” durante a transmissão do saber, o aprendiz deveria necessariamente apropriar-se dele. Por conseguinte, justificavam-se e valorizavam-se métodos e habilidades didático-técnicas, cujo centro, no processo de ensino, era o professor, tendo autoridade e autoritarismo indiscutíveis. O ensinar bem, fundamentalmente, baseava-se na idéia de transmissão do conhecimento de maneira lógica, segundo a qual o saber era doado através da preleção do professor. Conseqüentemente, o ouvido tornava-se exclusivamente mais importante do que a fala do aluno e a aprendizagem se dava pelo caminho memorístico-repetitivo-imitativo, sustentada por uma psicologia mecanicista. Enquanto ao professor era atribuído o centro do processo de ensino, aos alunos conferia-se um papel periférico, sendo eles considerados um agrupamento de indivíduos indiferenciados, receptores passivos do saber. A matéria era imposta, tendo um fim em si mesma, e o aluno era avaliado pela quantidade de matéria retida (CINTRA, 1981, p. 26, 27).

Reagindo a esse estado de coisas, um programa pedagógico por questionamento-descoberta (NUTHALL & SNOOK, 1973), com base empirista, apresentou-se como modelo de instrução. Como metodologia, empregava-se a discussão, o uso de laboratórios investigativos, palestras e debates, em que a iniciação dos estudantes ao ato de inquirir ou investigar era essencialmente valorizada (WELCH apud MATTHEWS, 1994, p. 146; CINTRA, 1981,

p. 26, 27). Cabia ao professor dirigir a aprendizagem servindo de modelo e de orientador; sugerindo as perguntas; examinando os valores em discussão; confrontando a ignorância do aluno, encorajando o risco; ouvindo e clarificando a resposta do estudante. O professor também não deveria dizer os princípios e generalizações para os seus alunos, nem que estes estivessem errados. A idéia de ensinar vinha a ser a de ajudar o aluno, agora ativo, participante, dinâmico, a aprender autonomamente (NUTHALL & SNOOK, 1973). O método de ensino passava de coercivo e lógico para o de responsabilidade na aceitação das regras sociais e psicológicas, em que cada indivíduo se diferenciava pela sua experiência, personalidade e etapa no processo de desenvolvimento. A atmosfera da sala de aula deveria ser conduzida para o questionamento e para a análise metódica e cuidadosa, que consistiam em explorar e perceber os objetos e eventos reais a serem vividos, dando-se tempo suficiente para essas atividades, para a reflexão e para a avaliação. Como seu maior objetivo, essa proposta tinha a tarefa de treinar a criança para a investigação e para a formulação de hipóteses, a fim de testá-las verbal ou experimentalmente e interpretar os resultados desses testes, com o intuito de descobrir os fatores causais das mudanças físicas através das próprias iniciativas e controles. O conteúdo era instrumento e meio para o desenvolvimento do aluno. Em resumo, o programa, por descoberta, objetivava tornar os estudantes sistemáticos,

empíricos e indutivos, ao abordarem os problemas científicos e, em última instância, independentes, com capacidade de criar explicações e interpretações sem a ajuda do professor.

Em relação à escola de pensamento piagetiano, foi de Driver & Easley (1978) um dos primeiros trabalhos a iniciar, na educação científica, uma reação nesse sentido. Esses autores observaram que as realizações na aprendizagem da ciência dependem mais de habilidades específicas e de experiências prévias que de níveis gerais do funcionamento cognitivo. Começa, então, o amadurecimento de uma grande tradição construtivista. Segundo Matthews (1994, p. 138), essa tradição fundamenta-se no construtivismo psicológico² o qual conserva, em enorme medida, o programa piagetiano. Nela, a aprendizagem das crianças é um processo pessoal, individual ou, como afirma Howe (1996), “solitário”, em que a construção intelectual surge das interações do indivíduo com o mundo, ou seja, a construção é realizada no interior do sujeito, portanto só pode ser feita por ele mesmo. Como veremos na próxima seção, os fundamentos mais radicais dessa tradição estão mais bem representados pelas idéias de Glasersfeld. A influência deixada por Piaget dentro dessa tradição pode ser vista, por exemplo, em

² O construtivismo psicológico originou-se no campo da ciência cognitiva, particularmente na pesquisa posterior de Jean Piaget, na pesquisa sócio-histórica de Lev Vygotsky, na obra de Jerome Bruner, Howard Gardner e Nelson Goodman, entre outros que estudaram o papel da representação na aprendizagem (FOSNOT, 1998, p. 28).

estratégias pedagógicas baseadas no modelo de mudança conceitual que se apóiam na perspectiva do conflito cognitivo (SCOTT, *et al.* 1991; ROWELL, 1989; NUSSBAUM & NOVICK, 1982), um dos conceitos centrais do programa piagetiano, indissociavelmente ligado ao conceito de *acomodação* e à idéia de *reequilibração majorante* (PIAGET, 1977). Paralelamente, influenciadas pelos trabalhos de psicologia cognitiva de Ausubel (1961), desenvolvem-se estratégias que dão menos destaque à acomodação e acentuam apropriados esquemas de intervenção do professor. Essas estratégias preferem partir das idéias já existentes dos aprendizes, estendendo-as a novos domínios através, por exemplo, do uso de analogias e metáforas (CLEMENT *et al.*, 1987; STAVY, 1991). Essas comportar-se-iam como se fossem “andaimes” ou suportes, os quais auxiliariam na construção de novos conceitos científicos (SCOTT ET AL, 1991, p. 312, 316). Ainda dentro dessa tradição, há uma bifurcação em oposição denominada construtivismo social ou sócio-construtivismo, de influência vygotskiana (Matthews, 1994).

Reportando-nos especificamente a Vygotsky, no intuito de desvelar o aspecto histórico do construtivismo social por ele proposto, um novo caminho para a psicologia foi construído, tendo por base o materialismo dialético e histórico marxista, a partir do qual todos os fenômenos deviam ser estudados como processos em movimento e em mudança e que nenhum sistema funciona isoladamente, mas está sempre integrado a um outro,

constituindo com ele uma unidade. Para Freitas (1995), Vygotsky, ao incorporar e adotar a idéia de Marx - segundo a qual o trabalho é um processo pelo qual o homem, mudando a natureza, transforma-se a si mesmo - afirmou que o desenvolvimento das funções psíquicas superiores se processa pela internalização dos sistemas de signos produzidos culturalmente.

Dessa forma, a mudança individual ao longo do desenvolvimento tem sua origem na sociedade e na cultura, mediada pela linguagem, que constitui, assim, o mecanismo fundamental de transformação do desenvolvimento cognitivo. O construtivismo social acredita que o conhecimento tem um componente social e entende que esse conhecimento não pode ser gerado de uma ação individual, independente do contexto social.

Conseqüentemente, reconhecer o social e suas influências culturais na construção do conhecimento é, agora, uma posição primária (AIRASIAN & WALSH, 1997, p. 445b). No caso, enfatiza-se o grupo cultural e suas construídas ferramentas psicológicas, representadas pelos signos compartilhados da cultura, tal qual a linguagem comunitária, como fatores determinantes da aprendizagem e do desenvolvimento do indivíduo. Através da mediação simbólica e da interferência direta ou indireta de outra pessoa, são oferecidas ao indivíduo formas de perceber e organizar o real (OLIVEIRA, 1993, p. 36, 59). Nota-se que esse tipo de construtivismo, ao dar maior ênfase à construção social do conhecimento, rejeita a orientação individualista da teoria piagetiana.

Como heurística pedagógica, podemos dizer que o construtivismo, como um todo, foi bem sucedido ao defender as seguintes posições: o aprendiz não vem para a sala de aula com uma mente vazia, desprovida de teoria, mas dispõe de uma rede conceitual. Por conseguinte, as respostas ou as idéias erradas do aluno deixaram de ser encaradas como uma questão destituída de um interesse teórico maior. O professor deixou de, ingenuamente, concebê-las como falta de atenção, de dedicação ao estudo ou como engano devido a um simples esquecimento. Elas passaram a ser conceitualizadas como uma “concepção alternativa” que está ontológica e epistemologicamente articulada a uma forma de entender o mundo. Como resultado pedagógico, saber o que o aprendiz já conhece, encorajando-o a explicitar e a clarificar os seus pensamentos, tornou-se primordial numa atividade dita construtivista. O ensinar transformou-se num processo em que o conhecimento e o entendimento já não passam mais pelo simples ato de transmitir, porquanto a palavra de ordem primeira é a “negociação”, como uma atividade de aprendizagem.

Uma lista que resumisse uma orientação geral construtivista de atividades educacionais não poderia deixar de sugerir os seguintes pontos: por parte do estudante, solicita-se que articule e exercite os seus conhecimentos em atividades estruturadas que, freqüentemente, fazem uso de discussões em grupo, que oportunizam a construção social dos significados. Ele deve

levantar questões, desenvolver argumentos e ajuizamentos, fazer observações, realizar atividades práticas, ao passo que o professor deve cumprir o papel de facilitador, co-construtor, provedor de experiências e socializador, no sentido de fazer que as ferramentas culturais da ciência sejam acessíveis ao aprendiz. Sua função é a de guia, servindo de intermediário e negociador entre as concepções dos aprendizes e as científicas.

Ainda, numa abordagem construtivista, segundo Airasian & Walsh (1997, p. 448b), os professores podem ter de aprender a guiar e não a dizer, criando ambientes em que os estudantes possam produzir seus próprios significados; devem aceitar a diversidade das construções dos alunos sem procurar por uma resposta “correta”; não devem fixar padrões e critérios rígidos e, por final, é necessário disponibilizarem um ambiente seguro e livre para encorajar os alunos a construírem, de modo a não se fecharem em um sistema de julgamentos.

LEVANTAMENTO DAS IMPLICAÇÕES FILOSÓFICAS DO CONSTRUTIVISMO RADICAL E SOCIAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

2

Bases Epistemológicas e Ontológicas

Começando pelo “construtivismo radical”, vemos que suas principais bases filosóficas são melhor identificadas nas idéias de Ernest Von Glasersfeld, um de seus principais representantes (NOLA, 1997; GEELAN, 1997; MATTHEWS, 1994; IRZIK, 2000). As bases dessa vertente construtivista são uma tentativa de afastamento da tradição filosófica do senso comum de leigos e cientistas que propõem, primeiramente, que o conhecimento deve ser uma representação da realidade. Por realidade entende-se um mundo independente a ser vivenciado ou já vivenciado, que postula a existência de objetos observáveis ou não como entidades autônomas

das atividades mentais. Uma afirmação direta realista seria *...há coisas lá fora ainda que nós não estamos percebendo ou teorizando algo sobre elas* (NOLA, 1997, p. 70).

Os construtivistas radicais defendem uma posição oposta à realista. Para eles, o reino natural não é preexistente, mas constituído pelas nossas indagações em vez de ser dirigido por um método científico racional. Essas indagações tomam forma em virtude dos vários fatores e processos individuais (ou sociais, para o caso da dissidente vertente construtivista social). Segue disso que o mundo natural preexistente tem um pequeno ou nenhum papel na construção do conhecimento científico (PHILLIPS, 1997, p. 89; COLLINS apud IRZIK 2000, p. 627 e 628). Para Nola (1997, p. 71) e Irzik (2000, p. 626), Glasersfeld não faz a afirmativa ontológica de que não há realidade que transcenda a experiência. Ele adota a tese cética epistemológica segundo a qual não podemos conhecer qualquer realidade além da experiência e nunca poderemos saber se a realidade apresenta as entidades postuladas pelas nossas teorias. Tudo o que podemos conhecer é o que a natureza nos entrega¹. Irzik (2000, p. 630) ilustra isso dizendo que uma maçã é construída por

¹ Essas idéias, no entanto, não são originais de Glasersfeld. Os seus precursores surgiram no século XVIII e foram George Berkeley e Giambatista Vico. Para o último, “Deus é o artífice da natureza, o homem é o deus dos artefatos. Somente Deus pode conhecer o mundo real, porque ele o criou, porém, o conhecimento humano pode somente conhecer o que o conhecimento humano tem construído” (VICO apud GLASERSFELD 1989, p. 123).

abstração das experiências que temos com ela e, sendo essas experiências totalmente privadas e subjetivas, cada pessoa tem seu próprio conceito de maçã quando a olha, toca, saboreia e cheira. Nesse sentido, não há nenhuma igualdade ou significado compartilhado, o que conduz à questão da indeterminação da comunicação (ibid). Em face disso, o construtivismo radical assume a postura ontológica idealista.

A versão construtivista social, resolve tal entrave quando concebe o conhecimento estabelecido como aquele que é endossado coletivamente. Nesse caso, o conhecimento é construído pelo indivíduo em razão da sua interação com o meio social. Os construtivistas sociais acreditam, então, que o conhecimento, por ter um componente social, não pode ser considerado como gerado por um indivíduo que age independentemente do seu contexto social (AIRASIAN & WALSH, 1997, p. 445b). Assim como os construtivistas radicais, os sociais entendem que todo conhecimento é conjectural, teórico e depende relativamente do local do pensador que o produz, sem a possibilidade de ser absoluto e final. (BLOOR apud IRZIK, 2000, p. 628).

Isso leva a um afastamento do conceito tradicional rígido de verdade ao acreditar-se que uma idéia, teoria ou qualquer construção conceitual é uma representação acurada de algo que supere o campo vivencial (GLASERSFELD apud NOLA, 1997, p. 70). O que existe, e o que podemos dizer, é que o conhecimento é relativo às

estruturas conceituais que cada um de nós constrói, tendo cada pessoa acesso apenas as suas próprias experiências. Os contextos social, econômico, racial ou o gênero influenciam nas interpretações, conclusões, motivos e atitudes dos indivíduos. Quando confrontados com os mesmos problemas ou questões, os indivíduos de diferentes ambientes podem construir distintas interpretações e conclusões (AIRASIAN & WALSH, 1997, p. 447a). Por conseqüência, a verdade torna-se aquilo que se constrói num dado meio. Então, não só o conhecimento, mas os fatos ou a realidade são construções, não cabendo qualquer papel para o experimento (COLLINS apud IRZIK, 2000, p. 528). Ora, tais teses levam o construtivismo radical e o social além do empirismo para o relativismo (NOLA, 1997, p. 73), que será melhor entendido na seção seguinte.

Em geral, com essas idéias, os construtivistas, segundo Airasian & Walsh (1997), comparam a “velha” visão do conhecimento com a “nova” visão construtivista. Na velha visão, o conhecimento é considerado como fixo e independente do conhecedor e, portanto, são verdades que residem fora deste. O conhecimento seria uma acumulação de verdades. Quanto mais verdades são adquiridas, mais conhecimento se possui. Contrapondo-se, a visão construtivista rejeita essa noção de conhecimento quando afirma que este é produzido pelo sujeito através das suas crenças e experiências. Nesse contexto, o conhecimento é visto não como um conjunto

de verdades universais, mas como um conjunto de hipóteses que funcionam, como dissemos.

Deixamos para as próximas seções as diversas críticas que estão sendo feitas a essas e as outras colocações filosóficas e as suas conseqüências pedagógicas. Antes, porém, para efeito de comparação, começamos com as proposições sustentadas pela aprendizagem por descoberta ou investigação, adotadas pela comunidade de educação científica nos anos de 1960, à qual o construtivismo radical procura se opor. Como poderemos ver na seqüência, enquanto este último afastou-se definitivamente dos compromissos epistemológicos e ontológicos do didatismo tradicional, o mesmo não se deu em relação ao primeiro (Jenkins 2000, p. 604), no qual, segundo Matthews (1994, p. 147), *fundamentos arriscados são revividos*, tais como apreensão do conhecimento isoladamente e através da observação direta. As proposições desta última se resumem em (ibid.):

- *A criança isoladamente pode descobrir e reivindicar verdades científicas;*
- *A linguagem e os conceitos para formular as hipóteses podem ser adquiridos independentemente do professor, ou mais geralmente, independentemente da interação social e participação de uma linguagem comunitária;*
- *A interpretação e o teste de hipóteses são diretos, sendo suficientemente simples, mesmo para crianças da escola elementar;*
- *Os conceitos científicos são formados pela abstração, a partir de particularidades;*
- *O método científico é indutivo.*

As teses da aprendizagem por descoberta se aproximam, em muitos pontos, das teses construtivistas sustentadas por Glaserfeld (JENKINS, 2000, p. 604; MATTHEWS, 1994, p. 146). No entanto, estas últimas têm a sua origem na psicolingüística, psicologia cognitiva e nos trabalhos de Piaget e dão sustentação ontológica e epistemológica à maioria das afirmações construtivistas que se encontram na literatura. Matthews (1994, p. 149) resume essas teses em dez proposições:

- (1) *O conhecimento se refere a um observador que é independente do mundo;*
- (2) *O conhecimento não é uma representação do mundo; pensar que as teorias correspondam a ele é um equívoco;*
- (3) *O conhecimento é criado pelos indivíduos num contexto histórico e cultural;*
- (4) *Conhecer é um processo de adaptação que organiza as nossas experiências de mundo. Não há a descoberta de um mundo independente e preexistente fora da mente. Portanto, não há uma realidade ontológica;*
- (5) *O conhecimento é ativamente construído por um sujeito que pensa e não passivamente recebido do ambiente;*
- (6) *O conhecimento é constituído pela estrutura conceitual dos indivíduos;*
- (7) *As estruturas conceituais constituem conhecimento quando os indivíduos as olham como viáveis em relação as suas experiências;*
- (8) *Não há uma estrutura conceitual epistêmica preferencial;*

- (9) *O conhecimento é o ordenamento apropriado da realidade vivencial;*
- (10) *Não há uma realidade extravivencial racionalmente acessível.*

Ademais, o construtivismo adota muitas teses pós-positivistas da filosofia da ciência, como se pode ver (Garrison *apud* Matthews 1994, p. 140):

- (11) *As proposições observacionais são sempre dependentes de um sistema teórico particular. Há uma diferença entre “estar vendo” e “estar vendo como”. Esta última é uma proposição observacional é dependente da linguagem e da teoria;*
- (12) *Numa teoria, a distinção entre termos observacionais e teóricos somente pode ser feita sob bases pragmáticas e não sob bases epistêmicas;*
- (13) *As observações, por si próprias, são dependentes ou determinadas teoricamente; o que as pessoas notam é influenciado pelo que elas querem ver ou pelo que elas consideram como relevante para uma investigação;*
- (14) *As teorias são sempre sub-determinadas pela evidência empírica, não importando quanta evidência se tenha acumulado. Para qualquer conjunto de dados, inúmeras teorias que a eles sejam implicadas podem ser construídas; para todo conjunto de pontos experimentais sobre um gráfico, qualquer número de curvas pode ser desenhado sobre eles;*
- (15) *As teorias são imunes à contraprova ou falsificação porque é sempre possível fazer ajustes para acomodar a evidência discordante; não há experimentos cruciais na ciência.*

No que diz respeito às idéias de Glasersfeld, especificamente em relação à aquisição da linguagem, há o reconhecimento desse autor quando afirma que a linguagem é um instrumento para a formulação do conhecimento. Este é formado por conceitos que, por sua vez, são expressos por palavras. Estas, finalmente, transmitem o significado que subentende uma comunidade que as usa. A aquisição da linguagem é fundamentalmente um ato privado, no qual os conceitos e os significados são basicamente adquiridos por iniciativa individual. Nesse sentido, mais três proposições que dizem respeito à linguagem podem ser retiradas do trabalho de Glasersfeld (ibid., p. 154):

- (16) *A construção de conceitos e significados pode ser acelerada pela interação social, mas ela é um processo essencialmente individual;*
- (17) *Os elementos da linguagem (idéias, conceitos, palavras e significados) não podem ser transferidos de um usuário a outro;*
- (18) *Mesmo com interação social, os conceitos, idéias e significados precisam ser subtraídos da experiência individual.*

Para o construtivismo social tudo também é essencialmente lingüístico. O mundo, como um texto literário, é aberto a múltiplas interpretações. É responsabilidade dos membros do discurso particular comunitário definir a natureza daquele texto; o texto com que eles concordam é a “realidade”. A verdade é uma propriedade de entidades lingüísticas e das sentenças (RORTY apud PRAWAT, 2000, p. 221a). Não há nada fora

da linguagem a que os indivíduos possam se referir para validar a veracidade da linguagem que a comunidade escolhe para usar.

Críticas à Epistemologia e Ontologia

A partir dos enunciados da última seção, pretendemos concentrar-nos, neste instante, nas críticas que estão sendo feitas às posições construtivistas anteriores. Recordemos que tais críticas deverão não só passar pelas questões gerais epistemológicas e ontológicas levantadas, mas, igualmente, voltar-se para as conseqüentes implicações pedagógicas mais específicas², algumas das quais já mencionadas e que acabaremos por tratar, com maiores detalhes, na próxima seção.

De início, tomemos os problemas epistemológicos e ontológicos. É dito que a alternativa construtivista falha, epistemologicamente, na medida em que representa, de

² Nesse levantamento, optamos por deixar de mencionar críticas igualmente relevantes que seguem uma linha de argumentação centrada nas condições sociais que influenciam o construtivismo. Uma dessas críticas, por exemplo, localiza no construtivismo, através da volta do seu atrelamento ao domínio da Psicologia da Educação, posições que constituem uma regressão conservadora, envolvidas com um processo de vigilância e controle do homem, para melhor produzir subjetividades e identidades (TADEU DA SILVA, 1996, p. 216). Nesse sentido, o construtivismo, através do predomínio da Psicologia da Educação, representaria um esforço de despolitização da educação, tornando-a mais eficaz do ponto de vista de uma conformação da força de trabalho ao sistema de produção e de controle da população. Encontramos semelhantes críticas nos defensores dos modelos de aprendizagem que se seguiram e que se opuseram ao modelo comportamentalista (ver NUTHAL & SNOOK, 1973).

maneira equivocada, a ciência e sua prática. O construtivismo, segundo Osborne (1996):

Tem-se concentrado muito intensivamente na recuperação das crenças do aprendiz e na construção da realidade. Quando tais traços se encontram em foco, outros são desconsiderados e tal concentração, naquelas questões, conduz a sérias falhas epistemológicas nas concepções construtivistas sobre a ciência, ou seja, sobre a forma como o conhecimento é feito. Além do mais, na medida em que se dá prioridade ao pessoal ou ao social sobre o mundo natural, falha-se em distinguir entre entidades teóricas e reais. O resultado é uma epistemologia instrumentalista e uma falsa interpretação da ciência, através de uma demasiada ênfase na construção de conceitos, tanto pessoalmente como através do discurso (...) Noções de verdade têm simplesmente sido trocadas pelo conceito de “viabilidade” e a falha em examinar como uma idéia poderia ser considerada mais “viável” do que uma outra é o centro da negação da objetividade e da racionalidade da ciência. Ainda mais, a pedagogia construtivista freqüentemente faz conexões falaciosas entre a maneira em que novos conhecimentos científicos são criados e a maneira como eles são aprendidos (p. 54).

A posição de Osborne talvez possa ser melhor entendida quando contrastamos as posições filosóficas do construtivismo radical com a epistemologia que orienta a pedagogia tradicional. Esta, em síntese, é baseada na visão do conhecimento como representação de sucesso da realidade, ou seja, podem-se fazer afirmações sobre o mundo, pois existem proposições verdadeiras sobre ele, quando há razões articuladas para nelas se acreditar. Dessa forma, o conhecimento é distinto da opinião e a racionalidade da ciência é a exigência fundamental para que a razão vá do caminho da evidência para o do conhecimento.

O construtivismo radical, é uma tentativa de afastamento dessa visão, resultando no abandono de qualquer papel para a noção de verdade, para a observação, para a realidade de um mundo independente, que dê respostas às nossas crenças (Nola 1997, p. 74, Irzik 2000, p. 631). Isso é visto, conforme a proposição sete (7) da seção anterior³, quando essa vertente construtivista substitui o conceito de verdade pelo de viável⁴, conceito vago, passível de ser interpretado como adaptado (Nola 1997, p. 75) (4), reconhecendo-se o conhecimento como resultado de uma atividade construtiva, que não pode ser transferida para um receptor passivo (5). Logo, a viabilidade é entendida como um conhecimento que se ajusta, se adapta à experiência e se mantém coerente com outros entendimentos pessoais ou de um conjunto social mais extenso (3). A busca da verdade é algo sem sentido, sendo, quando muito, uma questão de fé. A noção de viabilidade construtivista é uma forma de pragmatismo (12)⁵, sendo verdadeiro tudo aquilo que funciona, ou melhor, temos uma explicação viável quando ela dá conta das nossas experiências (WHEATLEY, 1991, p. 10) (7).

³ A numeração entre parênteses que se seguir de agora em diante corresponde a das proposições da primeira seção deste capítulo.

⁴ Um ponto crucial para uma adequada compreensão da teoria da cognição de Piaget é o reconhecimento de que o conhecimento nunca é uma representação do mundo real, porém, é um conjunto de estruturas conceituais que retornam para serem adaptadas ou viáveis com o conhecimento do sujeito que vivencia a experiência (GLASERSFELD, 1989, p. 125).

⁵ Conforme também Matthews (1994, p. 149).

Assim, o conhecimento existe somente na mente dos seres cognitivos, na qual ele é construído e não pode ser achado, por exemplo, em livros, textos ou outros meios tradicionais humanos, que, simplesmente, representam símbolos, com uma possibilidade enorme de interpretações (OSBORNE, 1996, p. 56-57). Parte-se, também, da concepção de que o reino natural não é preexistente e, conseqüentemente, não tem um papel causal na produção do conhecimento (IRZIK, 2000, p. 627), mas, antes, é construído pelas nossas indagações que, em vez de serem dirigidas por um “método científico” racional, tomam forma própria, em virtude dos vários fatores e processos sociais. Segue disso que o mundo natural preexistente tem um pequeno papel, se é que existe algum, na construção do conhecimento científico (COLLINS apud PHILLIPS, 1997, p. 89). Este, no fundo, é visto como um tipo de conversação e uma prática social em vez de uma tentativa de espelhar a natureza.

Osborne, contundentemente, critica essas posições epistemológicas na medida em que elas criam uma dicotomia entre falso e verdadeiro, que é inexistente para ele, pois todo conhecimento é tratado como subjetivo, provisório e incerto. Referindo-se ao construtivismo radical, afirma que não há possibilidade de um caminho intermediário nessa forma de compreender, por exemplo, um caminho em que o conhecimento iria progressivamente aproximando-se de uma melhoria e de um crescimento ou de uma maior elaboração e sofisticação. Nesse sentido, o

construtivismo radical é essencialmente instrumentalista, uma forma de pragmatismo, e relativista (8)⁶. Instrumentalista, por negar que as teorias científicas tenham valor de verdade e que elas expliquem uma realidade subjacente aos dados experimentais; as teorias científicas seriam meros esquemas lingüísticos ou ficções, que permitiriam fazer previsões sobre as observações, organizando-as de maneira econômica (13). Relativista, por afirmar que a verdade estaria vinculada ao contexto social ou psicológico, no qual estaria inserido o sujeito.

Além disso, Osborne observa que há necessidade de uma consideração mais completa do modo como fazemos julgamentos entre teorias e, por isso, deve haver o reconhecimento de que a nossa linguagem e as nossas idéias estão vinculadas à realidade. Esse vínculo se dá por meio de referentes que de fato existem, e que, apesar de não ser possível verificar qual construção imaginada é a correta, podemos, pelo menos, identificar qual é a melhor.

Jenkins (2000, p. 601), por sua vez, diz que, da máxima geral construtivista - de uma mente ativamente construtora do conhecimento - não se pode logicamente rejeitar um mundo com uma realidade externa. Para ele, também, a indicação construtivista resulta na problemática idéia de que a educação científica se resume apenas a dar sentido ao mundo, ao invés de estabelecer um entendimento científico válido de um fenômeno

⁶ Conforme também Matthews (1994, p. 149) e Irzik (2000, p. 626 ou 628).

natural. Sendo assim, Glaserfeld nada diz sobre o que acontece quando as predições de uma estrutura conceitual resultam em certas ou erradas em um número, às vezes, bastante grande de casos. Ele diria apenas, segundo Nola (1997, p. 75), que a estrutura ou é viável ou inviável. Mas isso, possivelmente, apenas mascara uma forma de pensar baseada na confirmação ou falsificação (ibid., p. 75), que nos ajuda a escolher a melhor construção.

A desconsideração dessa prática importante da ciência conduz, de maneira implícita, a uma ontologia relativista, como dissemos, em que a viabilidade é igualada à validade, em que qualquer teoria viável tem o seu valor. Osborne (1996) nos dá o seguinte exemplo esclarecedor para amparar os argumentos precedentes: as concepções de senso comum das crianças satisfazem os critérios epistemológicos do construtivismo radical de viabilidade, de ajuste com a experiência; esse conhecimento pode, ainda, ser um produto da negociação social em sala de aula. Então, sob que bases esse conhecimento de senso comum é deficiente? Outro exemplo nesse sentido, que vai de encontro à plausibilidade de se aceitar o conceito de viabilidade, é ter de vir a reconhecer que todas as nossas doenças causadas por vírus ou pela poluição são meras construções da nossa experiência de estar doente ou saudável (ibid, p. 77).

Assim, quando se diz que os cientistas preferem teorias que ofereçam um maior alcance explicativo e força preditiva, devendo demonstrar avanço e progresso com

relação às teorias predecessoras; que os cientistas tentam buscar grandes unificações, juntando teorias previamente dissociadas (SALAM et al. 1993, p. 12; DAVIES & BROWN, 1995); que procuram por teorias mais parcimoniosas e, de preferência, que acumulem *status* epistemológico advindo das teorias predecessoras; que escolhem teorias que não sejam exclusivamente *ad hoc*, tratando de encaminhá-las para uma maior acurácia (KUHN, 1977, p. 241 e 260-261), que tenham consistência com a evidência empírica e coerência lógica; que mostram avanços técnicos; que manifestam um interesse maior por teorias as quais resolvam um número maior e importante de problemas empíricos, deduzindo destes o número e importância das anomalias e problemas conceituais gerados (LAUDAN, 1977, p. 106), não se quer esgotar, com essas preferências, os critérios pelos quais os cientistas julgam as teorias, mas, simplesmente, mostrar que eles existem (OSBORNE, 1996, p. 59).

Os defensores do construtivismo, ao alegarem que a ciência é um produto cultural (3), distinguível pela sua forma e não pelos métodos utilizados, chegam a negar que ela possua um conjunto de critérios racionais e consistentes para avaliar as teorias em face das evidências, justificando os seus argumentos pelo fato de haver uma constante desconsideração desses elementos, quando da prática científica. Osborne (1996, p. 60) contra-argumenta dizendo que a constatação de que tais critérios não estejam sempre presentes na prática científica não significa questionar todo o edifício da ciência.

A ciência que esta se iguala, em termos epistemológicos e metodológicos, aos mitos, dogmas

religiosos, pseudociências, etc.; ainda que existam eventuais similaridades entre a estrutura, o processo de elaboração, de exploração, de divulgação e de dinâmica da formação explicativa de ambos.

O pensamento científico é uma construção social, com normas comunitárias estabelecidas por uma comunidade científica. E as normas científicas, diferente das normas doutrinárias, são, por essência, potencialmente violáveis por meio da crítica. As suas violações são, contudo, de rara aceitação e podem, de modo ocasional, resultar no colapso da ordem da prática científica. Mas a falta de consistência na aplicação das regras, na prática epistêmica, não significa que os cientistas não tenham normas muito bem definidas. Logo, o construtivismo radical falha no julgamento e no reconhecimento de que existem teorias melhores (OSBORNE, 1996), quando não admite que a comunidade científica se vale de regras para selecionar as melhores teorias das piores⁷, mostrando, dessa forma, que o conhecimento científico se diferencia de outras formas de conhecimento⁸. Falha em distinguir quem constrói

⁷ Por exemplo, as teorias devem pertencer a programas de pesquisa com maior força heurística (LAKATOS & MUSGRAVE, 1979, p. 191), ou a tradições de pesquisa que se submetem à avaliação baseada na sua efetividade ou adequabilidade e progressividade (LAUDAN, 1977, p. 69, 106 e 107).

⁸ Diferentemente dos estudos humanistas, podemos dizer que o conhecimento científico, pelo menos no que se refere às ciências exatas, apesar de estar envolvido com questões éticas, por princípio, a sua natureza, no entanto, não se compromete com atributos éticos ou juízos de valor, como diz Feynman (apud DAVIES & BROWN, 1995): “No nosso campo (Física) nós temos o direito de fazer qualquer coisa que quisermos. É somente uma suposição. (...) se alguma coisa estiver errada nós a checamos contra o experimento (p. 193) (...) A única coisa perigosa é todo mundo fazer a mesma coisa”(p. 196).

daquilo que deve ser construído e, principalmente, falha em distinguir o objeto do discurso das proposições do discurso. No caso, este último é o resultado de conhecimento antiintuitivo, sociocul-turalmente construído de forma simbólica pela comunidade de cientistas, como os conceitos de átomo, evolução genética, velocidade instantânea, referencial, energia, etc., representando teorias e conceitos que, para os construtivistas, são afirmações com “utilidade” apenas para alguns propósitos.⁹

Tal discurso construtivista não se engana, porém, quando enfatiza o truísmo de que a representação científica é um produto da atividade criativa individual humana sócio-construída (3), que está condicionada ou respeita as contingências temporais, culturais e históricas (MATTHEWS, 1994, p. 152).

Todavia, por confundirem, ao mesmo tempo, o conhecimento produzido com o conhecimento do objeto (IRZIK, 2000, p. 630), por não distinguirem entre objetos teóricos e reais, entre atividades físicas e intelectuais, isso faz que os construtivistas abracem, de fato, a tese ontológica idealista (4) ou uma teoria idealista da existência dos objetos, tanto do cotidiano quanto dos científicos (MATTHEWS, 1994, p. 142; OSBORNE, 1996). Para o idealista Woolgar (*apud* MATTHEWS, 1994, p. 141), não há uma realidade independente das palavras, textos, sinais, etc. para

⁹ Novamente, uma visão que carrega uma interpretação instrumentalista da ciência. Ver também nota 15.

apreender essa mesma realidade, ou seja, ela é constituída através do discurso.

Nessa direção, Osborne (1996, p. 62), de forma simultânea, critica autores que dão tons pedagógicos sócio-construtivistas quando procuram ilustrar a natureza discursiva do conhecimento científico a partir das representações personalistas e subjetivas das crianças¹⁰. Diz que não há uma consciência de que a atuação da linguagem e do discurso é limitada, não pela imaginação ou pelas condições culturais, mas pela própria evidência que os cientistas vão juntando, ou como sintetiza esse autor: *podemos pensar no que quisermos, mas não podemos fazer o que quisermos; a natureza sempre limita o nosso discurso*¹¹. É o mundo que impõe restrições ao pensamento humano e não o contrário. Veja-se, numa sala de aula ou numa comunidade de cientistas em que haja avaliações antípodas que conduzam a previsões discrepantes, por exemplo, se um objeto afunda ou não afunda em um líquido. Aqui, o *feedback* do conhecimento físico é o árbitro final das possíveis disputas (LAWSON, 2000, p. 578, 594). Havendo um desacordo entre a resposta física e as construções sociais, são estas últimas, no fim, que se submetem à primazia da aquisição do conhecimento.

¹⁰ Aqui cabe uma observação de Wolpert (1992, p. 11) com sentido de crítica: “se alguma coisa se ajusta ao senso comum, ela quase certamente não é ciência... a maneira como o universo funciona não é a maneira como o sentido comum trabalha”.

¹¹ Ver também o que diz Feynman na nota 12.

Em última instância, tal abordagem, em particular, ao tratar o conhecimento como primordialmente moldado pelo discurso humano, fica sem ter defesa diante de empreendimentos irracionais da ciência, em que a persuasão e a força do argumento seriam os princípios pelos quais as teorias seriam julgadas. A defesa realista para tais acusações está no fato de que os discursos e a veracidade podem ser verificados através de uma cuidadosa contestação das afirmações estabelecidas.

Sendo assim, não podemos inventar o mundo de acordo com certas conveniências, quer particulares, quer, no caso dos sócio-construtivistas, coletivas. É claro, os fatos são lidos em função de uma teoria, mas esta, segundo Matthews (1994, p. 152), deve ser compreendida como uma criação hipotética humana que, ao contrário do que propõe o programa construtivista radical, assim como parecem também dar a entender certas leituras da vertente social, tem seus limites condicionados pela experiência¹². Permanece claro, dessa forma, que o retrato da ciência como um processo de construção e manipulação de representações, deslocada de uma realidade ontológica, é equivocada.

¹² Uma reflexão que sintetiza melhor a postura realista-objetivista, aqui colocada, pode ser resumida na seguinte definição de paradoxo de Feynman: para ele, um paradoxo é uma situação física que dá respostas distintas, dependendo da forma como é analisada. E afirma: “Certamente, na Física não há nunca qualquer paradoxo real porque há somente uma resposta correta; pelo menos nós acreditamos que a natureza atuará de uma única maneira (e esta é a maneira correta, naturalmente)” (FEYNMAN, 1972, p. 17- 8).

A tese construtivista (5), a qual afirma que a realidade não pode ser impressa na mente do observador (ou do cientista), já era reconhecida pelos realistas, como comenta Matthews (1994, p. 142). Para ele, Glasersfeld se engana quando não reconhece que *a ciência não trata com objetos reais em si, mas com objetos reais que são selecionados pelo aparato teórico da ciência* (ibid., p. 142). Nesse sentido, o conhecimento científico é mediado pelos objetos teóricos idealizados da ciência. Em outras palavras, Matthews enfatiza que, apesar de o mundo existir e se comportar de maneira autônoma e independente, a ciência inventa os seus próprios objetos intelectuais, os quais são uma aproximação dos objetos reais. É com os objetos intelectuais que o cientista “observa” a natureza, e, quando esta última se ajusta aproximadamente aos primeiros, pode-se dizer que a teorização está apreendendo a realidade.

Essa é uma alternativa dos realistas para não precisarem estar compromissados com a visão de que a verdade é acurada ou de que as nossas teorias são fiéis representações da realidade. Em conseqüência, por serem idealizações, os objetos teóricos podem, por exemplo, vir a ser concebidos ou excluídos num certo momento da história científica, em razão de uma necessidade lógica *ad hoc*¹³. Outros, por dedução igualmente lógica, podem

¹³ A idéia do éter e da constante cosmológica (GLEISER, 1998, p. 16), do neutrino, do princípio de exclusão de Pauli, a necessidade do número quântico cor para resolver o problema do hadron D++(FRITZSCH, 1990, p. 111-112), etc., atestam tal posição, tanto num caso como no outro.

ser antecipados teoricamente e só muito tempo depois observados.¹⁴

Se analisarmos as proposições e conceitos da ciência, como os de velocidade instantânea nula e aceleração não nula no topo de um lançamento vertical, energia potencial, fótons virtuais, dualidade onda-partícula, etc., veremos que eles não emergem de sensações e não são obtidos de uma ditadura exclusiva da experiência. Pelo contrário, contradizem a experiência imediata, sendo, além do mais, apenas aproximadamente válidos dentro dos erros experimentais¹⁵. Se observarmos o movimento de um cavalo correndo em uma pista, de imediato constatamos uma complexidade indiscutível de movimentos, com partes do corpo do animal descrevendo movimentos variáveis, dificilmente computáveis. Contudo, o movimento desse mesmo animal, olhado através dos “óculos teóricos” de um físico, é convenientemente simplificado por uma representação de um ponto material com velocidade

¹⁴ Por exemplo: novas partículas na cromodinâmica quântica, polarização do vácuo na eletrodinâmica quântica, desvio da luz na relatividade geral, as previsões da antimatéria e do spin na equação de Dirac, etc.

¹⁵ Os cientistas, particularmente os físicos, estão conscientes de que raramente esperam obter uma concordância total entre teoria e experimento (ou, mais precisamente, as medidas experimentais); a aplicação de uma teoria implica algum grau de aproximação: o plano não é sem atrito, os átomos são afetados pelas colisões e a construção de instrumentos pode implicar algum grau de aproximação (KUHN, 1977, p. 229). Nesse sentido, a própria realidade é um instrumento objetivo que delimita o alcance da teoria, assim como do rumo do seu aperfeiçoamento. Fica, conseqüentemente, prejudicado o caráter normativo relativista da asserção (14), já que a especificação do modelo teórico, na interpretação dos dados, tem na teoria de erros uma grande ajuda na comparação entre diferentes modelos (VUOLO, 1992, p. 38).

uniforme, apresentando relevantes fins práticos e teóricos dentro de uma margem de erro requerida. De maneira análoga, sistemas calorimétricos reais, como garrafas térmicas, podem ser, em certas condições, inseridos na categoria dos sistemas adiabáticos ideais; a Terra, para muitas experiências nela realizadas, pode ser classificada dentro da categoria dos idealizados sistemas inerciais; pêndulos são supostos como pontos materiais, de fio sem massa, com períodos e amplitudes constantes, etc.

Logo, o truísmo construtivista, segundo o qual os aparatos teóricos são construções humanas (6) e os objetos naturais são considerados somente dentro de um adorno teórico (11), não implica que os objetos naturais em si sejam criações humanas ou que não tenham qualquer papel na apreciação das estruturas científicas, mesmo na busca da verdade. Matthews (1994, p. 156) afirma que, por detrás da asserção (18) de Glasersfeld, o qual afirma serem os significados abstraídos da experiência individual, há uma postura basicamente positivista, pois se admite que os conceitos, noções ou idéias derivam ou são redutíveis das sensações, impressões, percepções, lembranças visuais ou auditivas.¹⁶

¹⁶ Qualquer visão epistemológica que formula o problema do conhecimento em termos de que este se encontre na observação, ou, em outras palavras, de que, ao haver um sujeito olhando para um objeto e ao questionar o quanto bem a sua experiência ou sensação reflete a natureza ou a essência do objeto, é fundamentalmente empirista (MATTHEWS, 1994, p. 150). Tal erro é possível de ser imputado à aprendizagem por descoberta, em que a experiência vem em primeiro plano e em seguida a classificação (ver na seção anterior do texto as proposições da aprendizagem por descoberta).

Para concluir em síntese o que foi elaborado nas linhas anteriores, podemos dizer que os conceitos teóricos não são levantados da experiência imediata, nem mesmo se referem diretamente a ela. Também, estendendo a crítica a certas leituras construtivistas sociais, e aqui, certamente, não podemos generalizá-las (por exemplo, MORTIMER & MACHADO, 2000), entendemos que os conceitos científicos não resultam de uma simples negociação social culturalmente vinculada, principalmente por um conjunto de leigos.

A ciência é artificial, é baseada em definições, foge do sentido comum, não é auto-evidente, e, na ausência do mostrar, do dizer, do organizar claramente os conceitos, as definições, o subsídio da informação e da sua também importante memorização, aqueles que estão se iniciando na ciência dificilmente adquirem e conseguem articular, de maneira satisfatória, o conhecimento elaborado pelos cientistas. Ao que parece, o referencial construtivista, por um lado, encaminha-nos ou para uma prisão epistêmica, na qual o entorno empírico acaba impedindo os nossos saltos imaginativos, impossibilitando-os de transcender as fronteiras das comunidades, das culturas e da história¹⁷, ou então, para uma aberta epistemologia libertina, em que a realização científica acaba se reduzindo a um empreendimento exclusivamente político.

¹⁷ Em Irzik (2000, p. 638) vemos que isso poderia implicar o absurdo de imaginar que Newton proporia outras fórmulas para a gravitação, conforme ele vivesse em circunstâncias sociais diferentes da que viveu. Ou seja, as equações e leis seriam adaptadas aos respectivos domínios sociais (cf. também AIRASIAN & WALSH 1997, p. 447a).

Críticas Educacionais

Nas discussões precedentes tivemos a oportunidade de identificar diversas contestações aos pressupostos epistemológicos e ontológicos construtivistas. Como não poderia deixar de ser, as práticas pedagógicas que derivam daqueles pressupostos são, por sua vez, alvo de contestação. Então, concentremo-nos, a partir de agora, nessas questões.

Para começar, apontemos uma das principais críticas que afronta diretamente a tese individualista sustentada pelo construtivismo radical, que, como vimos (6, 7), imputa ao nível do privado, do subjetivo, a aquisição das asserções do conhecimento. Essa abordagem, resquícios da influência da teoria piagetiana (PIAGET, 1977), ao considerar a construção do conhecimento como um processo eminentemente individual, mostrou-se insuficiente para dar conta da complexidade das relações envolvidas no processo de ensino e aprendizagem. Dentro dessa visão, o aprendiz é, num sentido cognitivo, um ser solitário e o professor é visto, praticamente, como mero provedor e organizador dos meios necessários ao desenvolvimento do aprendiz, como já tivemos oportunidade de salientar.

A valorização inicial dessa proposição (ROWELL, 1983a; NUSSBAUM & NOVIK, 1982) levou ao surgimento de estratégias de ensino centradas no conflito cognitivo, em que as idéias prévias do aluno eram expostas e, em

seguida, postas em conflito cognitivo. Imaginava-se que elas seriam superadas e substituídas, a partir daí, por conceitos científicos mais coerentes. Investigações realizadas mostraram que o conflito cognitivo, na seqüência precedente, não mostrava bons resultados pedagógicos (ROWELL, 1983), pois os alunos se protegem de várias maneiras dos conflitos (LABURÚ et al., 1998; LABURÚ, 1996; CHINN & BREWER, 1993; ROWELL, 1989; KARMILOFF-SMITH, 1974). Como se procurou argumentar na seção antecedente, por detrás de tais atribuições instrucionais são identificadas posturas empiristas (JENKINS, 2000, p. 604; MATTHEWS, 1992, 1994), pois a discrepância empírica não é condição suficiente para que ela assim seja observada como tal¹⁸. Em termos gerais, a crítica feita resume-se no seguinte: da perspectiva didática, nenhuma experiência individual pode, de todo, orientar a construção de conceitos científicos, que são, em última instância, construções abstratas, idealizadas.

Baseados nas críticas à estratégia anterior e, por conseguinte, na sua sustentação teórica, ou seja, que o ensino não pode ser visto como um simples mecanismo de reequilíbrio, construtivistas sociais como Howe (1996); Driver et al. (1994); Edwards & Mercer (1987);

¹⁸ Apesar de não ser essa a única estratégia que usa conflitos cognitivos a partir do uso de eventos refutadores. Há, por exemplo, variações dessa estratégia que empregam contradições ao nível conceitual (STAVY & BERKOKVITZ, 1980; COSGROVE & OSBORNE, 1985).

Newman, Griffin & Cole (1989), entre muitos outros, procuram levar em consideração a dimensão sociointeracionista na análise do processo de ensino. Destacam que a construção do conhecimento em sala de aula depende de um processo de negociação social, em que os significados e a linguagem do professor vão sendo “apropriados” pelos alunos na construção de um conhecimento compartilhado.

No entanto, construtivistas radicais (GLASERSFELD apud HARDY & TAYLOR, 1997, p. 140), incluindo-se aqui muito mais os sociais, reconhecem que há um mundo público, simbólico, criado pela ciência, no qual as crianças têm de ser introduzidas, e que tal processo envolve a internalização dos conceitos. Em particular, os construtivistas sociais, ao contrário dos individualistas radicais, estão conscientes de que esse mundo não pode ser descoberto pelas crianças solitariamente, através de um inquirir privado, e, inspirados em Vygotsky, chegam a afirmar

[...] novas e mais poderosas estruturas podem ser construídas interpsicologicamente e estas podem interagir com as estruturas lógicas intrapsicológicas da criança, a fim de resultar numa mudança cognitiva (EDWARDS e MERCER, 1987, p. 68).

Enquanto a linha construtivista social claramente identifica como parte indispensável do processo de aprendizagem a componente social (AIRASIAN & WALSH, 1997), isso parece não acontecer com a linha

radical. Esta, quando identifica a componente social, procura constrangê-la às experiências eminentemente individuais, logo, de estatuto semelhante às relações sujeito-objeto, somente que agora o objeto apresenta aspectos sociais (HARDY & TAYLOR, 1997, p. 140). Na procura por uma saída para enfrentar o construtivismo individual, os construtivistas sociais reconhecem que o conhecimento é um processo coletivo de “enculturação” nas idéias e modelos da ciência convencional (DRIVER et al., 1994). Como conseqüência dessa postura, dão uma justificativa para que se proliferem atividades de ensino baseadas na discussão em grupo e na colaboração social.¹⁹

Todavia, o modelo cognitivo de aprendizagem dado em várias leituras socioconstrutivistas, ao procurar

¹⁹ Quando os construtivistas radicais postulam atividades pedagógicas em grupo ou coletivas, estas se comparam, no nível epistêmico, à correlação intra-subjetiva existente entre o indivíduo e o objeto (ver na seqüência do texto). Devemos esclarecer, ainda, que o emprego, quando se torna excessivo, do estilo discussão em grupo e da penetração extremada desse estilo no círculo pedagógico, através dos construtivistas em geral, se deva, talvez, a uma leitura distorcida, ou melhor, exagerada do trabalho de Vygotsky. Quando Vygotsky ensina que é no grupo cultural onde o indivíduo nasce e se desenvolve, que lhe são fornecidas as formas culturalmente determinadas de perceber e organizar o real, que os processos psicológicos do indivíduo são internalizados a partir dos processos interpsicológicos (OLIVEIRA, 1993, p. 37, 97), não devemos esquecer que também para ele é fundamental que a alteração de desempenho de uma pessoa se dê por meio da interferência de outra. Isso quer dizer que um indivíduo tem a capacidade de se desenvolver e de se beneficiar de uma colaboração de outro indivíduo (OLIVEIRA, 1993, p. 59). Tal proposição pode vir a ser entendida sem a enfática implicação e determinação de que, em praticamente todo e qualquer momento, deve-se recorrer às discussões em grupo e, dessa forma, não descarta a influência direta da exposição oral convencional, logo, assistência explícita do professor (conforme também mais à frente no texto).

contrapor-se ao construtivismo individual, não se liberta, em geral, dos problemas pedagógicos deste último e, ao mesmo tempo, chega a enfrentar alguns novos. Um deles é não proferir uma adequada explicação de como os componentes sociocultural e pessoal da aprendizagem interagem. Mais especificamente fica a questão: o que se compreende, explicitamente, em termos didáticos, com a máxima construtivista “negociação”, extensivamente empregada e que denota a idéia da interação do “expert” (professor ou pares) com o noviço? Por detrás dessa máxima parece haver, e é o que se percebe, o sentimento da existência de uma velada proibição ao “expert” (professor) de poder dar direta e claramente a explicação ou de dizer ao novato a resposta correta.

Tal sentimento também é compartilhado por Irzik (2000) e Jenkins (2000). Eles comentam que professores com orientação construtivista são relutantes em fornecer a explicação correta para os alunos e parecem desconsiderar que cabe a eles corrigir (JENKINS, 2000, p. 602) os entendimentos errados dos aprendizes (IRZIK, 2000, p. 633 e 634). Temos a oportunidade de constatar essa inabilidade pedagógica em Jenkins (2000), ao observar o caso de um professor primário que, preocupado com as pressões construtivistas, expressa a seguinte pergunta: (mas) *Quando eu devo dizer a resposta correta?* (aos meus alunos) (p. 605). Esse mesmo autor comenta que ao procurarmos no construtivismo a melhor condução para essa questão, notamos que ele é um guia que oferece pouco nesse sentido (ibid., p. 602).

Negociar, portanto, subentende uma imposição pedagógica de que o aprendiz deve alcançar o conhecimento de maneira independente, chegando à conclusão sempre e exclusivamente por si próprio. Ao “expert” (professor) caberia oferecer pistas, sugestões, caminhos e meios, evitando dar a resposta direta (HOLLON et al. 1991, p. 148). Aqui, de novo, as semelhanças com o modelo por descoberta não são meramente aparentes, como se pode constatar em Nuthall & Snook (1973). Mais especificamente, verifica-se em Bittinger (1968) a sugestão de que o tema comum a todas as diferentes descrições desse modelo é a ênfase de que o professor não deve dizer aos seus estudantes o princípio ou generalização ou regra que se espera que eles aprendam.

Disso vem a crítica de Friedlander (1965) a essa orientação básica do modelo por descoberta, a qual poderia ser estendida às semelhantes pretensões construtivistas atuais, ou seja, de que não há uma sólida evidência de que os *insights* que um estudante desenvolve por si mesmo são melhor lembrados que os *insights* aprendidos de outros.

Uma outra questão mais geral, agora de âmbito epistemológico, com imediatas implicações didáticas, refere-se ao subjetivismo. Como vimos, assim como para o construtivismo radical individualista, também para o dissidente construtivismo social tal postura é problemática. Porém, agora, no que se refere a esse último, a crítica básica é direcionada à defesa do subjetivismo

coletivo ou endosso coletivo do conhecimento (IRZIK, 2000, p. 627).

Neste instante cabe, novamente, um questionamento pedagógico análogo àquele feito aos construtivistas individualistas: que grupo de alunos, ou num sentido mais geral, que grupo social estará julgando correto o seu conhecimento (MATTHEWS, 1994, p. 161)? Ou, noutras palavras, partindo de tal ceticismo radical, como podemos estar certos de que grupos em sala de aula (ou num entendimento mais abrangente, na ciência), deixados independentes uns dos outros, formam um consenso entre si (NOLA, 1997, p. 74)? E, adicionalmente, como a negociação se traduz numa linguagem comum dentro do grupo e entre os grupos²⁰. Perigosamente, para certos construtivistas sociais, presenciam-se noções de um discurso pedagógico que os aproxima da mesma problemática dos radicais privativos, pois, assim como estes, os primeiros, aparentemente, continuam sustentando que, apesar da interação social, é da eminente experiência individual que os aprendizes criam afirmações e significados próprios, quando da apropriação

²⁰ Uma outra linha de argumentação poderia vir a perguntar o seguinte: será que o sujeito está sempre à mercê do capricho do grupo? A nossa resposta seria: nem sempre. No caso da sala de aula constata-se, quando se usa a técnica de estudo em grupo, que, apesar de existirem alunos líderes em idéias dentro de certos grupos, ao mesmo tempo, presenciam-se alunos que não aceitam a posição do líder e defendem idéias independentes (LABURÚ, 1993, p. 87). Na ciência, muitas vezes, reconhecem-se grandes avanços quando indivíduos se atrevem a romper com conceitos admitidos pela coletividade científica.

dos elementos sócio-culturais (18). Palavras de ordem desses construtivistas, como facilitar, conduzir, orientar, guiar, providenciar, negociar, mediar, entre outras, denotam a influência construtivista radical já mencionada do sujeito autoconstrutor do seu conhecimento, apenas que, nesse caso, o conhecimento é vivenciado a partir de uma evidência convencionalizada em comunidade.

A objeção à posição dos socioconstrutivistas que legitimamente se encaixam nessa leitura, portanto, é comparável à crítica subjetivista-individualista difundida através da afirmação pedagógica de caráter geral, que aponta a necessidade de haver um mecanismo bem definido de ajuda ao indivíduo, a fim de que ele possa, por si só, desenvolver e gerar novas idéias e conceitos para interpretar a experiência e transcender o pensamento de senso comum. Dada essa assertiva, poderíamos perguntar: que mecanismo, que tipo específico de intervenção ou de providências são essas e de onde viriam as idéias para interpretar as percepções sensoriais e os novos conceitos? Para esclarecer melhor, suponhamos, no caso das percepções sensoriais, o exemplo que consiste em deixar um aprendiz (ou um grupo de aprendizes solidários) livremente a observar o movimento browniano de partículas de pólen com o auxílio de um microscópio. Nessa situação, o aprendiz (ou aprendizes, nesse caso, por intensa negociação consensual entre si) pode vir a inferir que o contexto no qual se dá o movimento dessas partículas é o biológico, em vez de localizá-lo no contexto

físico, isto é, as partículas mover-se-iam, pois seriam pressupostas como corpúsculos vivos, logo, situa-as no contexto biológico e não no físico. Por outro lado, poderia voltar a sua atenção para o microscópio e não para o movimento em si.²¹

Como se vê, uma observação solitária (ou solidária) pode passar por vários caminhos e conduzir a diversas conclusões que, muitas vezes, são discrepantes daquelas objetivadas pelo instrutor. Nesse sentido, Di Sessa (1982) e Irzik (2000, p. 634) apropriadamente nos lembram que raríssimos estudantes, se é que existe algum, aprendem a física newtoniana tratando com o mundo diário e que é ingenuidade esperar que os estudantes descubram grande parte das relevantes descobertas científicas por conta própria. Dentro disso, Matthews (2000, p. 6) nos chama a atenção para a seguinte situação: por exemplo, quando empurramos um objeto e recebemos uma variedade de respostas sensoriais dessa ação, isso não vai implicar que idéias de pressão, elasticidade, força, esforço e tensão sejam derivadas antes dessas palavras terem sido aprendidas e definidas. E acrescenta: *Definições (significados) não são construídas (build up) pelo indivíduo, elas são ‘aprendidas’ pelo indivíduo* (opus cit.).

²¹ Como fizeram historicamente os cardeais críticos de Galileu em relação à luneta astronômica, quando este procurava demonstrar a existência de sombras ou manchas lunares com a intenção de convencê-los de que a lua não era um perfeito cristal aristotélico. Os críticos, mantendo as suas crenças, diziam que as lentes da luneta distorciam as imagens dos corpos supraterrrestres (FEYERABEND, 1989).

Desse modo, as palavras de ordem anteriores só seriam convincentes se a elas associássemos outras palavras de ordem basicamente centralizadas e dependentes das ações do professor, que poderiam ser: conduzir, no sentido de estabelecer antes o que vai ser estudado, dizendo o que é preciso ver; colocar, explicar e expor os novos conceitos, explicitando e organizando as novas informações de maneira clara; mostrar a (nova) forma de ver e o que precisa ser visto ou entendido; advertir e corrigir os entendimentos errados de cada aluno, sanando dificuldades; mostrar e comparar a estrutura conceitual oficial com a do aluno.

Para complementar essas idéias, uma análise com maior destaque precisa ser feita em relação à linguagem, sem dúvida um instrumento pedagógico imprescindível por parte do professor. Para os construtivistas radicais, os elementos da linguagem, como as idéias, os conceitos e a palavra não podem ser transferidos de um usuário para outro (17).

Essa postura também pode ser encontrada explícita em certos destacados construtivistas sociais, quando os vemos afirmar que *O compromisso central da posição construtivista é de que o conhecimento não é transmitido diretamente de um conhecedor a outro, mas é ativamente construído pelo aprendiz...* (DRIVER et. Al. 1994, p. 5a), ou, *o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma*

repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo (VYGOTSKY apud REGO, 1994, p. 78). A linguagem, para eles, tem a sua principal apreciação alicerçada a partir do ponto de vista do subjetivo e não fora deste, ou seja, do agente transmissor. Porém, essa reação construtivista segundo a qual os elementos da linguagem não podem ser transferidos é óbvia, pois tais entidades são de natureza mental e não podem ser literalmente transferidas, como coloca Matthews (1994). Também, não se quer discutir aqui a inegável declaração de que elaborar uma linguagem requer do aprendiz atenção e atividade intelectual intensa, ou, como diz Vygotsky, de que há uma relação direta entre linguagem e pensamento (OLIVEIRA, 1993). Analogamente, é difícil polemizar que a referida atividade é um processo essencialmente autônomo, individual.

Contudo, isso não implica que o indivíduo dê um significado exclusivamente subjetivo a uma estrutura conceitual, elaborando através da linguagem um discurso próprio. O que se constata de fato, pela própria possibilidade de comunicação entre os sujeitos, é que os significados individuais, através da instrução, vão se aproximando isomorficamente dos científicos, publicamente estabelecidos. O exercício do processo educativo científico consiste em aproximar melhor e o mais eficientemente possível o discurso individual do coletivo oficial. Nesse sentido, Matthews (1994, p. 156)

chega a dizer que, na maior parte do tempo, o sujeito aprende e não constrói os significados e completa observando que, caso se dê ao sentido da palavra “transferir”, acima, o de “poder ser ensinado”, de “poder ser aprendido”, ou mesmo de “poder ser assistido” o seu desenvolvimento, a asserção que afirma que o conhecimento não pode ser transferido ou transmitido vai de encontro ao bom senso. É incontestável que os pais instruem as crianças numa série enorme de assuntos e os professores em matérias complexas, como matemática, ciências e história. Quem de nós não assistiu, em vídeo, a uma palestra ou a um debate, ou, ainda, leu um bom livro e constatou que aprendeu muito com as idéias novas transmitidas pela linguagem escrita do autor ou, no primeiro caso, assistidas através do vídeo. Também é fácil verificar que quase a totalidade da comunicação e a troca de informação interpessoal do dia-a-dia ou de um grupo de cientistas, produtores do conhecimento, dá-se via transmissão verbal direta, sem que exista nenhuma técnica construtivista especial por detrás.

Além do mais, sabemos que a maior parte da tradição científica é passada de mão em mão e não reinventada por cada geração. Como poderia qualquer aprendiz reinventar definições, conceitos e conhecimentos, se as melhores e as mais privilegiadas cabeças da história levaram anos ou séculos para elaborá-los? Ou, nas palavras de Jenkins (2000, p. 602),

é ser otimista demais assumir que jovens estudantes possam construir explicações científicas que evoluíram tardiamente na história da humanidade, simplesmente observando fenômenos, gerando e testando hipóteses.

Assim, a efêmera eficiência do ensino objetivista (DAVIS, 1993), que deixa de situar a aula expositiva num projeto de ensino mais completo, não justifica que outras formas de aprendizagem, como a escrita, o ver, o falar, o ler, o escutar, etc., sejam tratadas como excluídas do processo de aprender. Em particular, Saint-Onge (2001, p.39) nos lembra que é preciso reconhecer que a exposição tem qualidades que a discussão, por exemplo, não possui.

Uma boa exposição, segundo ele, apresenta conhecimentos novos, fornece o contexto necessário à compreensão, evidencia os pontos importantes e estabelece claramente os vínculos que guiam o pensamento acerca de determinado assunto. Resumindo, insistindo, repetindo, sugerindo e fazendo operações intelectuais, a pessoa que faz uma exposição guia a construção do saber de seu ouvinte. O professor, ao fazer exposições, oferece aos seus alunos valores, princípios e modelos do modo de apresentar problemas e de fazer uma série complexa de vínculos, de generalizações e de inferências, que permitem chegar não apenas à compreensão, mas, no caso do ensino das ciências, a prever fatos e controlar a realidade. Nesse caso, o aluno pode situar-se no conjunto de informações que são

apresentadas, o que nem sempre ocorre na discussão (ibid., p. 83, 117).

Todavia, ao longo de uma aula expositiva, não se trata somente de falar, é preciso falar de modo a influenciar o pensamento dos alunos. É preciso, sim, escutar para aprender e é preciso falar para ensinar. Também é necessário ter a oportunidade de aprender escutando e dar a oportunidade de aprender falando (ibid., p. 92).

O legado construtivista, indicando que a transferência de significado através da linguagem não implica que se possa aprender tudo o que é ensinado, é inegável. Como o é a argumentação de que para se aprender um conceito é necessário, além das informações recebidas do exterior, uma atividade intramental. Mas daí a dizer que significados não são passíveis de transferência, que eu não posso fornecer às pessoas, numa audiência, qualquer novo conceito, mas apenas estimulá-las a combinar, de diferentes maneiras, os conceitos com as palavras que estou usando, é afrontar as evidências. Talvez, a falha de uma leitura construtivista esteja em imaginar que em situações de verbalismos ou mesmo de atividades mecânicas não haja, muitas vezes, a ocorrência simultânea e o disparo de processos de internalização de novos significados e que elas sejam sempre vazias ou estéreis do ponto de vista pedagógico. Uma posição, nesse sentido, em vez de ser uma volta ao ambientalismo, ou seja, do predomínio das pressões exclusivas do meio, da aquisição externa (REGO, 1994, p. 93), é, pelo contrário,

um reforço ao sociointeracionismo, que entende a interação do indivíduo com o seu meio cultural como definidora da constituição humana e, em particular, da aprendizagem (opus cit.).

Evidentemente, como já dissemos e gostaríamos de insistir, as reflexões precedentes não são generalizáveis a todo o espectro dos socioconstrutivistas. Por exemplo, em suas análises a respeito do processo discursivo entre professor e alunos, vemos Mortimer (2000) ou Mortimer & Machado (2000) ponderando sobre a importância de se observar a ocorrência da alternância entre dois diferentes tipos de discursos, denominados de *persuasão* e de *autoridade*, que estão presentes em sala de aula, em maior ou menor grau. O primeiro tipo tem função dialógica, é aberto, visto que se espera dele a contribuição do aluno e de “várias vozes”. Com ele procura-se pelas “contrapalavras”, que é meio nossa e meio do outro, a fim de gerar novos significados. O segundo tipo, que explicita o nosso ponto, tem função unívoca, é fechado. Nele é fundamental a transmissão, a consolidação e o reforço de significados de forma inequívoca, nos quais as enunciações e significados científicos são impostos como fixos, não sendo passíveis de serem modificados, e em que demanda uma incondicional fidelidade (MORTIMER, 2000, MORTIMER & MACHADO, 2000, p. 433-435).

Outra questão criticável diz respeito à estratégia usada para ensinar e ao modo particularizado de aprender de cada um. Também, nessa situação, é difícil dar crédito

à radical reação construtivista ao didatismo, quando valoriza em demasia a pedagogia do estilo discussão em grupo, estilo que é observado na medida em que há excessivo destaque das atividades desse tipo, fundamentadas na promulgada colaboração social para a produção do conhecimento. Como dissemos, “o falar” e “o mostrar”, típicas atividades expositivas, têm um papel ignorado nessa produção ou são válidos, pelo que se presume, somente para e entre os pares - como nas discussões em grupo.

Na literatura, podemos encontrar argumentos contrários a esse destaque do uso de atividades em grupo. De acordo com ela, vemos que, enquanto o primeiro estilo é preferido e efetivo para alguns estudantes, isso não acontece com outros. Vê-se que a natureza da aprendizagem individual é particularizada. Por exemplo, Pask (1976) observou que os indivíduos têm preferências quanto ao estilo de aprendizagem. Uns estudantes obedecem a um estilo holista, preferindo formar uma visão mais global quando da resolução de problemas. Costumam trabalhar com várias hipóteses simultaneamente, tendo por hábito adotar uma postura individualista de aprendizagem. Outros são serialistas, pois preferem integrar, passo a passo, tópicos separados daquele que está sendo aprendido e examinar, progressivamente, uma hipótese por vez. Enquanto os primeiros têm preferência em construir uma descrição geral do que é conhecido, os segundos têm uma postura mais operacional, procurando

dominar detalhes dos processos e dos procedimentos. Da mesma forma, por um lado existem estudantes com personalidade competitiva que apreciam demonstrar sua capacidade intelectual. Por outro lado, há aqueles que são pessimistas sobre suas habilidades ou que são metodicamente estudiosos, gastando várias horas no estudo²². Lawson (2000, p. 594) aponta para dois trabalhos que mostram estudos detalhados indicando que pessoas criativas tendem a mostrar características de pouca sociabilidade, são brigões, hostis e, em processo de grande esforço criativo, freqüentemente se encontram fisicamente isolados de outros indivíduos. Kempa & Martin-Diaz (1990a, 1990b) chegam a dividir em quatro padrões de motivação a preferência dos estudantes pelos modos de instrução da ciência. São eles: 1) os executores, 2) os curiosos, 3) os cumpridores de tarefas e 4) os sociais.

²² Essa diferenciação de personalidade e estilo de trabalho pode ser vista mesmo entre os grandes cientistas. Há cientistas que preferem descobrir leis da natureza, enquanto outros preferem usar as mesmas leis já conhecidas, para melhor entender a maneira como a natureza se comporta. Por exemplo, Pauli, em toda a sua vida, publicou muito menos do que deveria, por ser muito crítico. Tentava inspirar-se em experimentos e verificar, de certa forma intuitiva, como as coisas se ligavam. Ao mesmo tempo, procurava racionalizar suas intuições e encontrar um esquema matemático rigoroso que lhe permitisse provar tudo o que dissera. Bohr, ao contrário, ousava publicar artigos que não tinha condições de provar e que se mostravam corretos no final (HEISENBERG, apud SALAM et al. 1993, p. 89). Heisenberg achava perigosa uma única prescrição de trabalho. Para ele, a prescrição deve ser diferente para diferentes físicos: "(...) a prescrição que sempre adotei foi a de que não convém prender-se demais a um grupo especial de experimentos; ao contrário, devemos tentar nos manter a par de todos os desenvolvimentos em todos os experimentos relevantes, de modo a poder ter sempre a visão geral do quadro, antes de tentar estabelecer uma teoria em linguagem matemática ou outras" (opus cit. , p. 90).

Estes últimos são os que mostram maior afinidade por atividades em grupo, enquanto os penúltimos preferem um ensino didático convencional com experimentos sustentados por instruções. Os segundos acham melhor aprender a partir de livros, por descoberta, e fazer mais atividades práticas. Por final, no caso dos executores, não há identificação de qualquer das preferências anteriores, parecendo que qualquer estilo lhes é indiferente.

Com inspiração psicanalítica, vemos em Arruda (2001) um conjunto de sete patamares definidos a partir das representações que os estudantes fazem acerca do conhecimento, do professor, dos colegas, da escola, etc. Tais patamares fornecem indícios de uma relação mais ou menos estável do indivíduo com o seu próprio processo de aprendizagem (p. 205). São elas: 1) Recusa Direta; 2) Indecisão; 3) Demanda Passiva; 4) Risco; 5) Aprendizagem Ativa; 6) Avanço; 7) Procura Ativa.

Esses patamares variam desde a rejeição e o desprezo do conhecimento escolar pelo estudante, em que o professor é considerado um inimigo, assim como a escola e o conhecimento não representam nenhum valor, traduzindo-se num comportamento do aluno de desrespeito à ordem vigente, em que a motivação e o interesse estão nas emoções fortes fora da escola, até uma caracterização de resolução autônoma de problemas pelo estudante, na qual o professor passa a ser mais um assessor, ajudando os alunos a localizar e avaliar as informações e a produção do conhecimento está orientada

no sentido de busca da verdade e de ultrapassar o conhecido (ibid., p. 141).

Numa perspectiva em que se analisa a influência social sobre o esforço do sujeito em aprender e que, supostamente, pode-se encontrar não só paralelos, mas inter-relações com alguns dos patamares de Arruda (opus cit.), Bzuneck (2001, p. 9a) nos conta que expectativas sociais, na forma de uma espécie de cultura de grupo, constituídas por normas implícitas acerca de padrões e comportamentos em que a mais notória expressão dessa cultura configura-se nas pressões que os adolescentes e alunos de cursos superiores sofrem no sentido de não excederem aquilo que todos acham ser o esforço admissível, influenciam a perseverança e o empenho nos estudos. A norma que determina esse nível relativamente mais baixo de esforço estaria ligada a uma certa desvalorização da escolaridade, acompanhada de interesse por outras atividades. Esse nível inferior de esforço estaria, segundo Bzuneck, aquém do que cada aluno poderia aplicar, consideradas as suas potencialidades. Conclui, então, que a pressão do grupo acaba reduzindo seu empenho, por sentir que não é bem aceito pelo grupo aquele que aparecer como muito diligente, pelo fato de violar um padrão de exigência inferior.

Ainda, em outras obras (SHADE, 1982; SWISHER & DEYHLE, 1987; HUBER & POWEWARDY, 1990), vê-se que as características cognitivas e de aprendizagem de grupos de minorias étnicas e lingüísticas são diferenciadas do

grupo social dominante e que a melhoria da aprendizagem dessas minorias é afetada quando somente o estilo do grupo dominante é valorizado. Para finalizar, sem querer esgotar o que foi colocado, é possível mencionar a influência devida à própria instituição, quando cria hábitos escolares que se mostram, mais tarde, nos graus posteriores, empecilhos ao processo formativo. Nesse sentido, um antigo trabalho de Schonell et al. (1962), realizado na Austrália, verificou que crianças provenientes de escolas em que a ênfase era a instrução formal achavam extremamente difícil ajustar-se às condições universitárias mais abertas. Mais preocupante ainda é um outro resultado mais recente encontrado por Baird & Mitchell (1986) naquele mesmo país, mostrando alunos pedindo a volta do ensino tradicional, por não estarem dispostos “a pensar”.

Portanto, todos os trabalhos mencionados indicam que os estudantes variam em suas motivações e preferências, no que se refere ao estilo ou ao modo de aprender, e mesmo na sua relação com o conhecimento. E isso, sem mencionar as suas habilidades mentais específicas, ritmos de aprendizagem, nível de motivação e interesse para uma determinada disciplina, persistência dedicada a um problema e experiências vividas pelo grupo social a que pertencem. Esses fatores certamente influenciam, entre outros, na qualidade e na profundidade da aprendizagem. Por conseguinte, é questionável um esquema educacional baseado numa única perspectiva,

que só daria conta das necessidades de um tipo particular de aluno ou alunos e não de outros.

Outra apreciação a ser feita refere-se à difundida orientação pedagógica construtivista, a qual incentiva a extração das idéias prévias dos estudantes. Para Jenkins (2000, p. 602), o motivo desse procedimento está longe de se tornar claro. Ele pergunta se o propósito dessas idéias é subsidiar o professor no planejamento de ações em resposta a elas ou ajudar os estudantes a clarificar os seus próprios pensamentos. Para ele, o entendimento dos estudantes sobre os fenômenos naturais é válido e deve ser tratado com respeito e, em muitos casos, pode ser usado como ponto de partida para que se alcancem os objetivos propostos para a atividade selecionada, podendo esta variar desde atividades de discussão em sala de aula até trabalhos experimentais em laboratórios.

Em nossa compreensão, o grande objetivo em levantar o pensamento dos alunos encontra-se na perspectiva de o aprendiz poder trazer para o nível do consciente um conhecimento intuitivo, de modo a escapar do seu poder de comando. Mas Jenkins lembra, prontamente, que não é difícil os alunos terem alguns conceitos, como força, energia, potência, gravidade ou massa, por fazerem parte das suas experiências e linguagem diárias, pelo contrário, é esperado que tenham alguma noção ou idéia de alguns desses conceitos. No entanto, relativamente a outros conceitos, como íon, radiação eletromagnética, oxidação, energia livre ou equilíbrio químico, que se encontram longe da experiência

diária, torna-se mais difícil que seja adotado o procedimento de levantamento das idéias dos alunos, se não impossível (opus cit., p. 603).

Indo mais além nessa discussão, Fishler & Lichtfeldt (1991) observam que no estudo da mecânica quântica é importante não partir, como é comum fazer, dos simplificados, intuitivos e ilustrativos modelos da velha mecânica quântica, que são mais próximos da experiência diária dos alunos. Os autores concluem que quanto mais esses conceitos são reforçados em classe, mais difícil fica a sua superação. Para eles, a solução didática conveniente é apresentar diretamente aos alunos os conceitos antiintuitivos da mecânica quântica o mais cedo possível, evitando assim o encorajamento de conceitos que contradizem o entendimento desta (p.241).

Ademais, é merecedor de uma reflexão o também freqüente aforismo pedagógico construtivista propalado junto à sentença: “respeito às idéias dos alunos”. Ora, para Perrenoud (2000, p. 118), existe uma diferença conceitual entre respeitar a idéia do aluno e considerá-la. Para ele, quando se dá à palavra respeitar o sentido de não intervir, não modificar, confunde-se respeitar as pessoas com não-intervenção, afastando temores autoritários. Vemos que há um risco subjacente de entendimento na mencionada sentença, que o fato é comum se constatar em escritos construtivistas de situar, num mesmo plano epistemológico, as idéias dos alunos às científicas, reiterando-se, com isso, as bases relativistas da ideologia

construtivista. Por conseguinte, romper com o autoritarismo pedagógico, aspirando a defesa de um ensino significativo, não implica, ao nosso ver, em respeitar as idéias dos alunos, mas considerá-las com a clara intenção pedagógica de controlar e avaliar o desenvolvimento da aprendizagem.

Como encerramento deste assunto, adicionemos mais duas questões que podem ser incômodas para certos construtivistas. Não seria possível ao professor, em muitas situações, aproveitar-se das pesquisas sobre as concepções alternativas e simplesmente descrever para os alunos como eles em geral pensam, perguntando, em seguida, o que acham disso e solicitando uma comparação crítica dessa forma de pensar com a do conhecimento estabelecido? Tal procedimento violentaria princípios construtivistas? Talvez essa fosse uma potencial alternativa para outra crítica ao método construtivista de ensino, o qual é considerado como consumidor de muito tempo, acarretando uma cobertura pequena de conteúdo (AIRASIAN & WALSH, 1997, p. 448; JENKINS, 2000, p. 605).

Uma segunda questão afronta, de certa forma, o fundamento subjetivista construtivista já visto por nós. Recordando, relativamente a esse fundamento, observam Airasian & Walsh: *desde que os indivíduos produzem o seu próprio conhecimento através de suas crenças e experiências, todo conhecimento é uma tentativa, subjetiva e pessoal* (AIRASIAN & WALSH, 1997, p.445c). Tendo isso em consideração, fica difícil entender a larga

constatação das pesquisas em educação científica, segundo a qual as concepções alternativas têm propensão a obedecer a um padrão essencialmente comum que independe do sujeito, da idade, da escolaridade, do contexto social e que chega a atravessar períodos históricos, isso, pelos menos, no que se refere a certos conteúdos (CHI, 1991).

Todavia, é preciso ser dito que a extração das idéias prévias dos alunos é um importante mecanismo de desenvolvimento reflexivo e de tomada de decisões, os quais certamente levam em direção ao pensamento crítico e significativa metas obrigatórias de todo ensino, como vamos insistir mais de uma vez durante este trabalho.

Em suma, as estratégias instrucionais construtivistas, que procuram encontrar exclusivos caminhos, tendo por base o vagar através de uma exploração intelectual autônoma, ou mesmo coletiva, são questionáveis quanto a sua efetividade. Da mesma forma que o ensino tradicional objetivista-empirista-verbalista, ao advogar a exclusividade das prescrições de um ensino mecânico, ritualista ou apenas de observação e de audição, centrado exclusivamente no professor e na sua fala, falha em reconhecer o papel ativo do aprendiz, falham também, fundamentalmente, as concepções pedagógicas dos construtivistas radicais ao não admitirem que essa abordagem pode levar a uma postura indutivista da aprendizagem.

Ainda, algumas interpretações parecem não reconhecer, igualmente, a possibilidade de existirem

alunos que não se adaptam pedagogicamente a um determinado estilo de ensino, deixando de considerar, na prática, um princípio central construtivista que leva em conta que os alunos, em sala de aula, partem de condições iniciais desiguais, pois têm trajetórias de vida cognitiva, motivacional e emocional distintas. Os construtivistas que se encaixam nessa análise temem reconhecer explicitamente um papel efetivo para as exposições orais, para as demonstrações, para “o ver” e “o mostrar”, como capazes de construir e orientar o conhecimento. Não admitem, ao menos abertamente, a possibilidade de o professor prover verbalmente o estudante com informações prévias e diretas que lhe preencham lacunas²³ e lhe ampliem as relações de significado dentro de um esquema conceitual científico, capacitando-o a dar sentido as suas percepções que, de outra forma, focariam elementos desnecessários aos objetivos educacionais (como o caso citado do movimento browniano).

Mais uma vez, o instrumental teórico do construtivismo aqui mencionado é falho ao não reconhecer que a descrição dos objetos reais passa por idealizações que, no fundo, são processos de abstração não-acessíveis ao experimento sensório e que não se chega a essas idealizações através de uma negociação coletiva, mas que, em sua grande maioria, precisam ser

²³ Aqui, há a importância de levar em conta, durante a instrução, o papel da memorização de informações e da aquisição de habilidades profissionais específicas, que não podem ser trivialmente desconsideradas, como já tivemos a oportunidade de mencionar.

previamente “impostas” pelo professor, por serem antiintuitivas. Poderíamos, assim, perguntar que tipo de experiência nos faria imaginar e aprender os conceitos de ponto material, referencial inercial, rotacional de um campo, banda de valência, princípio da incerteza, etc. Ou, ainda, que tipo de interação entre um grupo de aprendizes leigos, isolados dos “experts” e dos manuais, poderia conduzir aos mesmos conceitos ou como um noviço ou grupo de noviços construiria esses conceitos distantes do senso comum, por meio da simples negociação, no sentido de barganha conceitual com um “expert”. Assim, como critica Irzik (2000), não dizer aos estudantes que conceitos construir ou como construí-los não é uma virtude, mas um vício da teoria construtivista (p. 634).

Não há o que discutir sobre a óbvia noção de que o conhecimento é construído pessoalmente, mas não há a menor dúvida de que o processo pedagógico para essa construção é altamente complexo, pouco entendido e longe de ser trivial (OSBORNE, 1996, p. 66). Vemos isso quando certos construtivistas como Posner et al. (1982) e Hewson & Thorley (1989) chegam a imaginar uma aproximação epistemológica entre o aprender ciência e o fazer ciência. Porém, advertem Osborne (1996, p. 67), Ogborn (1997, p. 122) e Nola (1997, p. 79), entre outros, que não existe uma necessária conexão funcional epistemológica entre fazer ciência e os métodos pelos quais ela é aprendida e, principalmente, ensinada para os não-cientistas.

Em termos mais gerais, o último autor comenta sobre a sua preocupação quando se procura estabelecer uma

falsa ligação entre a filosofia relacionada com a natureza do conhecimento científico e a educação científica e avalia que precisamos separar, principalmente no construtivismo, a interpretação teórica da formação das teorias científicas da teoria de como os estudantes aprendem a ciência (ibid. p. 57, 78). Em última instância, é preciso reconhecer que nenhum compromisso com uma possível visão parcial epistemológica da ciência é justificativa bastante para exclusivamente nos orientarmos por ela.

Osborne, por sua vez, assim como Matthews (2000), num sentido mais geral, chama a atenção para o fato de que o construtivismo, como uma visão de aprendizagem, é situado como uma grande teoria, aplicável a todas as circunstâncias, e não um simples referencial de valor parcial e limitado. Numa linha diferente de crítica, ele, particularmente, observa o emprego generalizado da metacognição, como mecanismo para descrever o pensamento gerado na aprendizagem e chega a perguntar se o uso desse mecanismo traz benefícios para todos os aprendizes, indiscriminadamente, assim como para todas as idades (OSBORNE, 1996). A pertinência dessa crítica pode ser verificada em Brown (1987), no qual encontramos a indicação de vários trabalhos, os quais mostram que, antes da adolescência, a metacognição tem pouca eficácia cognitiva.

Uma questão que tem uma consequência prática imediata e de suma importância para o ensino de ciências relaciona-se à já mencionada e delicada defesa relativista

do conhecimento, feita pelo construtivismo. Essa posição é justificada em razão do individualismo pregado ou devido a uma negociação social autônoma no sentido de que o papel do professor é periférico, de indutor e que somente barganha o conhecimento, estando impossibilitado de intervir de forma direta, como tivemos oportunidade de ver nos parágrafos anteriores. Então, caso imaginemos os esquemas conceituais da ciência como pertencentes a um mundo real e se as afirmações da ciência sobre o mundo pretendem ser verdadeiras, é justificável o esforço em mudar as concepções das crianças.

Mas, se a ciência não trata de um mundo real ou não pode ser pensada como verdadeira, fica difícil legitimar um argumento que convença os alunos a repensarem as suas concepções que, em última instância, são mais plausíveis, logo, autoconfiantes, e não se apresentam, como as científicas, contrárias aos seus valores culturais (OSBORNE, 1996). Nessa direção, Nola (1997, p. 46) externa esta opinião: *...se as representações dos professores ou da comunidade científica não são melhores do que aquelas do neófito estudante, então não há nada a ensinar e o tempo gasto poderia ser empregado com ortografia.* Phillips (1997) complementa, ainda, dizendo que se uma ou outra das considerações do construtivismo forem aceitas, e agora ele se refere à vertente social (p. 89), a Física descrita em nossos livros, por exemplo, não poderia ser retratada na sala de aula como um empreendimento que procura por considerações verdadeiras e objetivas da

realidade externa, independente de gostos e crenças humanas. Ela precisaria ser retratada como um empreendimento político, como um tipo de conversação de uma prática social que não se amolda, em qualquer grau significativo, à natureza externa, não conseguindo transcender os limites comunitários, culturais e históricos (IRZIK, 2000, p. 629).

Do ponto de vista desses críticos, observamos que a visão epistemológica construtivista radical ignora o fato de haver possíveis teorias mais corretas na ciência e que estas, quando assim imaginadas, dão um estímulo para alguém começar a aprendê-las sem, contudo, estar obrigado a se comprometer com o entendimento dos objetivistas, de que se tem a possibilidade de se saber, com absoluta certeza, que as suas teorias são verdadeiras (NOLA, 1997, p. 79) e que são uma fiel representação da realidade (IRZIK, 2000, p. 625).

Para sintetizar a discussão dentro do contexto educacional, permitimo-nos mostrar como Airasian & Walsh (1997) aglutinam várias das criticáveis implicações instrucionais construtivistas aqui discutidas em três premissas básicas construtivistas, que são: a) o construtivismo social se sustenta na crença fundamental de que o conhecimento tem um componente social e não pode ser considerado produzido por um sujeito que atua independentemente do seu contexto social; b) o construtivismo admite que o significado dado pelas pessoas é único e relativo as suas culturas, logo, de forma semelhante à premissa construtivista individual, o

conhecimento nunca pode, essencialmente, ser justificado como “verdade” ou como absoluto, mas pode resultar em uma infinidade de significados, equivalente ao número de culturas ou de fatores contextuais existentes (opus cit., p. 445); c) o conhecimento consiste naquilo que é construído pelo aprendiz e, desde que a obtenção de verdades absolutas seja vista como impossível, o construtivismo faz uma implícita suposição de que todo estudante pode aprender e aprenderá – isto é, construirá o conhecimento (opus cit., p. 446b).

A doutrina relativista por detrás dessas três premissas, ao limitar o reconhecimento de formas universais, legitima os seguintes apontamentos pedagógicos construtivistas que criticamos: ajusta, sem problemas, a conotação dada ao significado da palavra negociação, visto em linhas anteriores; dá razão à ênfase dos trabalhos e discussões em grupos, pois essa estratégia instrucional, harmoniosamente, vincula-se com a diretriz de resgatar as idéias dos alunos, pondo-as em interação com experiências inovadoras; é coerente com a direção geral de não-correção das idéias erradas dos estudantes ou, pelo menos, que isso seja evitado ou, ainda, de forma mais geral, que o professor se esquive de dar a informação ou conclusão direta para o seu aluno. Por essa proposição, está respondida aquela pergunta ansiosa do professor primário sobre quando deveria dizer a resposta para os seus alunos.

Em acréscimo a esses apontamentos, lembremos que não é surpresa que muitos dos escritos construtivistas sobre a educação escolar científica argumentem no sentido da

redução do conteúdo (JENKINS, 2000, p. 605), passando o mesmo a ser secundário no processo de ensino-aprendizagem. Para eles, o menor conteúdo é resultado de uma idéia disseminada que releva a real compreensão e a maior duração diante do que é pejorativamente dito como ensino superficial, frívolo e de curta duração. Apontemos que, nesse caso específico, Jenkins (opus cit.) questiona esse disseminado aforismo construtivista dizendo que não fica claro qual evidência empírica, se é que existe evidência de qualquer tipo, substancia afirmações desse tipo (p. 605). Entendida a questão do conteúdo dessa forma, é justificável, igualmente, a despreocupação construtivista com as críticas a respeito da excessiva carga de tempo gasta com a aprendizagem de certos assuntos, em detrimento de um currículo mais abrangente.

Das três premissas e de seus resultados pode-se finalmente chegar à conclusão que o construtivismo gera a perspectiva da emancipação do professor ante a responsabilidade primária da aprendizagem do aluno, *parecendo que a doutrina construtivista passa o ônus de criar e adquirir conhecimento para o estudante* (AIRASIAN & WALSH, 1997, p. 446c), diga-se de passagem, legitimando a máxima “sujeito autoconstrutor do conhecimento”.

Considerações Iniciais

Antes de adentrarmos no foco principal dessa seção, faz-se necessário esclarecer que procuramos mostrar nos capítulos anteriores que certas posições ontológicas, epistemológicas e educacionais, normalmente sustentadas pelo construtivismo, não apresentam unanimidade na comunidade de pensadores de educação científica. A importância dessa discussão se impõe na medida em que toda prática docente reflete, de forma direta ou indireta, uma postura epistêmica. A não unanimidade das posições ontológica e epistemológica e de suas inter-relações diretas com as posições educacionais se traduz, também, no que

se refere a estas últimas, em desacordos que podem ser vistos nas indicações de ações instrucionais. Essencialmente, tais desacordos são a fonte de influência e de partida que nos aponta, de agora em diante, na direção de uma abordagem pela diversidade metodológica.

Entretanto, antes de darmos início a essa discussão, é preciso que se esclareça o seguinte: as alternativas ao subjetivismo construtivista não precisam residir, necessariamente, no realismo, como parecem ser as posições sustentadas pelos críticos mencionados. É possível contrapor-se àquele sem necessariamente comprometer-se com este, na sua forma estrita. O mesmo argumento cabe à defesa de uma verdade científica absoluta e acabada ingênua, que, sem dúvida, uma simples constatação da história da ciência violentaria. Ora, um aprofundamento dessa discussão envolveria um tratamento filosófico mais aprofundado, o qual está fora dos objetivos deste livro, mas, a título de exemplo, podemos rapidamente mencionar duas alternativas.

A primeira é dada por Chalmers (2000) por meio do que denomina de *realismo não representativo*. Por essa idéia, Chalmers afirma que o objetivo da ciência não seria a busca da verdade absoluta, mas, que o mundo físico é tal que as nossas atuais teorias são aplicáveis a ele num certo grau e, em geral, num grau que exceda as teorias predecessoras, pois elas podem ser aplicadas numa variedade mais ampla de circunstâncias. Outra possível alternativa pode ser buscada em van Fraassen (ARRUDA,

SILVA & LABURÚ, 2001) ou Laudan (1977). Para ambos, as teorias científicas não necessitam estar sob a rubrica de um valor-de-verdade (o verdadeiro ou falso) ou de uma certeza apodíctica, uma vez que o objetivo da ciência é, para o primeiro, ser empiricamente adequada ou, para o segundo, resolver problemas com maior eficácia e progressividade (LAUDAN, 1977, p.106-107).

Dessa forma, a meta da ciência pode ser cumprida sem que esteja em sua agenda a idéia de um relato literalmente verdadeiro das teorias, ou mesmo de um realismo representativo, conforme pudemos adiantar em Matthews no capítulo 2, mas em compensação, possam estar presentes mecanismos racionais e objetivos de decisão de comparação entre elas (LABURÚ & SILVA, 2000).

No entanto, ao entrarmos no conhecimento pedagógico, vamos ver que a nossa abordagem começa a se nortear para uma defesa relativista e subjetivista dessa forma particular de conhecimento, visto que tratamos, agora, com teorias sobre comportamento, interpretação e avaliação de pessoas, logo, envolvidas em juízos de valor, moral, ética, ideologia, etc., o que, num certo sentido, impede a defesa de regras fixas e universais.

A partir desse momento, por conseguinte, tomamos essa mencionada defesa por princípio e, assim, desejamos não estar sendo mal interpretados nessa mudança, visto que as posturas epistemológicas e ontológicas criticadas se encontravam no âmbito das Ciências Naturais e não pensamos que estas caibam de todo na esfera pedagógica ou possam ser transferidas para ela.

Pluralismo Didático

Ao se olhar para os mais propagados modelos pedagógicos propostos - românticos, comportamentalistas, racionalistas, progressistas (NUTHALL & SNOOK, 1973) e, como vimos, construtivistas -, pode-se constatar que eles se mostram limitados, tanto no que se refere às suas acepções epistêmicas, ontológicas, cognitivas e psicológicas, quanto na sua maneira de conceber e aplicar estratégias de ensino, tendo efeito direto, certamente, na aprendizagem. Provavelmente, um dos motivos para essa limitação se justifica, sinteticamente, pela nossa concepção demasiado ingênua do homem, da sua circunstância social, do seu processo de elaboração do conhecimento e, por conseqüência, do mecanismo da sua aprendizagem e do seu ensino¹. Outro motivo limitador,

¹ Igualmente, essa limitação deve ser o resultado da seguinte reflexão. Como nos lembra Green (1971), muitos conceitos são vagos e não têm fronteiras definidas por não apresentarem uma representação clara e precisa, como é o caso particular do conceito de ensinar. Por mais exato que possamos descrever o processo de ensino, não existe uma discriminação precisa a ser encontrada, o que não implica deixarmos de penetrar na obscuridade e de descobrir os limites desses conceitos. Podemos assim, segundo Green, imaginar a região da inteligência, no que se refere à atuação da atividade de ensinar, através de pares de conceitos em oposição, sem que sejam exclusivos, como instruir de um lado e treinar de outro. Enquanto o primeiro abarca o campo do conhecer, o segundo atinge o da conduta. Indubitavelmente, a atividade de ensinar circunscreve a ação de instruir e, em certa medida, o treinamento (por exemplo, resolver exercícios). Em continuidade, mas, aos poucos, fugindo dos limites indefinidos da fronteira da inteligência e, por correspondência, da atividade de ensinar, alcançamos a região da crença, em oposição à do comportamento; da doutrina, em oposição à do condicionamento; da ameaça física, etc. (GREEN, opus cit.), havendo, no caso desses últimos, sem dúvida, já um afastamento claro da região da inteligência, logo, da ação de ensinar.

como nos lembra Gadotti (1993, p. 16), deve-se ao fato de a evolução das idéias educacionais se encontrar ligada à evolução da própria humanidade, ficando, portanto, temporariamente circunstanciada.

Por essas razões, defenderemos um encaminhamento didático, cuja referência seja um estratagema pluralista para a educação científica. Tal orientação nos parece ser, em princípio, a mais adequada e eficaz para tratar e enfrentar o espectro de variáveis de ensino-aprendizagem que possam vir a ocorrer no palco da sala de aula e que abaixo teremos a oportunidade de discutir alguns.

Não é demais advertir que uma proposta, nesse sentido, não deve deixar a impressão de uma oposição aos “serviços prestados” pelo construtivismo à educação, com os seus alertas a respeito do sujeito cognoscente, construtor do seu conhecimento, que traz para a sala de aula muitas concepções construídas, dissonantes das curriculares e que enfatizam a importância do entendimento e da aprendizagem significativa como objetivo da instrução científica (IRZIK, 2000, p. 634, MOREIRA, 1999). Ao contrário, pensamos que uma leitura construtivista, consideradas todas as análises desse trabalho, não tem porque deixar de derivar e justificar o emprego de uma estratégia pluralista para o ensino de ciências², como, paralelamente, também não o tem a

² Mais, inclusive, que alternativas comportamentalistas ou racionalistas, por exemplo.

ampla noção construtivista de uma mente construindo de forma ativa o conhecimento, que implique, necessariamente, a rejeição de um mundo real externo (JENKINS, 2000, p. 601; IRZIK, 2000), lembrando discussões anteriores, por exemplo.

Todavia, o objetivo que está por detrás da abordagem agora defendida não é substituir um conjunto de regras por outro conjunto do mesmo tipo, mas argumentar no sentido que todos os modelos e metodologias, mesmo as mais óbvias, têm restrições. À inspiração de uma abordagem, nesse sentido, atribuímos diretamente às idéias do pensador e filósofo Paul Feyerabend (1924 - 1994), que tem seu lugar de destaque na epistemologia contemporânea, por defender uma postura contrária à tão difundida práxis científica racionalista. Dentre as publicações de Feyerabend, tomaremos como guia para este trabalho a sua obra mais conhecida e intitulada *Contra o Método*. Nela, em síntese, o autor faz veementes críticas às metodologias interpretadas como fornecedoras de regras para a orientação dos cientistas e defende a posição que nenhuma das metodologias da ciência que foram até agora propostas são totalmente bem-sucedidas. Em contrapartida, ele propõe o “Anarquismo Epistemológico”, que se traduz numa renovada e ousada práxis científica denominada de “Pluralismo Metodológico”.

Da mesma forma que Feyerabend defende a tese da pluralidade metodológica para o desenvolvimento científico, paralelamente imaginamos que, em virtude da

complexidade das variáveis envolvidas numa sala de aula, e nisso lembramos várias delas mencionadas na última parte do capítulo anterior, o mecanismo de ensino-aprendizagem é capaz de ser melhor equacionado quando uma prática instrucional pluralista estiver em jogo. Equacionamento que acreditamos, também, ficar melhor resolvido quando as variáveis epistemológicas e ontológicas, problematizadas nas primeiras duas partes do capítulo mencionado, estiverem presentes.

O significado geral de pluralismo que pretendemos empregar é mais o de oposição a um princípio único, absoluto e imutável de ordem do que uma oposição a tudo e a qualquer organização (REGNER, 1996). Na sua tradução em estratégias de ensino, a prática pluralista não revela, portanto, ser contra todo e qualquer procedimento metodológico, mas contra a instituição de um conjunto único, frio, restrito, de regras que se pretenda serem universalmente aceitas e principalmente válidas e verdadeiras para toda e qualquer situação de aluno, professor, sala de aula, faixa etária, escola, etnia cultural, lingüística, matéria, conceito, etc.

A compreensão de que o processo de aprendizagem pode e precisa ser elaborado em obediência a regras fixas e universais é, ao mesmo tempo, fantasiosa e perniciosa. É fantasiosa, pois implica uma visão demasiado simplista das capacidades dos aprendizes e das circunstâncias que lhes estimulam ou provocam o desenvolvimento. É perniciosa, porque a tentativa de emprestar vigência às

regras nos conduz a acentuar algumas qualificações, em detrimento de uma formação humanitária mais geral.

Além disso, a idéia é prejudicial à aprendizagem, na medida em que leva a ignorar as complexas condições físicas, históricas e motivacionais, as quais exercem influência sobre a evolução intelectual do aprendiz. O exame mínimo que se pode fazer do contexto de uma aula projeta-se na perspectiva de uma rede de pressupostos epistemológicos, ontológicos, políticos, históricos, culturais, socioeconômicos, afetivos, motivacionais e psicológicos que excedem uma pauta meramente metodológica. Os alunos, como vimos em outra oportunidade, são, de certa forma, incomensuráveis entre si - isso sem falar no professor -, no sentido de que dificilmente obedecem e se ajustam a padrões psicológicos e cognitivos predeterminados³. As suas histórias psíquicas, sociais, econômicas e cognitivas são diferentes. Seus juízos pessoais, de gosto, preconceitos metafísicos, aspirações

³ Isso não implica, primeiramente, que, apesar da diversidade cultural, étnica e lingüística entre alunos e professores, esses últimos preocupem-se com uma comunicação intercultural, no sentido de que haja características comuns entre professor e alunos. Em certas circunstâncias, nos conteúdos específicos, podem ser didaticamente empregados padrões coletivos de comportamentos comuns para uma grande maioria de aprendizes e adultos, como é o caso das concepções alternativas, responsáveis pelo compartilhamento de muitas respostas padronizadas em face de situações físicas particulares, como demonstram as pesquisas na área (DRIVER et al. 1994, p. 8). As pesquisas igualmente mostram, entretanto, que tais comportamentos são pouco obedecidos em determinados conteúdos (JENKINS, 2000, p. 603; LAWSON, 1988), como vimos, fortalecendo a defesa pluralista.

peçoais, religiosas, desejos subjetivos e comportamentos coletivos⁴ igualmente se diferenciam.

Num sentido mais genérico, pode-se afirmar que todo ensino, como atividade humana, é intercultural devido às múltiplas identidades microculturais de todos os estudantes e, por essa razão, os indivíduos reagem e são afetados de formas diferentes pelas ações dos professores. Assim como há diversidade cultural entre estudantes, ocorre o mesmo entre estes e o professor, podendo-se incluir, nesse caso, a diversidade devida à própria cultura científica.

Em conseqüência, a sala de aula impõe impedimentos às aplicações pedagógicas fundamentadas em exclusivas entidades teóricas e objetivas, redutoras da totalidade da realidade humana. Somente servindo-se de *paradigmas holonômicos* pode-se pretender resgatar a plenitude do sujeito individual, a fim de que haja a valorização da iniciativa, da criatividade, do micro, da singularidade, da complementaridade e da convergência (GADOTTI, 1993, p. 275). Os paradigmas reducionistas sustentam uma sociedade plana, sem arestas, na qual nada perturba um consenso sem fricções. Pelo contrário, *a aceitação de um homem contraditorial permite manter, sem pretender superá-los, todos os elementos da complexidade da vida* (ibid.). Deve-se ter cuidado com enfoques clássicos que, em favor da ordem, da

⁴ Barolli e Vi1lani (1997), utilizando a análise psicoterapêutica da dinâmica de grupo de Bion, constatam que as relações comportamentais interpessoais, dentro de um grupo de laboratório de física de terceiro grau, influenciam o processo de aprendizagem. Esse trabalho, entre outros, sinaliza mais uma vez a favor da argumentação de um pluralismo pedagógico, aqui defendido.

macroestrutura e do sistema, põem tudo em função ou como efeito único de superestruturas socioeconômicas e políticas, ou epistêmicas, lingüísticas e psicológicas.

Em razão disso, é desejável que as teorias da praxe educativa sejam interpretadas como aproximações de uma realidade intrincada, cujos limites não são precisamente demarcáveis. Acima de tudo, essas teorias precisam estar sendo sempre testadas, aperfeiçoadas e submetidas à reflexão crítica, pois a sala de aula, com os seus mais variados problemas, é um ambiente que se apresenta em grande parte mutável e dependente de compulsórias condições espaço-temporais.

O culto do argumento que tem como certo que os manipuladores da razão oferecem resultados melhores que os do jogo incerto de nossas emoções deve estar sempre colocado para as questões de sala de aula. Talvez, o nível de compreensão da ação pedagógica passe também por uma componente intuitiva, sujeita às circunstâncias histórico-culturais, como aponta novamente Gadotti (opus cit.). Possivelmente, alguns pressupostos hão de ser plausíveis e até mesmo verdadeiros. Não obstante, convém, de tempo em tempo, submetê-los a exame. Isso leva a concluir que é sensato deixar de utilizar a metodologia a eles associada e passar a praticar o ensino de maneira diversa, verificando o que vem a ocorrer. Assim, pela constatação de que toda metodologia tem limitações, só o princípio *feyerabendiano*, traduzido na regra do *vale tudo*, de uma certa forma já sugerido por um de nós no trabalho

de Villani et al. (1997, p. 51), tem a potencialidade de dar conta do meio heterogêneo escolar.

Tal regra parte da proposição diretora de que na relação pedagógica nada é estático e que ela não pode ser cristalizada num estilo permanente (SAINT-ONGE, 2001, p.40). A análise de cada aula revela que a união das diversas atividades é sempre particular. Há diferentes gêneros de aula e estilos de ensino. Assim, uma postura pedagógica não deveria jamais ser entendida como definitiva e de caráter geral, principalmente porque não há verdades pedagógicas únicas, aplicáveis a todo e qualquer indivíduo. Uma consciente ação pedagógica pluralista precisaria estar amparada, antes de tudo, em fortes argumentos e estar em condições de diferenciar os primeiros dos segundos.

Um pressuposto criativo que joga um papel central nas argumentações desenvolvidas é a necessidade de haver uma freqüente oposição entre a pedagogia adotada e a prática pedagógica, pois esta última acaba se afastando do controle meramente racional dado pela primeira, em razão do número de variáveis nela envolvidas. Ora, avaliações dessa prática, através de parâmetros que constatarem a qualidade, a profundidade, o tempo de retenção e a extensão da aprendizagem do número de alunos motivados e interessados⁵, justificam, de outro modo, um encaminhamento racional válido para determinados procedimentos didáticos e pedagógicos. O princípio “vale tudo” necessita ser compreendido dentro

⁵ E por que não conciliar tais critérios com os de alunos livres e felizes, como nos lembra a diretora da escola Summerhill (NEILL, 1979), com conseqüentes implicações de cidadania?

das suas implicações, num processo mais eficaz de ensino-aprendizagem, visto que possibilita acomodar melhor os mais distintos e discrepantes interesses subjetivos e individuais do matiz escolar.

Acrescentemos que, subjacente a essa linha de pensamento, não deixamos ainda de ter sempre presente a importante preocupação de Tadeu da Silva (1996, p. 216) quando adverte sobre a importância do problema ético que consiste em desvincular a ideologia educativa de uma possível vigilância e controle do ser humano, na medida em que as ciências do conhecimento do homem, como a Psicologia, segundo esse autor, fazem parte do objetivo de conhecer psicologicamente o indivíduo para melhor controlar subjetividades e identidades.

Mas, voltando ao eixo principal da nossa reflexão, podemos dizer que, numa visão pluralista os estratagemas pedagógicos inserem-se num processo de competição, em que cada um deles se mostra mais adequado à determinada situação como, por exemplo, contexto escolar, momento de aprendizagem, conteúdo, aluno, grupo de alunos ou professor. Com base em parâmetros semelhantes aos mencionados acima é que tais estratagemas podem ser adequadamente avaliados e comparados.

Formação Docente

Cabe agora refletir sobre como a formação de professores se acomoda ao projeto pluralista. Nesse sentido, entendemos que o argumento pela diversidade procura defender a idéia de que acorrentar as concepções do professor a monolíticos estratagemas propagados pelos programas pedagógicos não é produtivo para sua praxe profissional criativa, assim como limita ou mesmo fossiliza a sua reflexão crítica, a sua imaginação, diante do processo de ensino-aprendizagem. Procura defender, ademais, que a tomada de consciência crítica e avaliativa daquele que ensina, diante dos problemas educacionais, evolui na medida em que se supõe um aumento contínuo das suas relações de significado e das suas múltiplas representações, conseqüência imediata da ampliação e aprofundamento da sua compreensão dos aspectos envolvidos com o lecionar. Essa aptidão é com certeza proporcionada pela sua imprescindível insistência por uma permanente capacitação. Numa proposta pela diversidade, tomamos por válido o princípio heurístico geral que vincula a formação competente do mestre - tanto quanto do aprendiz - à necessidade de haver uma dependência entre conseguir produzir pessoas com maior sabedoria e o aumento das representações significativamente construídas por essas pessoas.

Um professor que esteja inserido numa proposta desse tipo precisa ser um inconformado, em última

instância. Deve ultrapassar a concepção de uma verdade pedagógica autoritária como fórmula universal, solução do ensino e da aprendizagem do ser humano, para se elevar à idéia de uma verdade num processo de procura. Pois, quando se torna seguidor monástico de uma teoria pedagógica, condutora de uma ou poucas ações didáticas, em desconsideração de outras, em regra é culpado por não duvidar daquela ou destas. Detentor da verdade, quando toma a teoria por si, propõe apenas impô-la aos outros pelas técnicas mais eficazes dela derivadas, criando, com isso, um obscurantismo pedagógico que procura asilo e refúgio na tecnicidade. Dessa maneira, a abordagem dos problemas de ensino se vê priorizada e conduzida por especificidades didáticas, vindo a atender apenas particularidades das faculdades humanas, propondo-se a educar, somente, a atenção e a memória, como o faz, por exemplo, o ensino transmissivista.

O mestre pluralista não possui a verdade e não admite que alguém possa possuí-la, pois ela é para cada um o sentido da sua própria situação. Não se recusa a examinar, a inovar, a arriscar e a experimentar qualquer proposta, pois o seu primeiro compromisso racional deveria estar orientado a favor da qualidade da aprendizagem e do saber dos seus alunos, não podendo estes ser imaginados desconciliados e deixando de preservar atitudes libertadoras, de vida completa e gratificante. Una-se a isso o empenho comum de transformação social que não repousa, apenas, como a

educação tradicional assim o orienta, na certeza de destinar-se a reproduzir os valores e a cultura da sociedade, mas a educar para enriquecer e facilitar o desenvolvimento pessoal e social, a fim de compensar as desigualdades ligadas ao meio de procedência de cada um.

Por essa proposta, um professor precisa estar preparado para entender que cada aluno, cada sala de aula, cada momento é um desafio complexo e freqüentemente imprevisível e que é preciso desenvolver esforços como resultado de seus problemas e de suas possibilidades. Para enfrentar uma diversidade de problemas não se pode prescindir de um profissional com perfil curioso, inquieto, de mente viva e capacitado, pronto a buscar novas soluções nas situações adversas. Como diz Dewey (1933), para haver uma ação reflexiva são desejáveis atitudes que preservem uma abertura de espírito, de modo a que se ouça mais do que uma única opinião, se atenda a possíveis alternativas e se admita a possibilidade do erro, mesmo naquilo que se acredita com mais força e em que, na mesma medida, haja a responsabilidade de ponderar com atenção as conseqüências de uma determinada ação.

Aquele que se propõe ao magistério deve estar consciente de que conceder direitos exclusivos a uma interpretação pedagógica e a sua conseqüente ação é simplificar em demasia os elementos com ela envolvidos. Deve também ter em mente que manter uma tal postura é arriscar-se a dar uma única resposta para questões

diversificadas. O professor, dessa forma, poderia ser assemelhado a um perscrutador, no sentido de um *prático-reflexivo*⁶, um inovador, um testador de novas propostas, procurando não se afastar da auto-reflexão ética e crítica que leva a essas ações, porquanto há limites morais para o que pode ser reputado como ensino (NUTHALL & SNOOK, 1973, p. 31), logo, tendo muito maior responsabilidade na avaliação dos seus atos. Sua meta é o estímulo da liberdade intelectual e da mobilidade mental dos alunos, mesmo daquele mais pacato e desinteressado. Por conseguinte, não é um doutrinador, um padronizador de hábitos e valores, mas um profissional que busca mentes criativas e participativas, que dá espaço para o sadio pluralismo de idéias. Reconhece o direito que têm seus alunos de questionar e de buscar razões e incentiva o tratamento das regras e normas vigentes como se não fossem inerentes à natureza das coisas. Deseja também que os aprendizes não apliquem os critérios ou as regras ensinadas cegamente, mas que compreendam suas proposições e a justificação dos argumentos que elas oferecem, como critérios legítimos de julgamento e avaliação que o professor pode oferecer em benefício dos alunos, buscando, enfim, o desenvolvimento de todas as

⁶ Um professor prático-reflexivo deveria reconhecer a riqueza da experiência que reside na prática dos bons professores e da sua própria prática (ZEICHNER, 1993, p. 17). É aquele que, através da atitude experimental, observa analiticamente a sua prática de ensino, tirando lições das experiências pedagógicas que ele mesmo realiza. “Só a crítica que se converte em ‘práxis’ escapa da ilusão” e para esta não existem receitas (GADOTTI, 1993, p. 269).

suas potencialidades humanas. Durante a sua prática, esforça-se por escolher estilos de ensinar que se acomodem às necessidades dos alunos e não a partir das suas próprias habilidades, pois entende que os alunos podem vir a necessitar de um enquadramento diferente daquele estilo de ensinar que mais lhe convém levar naturalmente (DAVID HUNT, apud SAINT-ONGE, 2001). É claro que, numa proposta como essa, o docente, além de estar preparado para poder arriscar novos métodos de ensino - nos momentos em que observar que seus alunos respondem passivamente, com falta de criatividade, de senso crítico - tem a liberdade para assim fazê-lo.⁷

Ainda, um professor não-reflexivo, por princípio, aceita de forma automática o ponto de vista normalmente dominante numa dada situação, é um sujeito “ritualístico”, descompromissado com a educação. Quando ele não pensa nas razões de suas ações, torna-se escravo do acaso, da irracionalidade, do interesse centrado em si próprio (CRUICKSHANK, 1984). No entanto, é obrigação dos educadores responsabilizarem-se pessoalmente pelos objetivos que se proponham a defender, a fim de que estes prosperem. Para não se tornarem meros agentes de outros, do Estado, dos meios de comunicação, dos peritos e burocratas, eles têm a opção de determinar a sua própria

⁷ Sabendo que no momento em que isso não acontecer, a sua capacidade profissional de educador fica seriamente prejudicada. Num ambiente castrador da inovação, o professor não pode esperar envolver a si e a seus alunos num crescimento e desenvolvimento.

ação através de uma avaliação crítica e continuada dos propósitos, das conseqüências sociais e do contexto social de sua profissão (SCHEFFER apud ZEICHNER, 1993, p. 57). É interessante que esses profissionais tornem-se consumidores críticos da investigação que é realizada nos *papers* e, na medida do possível, participem dessa criação, através da sua própria busca.

Considerando o processo formativo docente, é importante, então, que não se pretenda distribuir receitas de ensino, mas, um conjunto de idéias e capacidades inseridas num processo de deliberação sobre esse ensino (ZEICHNER, 1993, p. 48). Na formação docente é indispensável favorecer uma mentalidade de mudança didática constante e não simplesmente em direção a algo, como às vezes alguns autores querem nos convencer. Isso é importante para alterar conceitos intuitivos adquiridos “espontaneamente” pela tradição e pelo hábito. Ademais, é fundamental, nesse processo de formação, que se anseie por uma postura de não-doutrinação, no sentido de tornar corriqueiro o questionamento daquilo que parece natural, fazendo com que se explorem outras possibilidades para inovação didática, quando se percebem necessidades não satisfeitas, no que diz respeito aos compromissos pedagógicos. Para isso, é necessário que se crie, durante a formação docente, uma atitude de espírito em constante disposição para melhorar a prática instrucional, evitando a rotina, rompendo com a inércia de um ensino monótono e desalentador, procurando o

professor estar sempre em dúvida com relação às soluções propostas para os problemas da educação escolar.

A complexidade da tarefa docente deixa de ser vista como obstáculo à eficácia do ensino e de fator de desânimo, na medida em que é aproveitada a enorme criatividade potencial que pode vir a ser gerada pela atividade docente. Porém, é preciso frisar outra vez que, em última instância, é a reação empírica dos alunos em sala, conjugada a uma consciente e responsável prática pedagógica, que poderia desencadear a motivação do professor para enfrentar o *status quo* e dar encaminhamento na direção de novas soluções criativas. Tarefa nada fácil, como o dissemos, por estar vinculada, primeiramente, à tomada de consciência dos problemas diretamente ligados à qualidade formativa do professor e, em segundo lugar, por ser devida, muitas vezes, aos variados obstáculos institucionais.

COMENTÁRIOS FINAIS E CONCLUSÕES

A educação é uma área interdisciplinar e aplicada por excelência, por isso se alimenta de formulações teóricas originárias de várias disciplinas construídas no plano da prática. Nas linhas acima, tentamos argumentar que ensinar é um empreendimento cognitivo complexo, por isso não requer apenas um corpo substancial de conhecimentos, competências e habilidades em várias ciências, como também envolve a integração ponderada destes por parte do professor. Das várias críticas apontadas ao construtivismo chega-se à conclusão de que este é limitado, como o são as outras teorias às quais o construtivismo procura se opor. Como diz Oliveira (1993, p. 103), é importante que o educador saiba que essa idéia de escolha entre teorias é muito

arriscada. Isso pode levar a um consumo superficial da teoria tida como a melhor num determinado momento e à desconsideração de outras abordagens que poderiam ser igualmente enriquecedoras. Assim, a atitude mais fecunda seria o estudo de muitas perspectivas diferentes, para o aprimoramento teórico do profissional e, portanto, de uma elaboração mais refinada da prática educativa, à luz das diversas abordagens estudadas (ibid.).

Procurar por diferentes visões teóricas parece ser sempre uma atitude produtiva, pois elas podem trazer relevantes contribuições à compreensão do fenômeno educativo. Mas, no que se refere especificamente à ação de sala de aula, ao adotar uma postura que considera a prática pluralista e não nos servindo de paradigmas e estratégias monolíticas ou da apologia do pensamento único, acreditamos defender uma forma mais eficiente para dar conta dos metamórficos, complexos e heterogêneos parâmetros envolvidos no dia-a-dia do ambiente escolar. As relações entre o sujeito que aprende e o objeto do conhecimento que precisa ser aprendido são intrincadas e qualquer entendimento ou soluções pedagógicas, mesmo quando criticamente refletidas e orientadas por fortes argumentos, são limitadas e no mínimo complementares. A constatação mais imediata que se pode fazer dentro de uma sala de aula é que não há uma atividade singular, um método único de ensino que seja bem sucedido com todos os aprendizes (AIRASIAN & WALSH, 1997, p. 455a), de tal forma que a significância

esteja assegurada (NUTHALL & SNOOK, 1973). A solução mais razoável para esse problema é o uso do procedimento instrucional mais variado possível, como resume Kempa & Martin-Dias (1990a, 1990b). Portanto, a maior garantia para manter ou maximizar um grande número de alunos envolvidos nas tarefas de aprendizagem é fazer o nosso estilo de ensinar variar.

Não se pode, particularmente, negar a contribuição decisiva deixada pela reflexão construtivista ao colocar por terra o modelo simplista de ensino centrado na autoridade exclusiva do professor e na passividade de um aluno “tábula rasa”, como o modelo comportamentalista, algum dia, procurou nos convencer. Também, fica o tributo às reflexões que conduziram a idéia de que a educação intelectual do aprendiz tem como base um ser em desenvolvimento lógico e conceitual, superando, nesse caso, o modelo racionalista¹, e que ser ativo é condição fundamental para o pleno crescimento cognitivo, atividade que deve ser refletida, não só do ponto de vista do fazer, mas igualmente do saber, na medida em que há uma verdadeira participação do espírito do sujeito na construção do seu conhecimento. No entanto, para que isso se efetive, acreditamos que um melhor juízo do elemento psicológico “motivação” (STRIKE & POSNER, 1992), que com certeza influencia o nível de

¹ Aqui, a crítica ao racionalismo não implica também aderência ao modelo progressista baseado em estágios piagetianos, conforme aquilo a que se opôs o modelo de mudança conceitual da década de 1980.

aprendizagem, deve ser mais bem compreendido e cultivado no campo pedagógico.²

O construtivismo nos fez tomar consciência, ainda, de que frases corriqueiras do corpo docente, tais como: “os alunos sempre encontram mais dificuldades com este conceito”, “eles cometem erros comuns”, “eles cometem erros por falta de atenção ou por não terem estudado o suficiente”, “eles nunca pegam aquilo que a gente quer que eles peguem”, deixam de ser vulgares prescrições sem uma conseqüência pedagógica mais profunda (SOLOMON, 1994, p. 6), como o modelo transmissivista deu a entender, e passam a ser interpretadas sob a ótica das recalcitrantes concepções alternativas que afetam a internalização dos significados.

A lição construtivista lembra que um professor que não leva em consideração tal coisa pode muito bem estar transmitindo uma idéia e os seus alunos entendendo outra. Isso porque, ao estabelecer o seu universo de discurso, o mestre deve estar consciente de que o aluno se apropria desse discurso, não como uma cópia, mas dentro e a partir das suas representações e da sua “ecologia conceitual” (POSNER et al., 1982).

O extenso estudo que oferecem as pesquisas construtivistas sobre o pensamento dos estudantes conscientiza e prepara com antecipação o professor para enfrentar esses pensamentos, dando subsídios para a sua

² Cf. também Villani et al. (1997).

modificação. E parece não haver dúvida de que os professores têm melhores chances de modificar as estruturas conceituais e o entendimento de seus estudantes, se suas intervenções estiverem baseadas em plausíveis modelos hipotéticos das idéias neles presentes (GRANDY, 1997, p. 77). Logo, o ensinamento construtivista enfatiza a importância de ser o professor receptivo ao que “realmente” o aluno apreendeu do seu discurso. Sugere a ele não cair na pseudo-ilusão de que há uma absorção direta e integral, pelo estudante, de tudo o que é dito e de que as soluções imediatistas do didatismo tradicional - desatenção, falta de inteligência, falta de estudo, equívoco ou ruído na comunicação, etc. - podem estar equivocadas.

Nesse sentido, quando se fala em representações construídas pelo aluno, o construtivismo, na leitura que dele está sendo feita aqui, contribui pedagogicamente ao mostrar a necessidade do educador conhecer em que extensão a representação do estudante é isomórfica com a cientificamente aceita, mas, ao mesmo tempo, adverte que o primeiro não tem acesso diretamente infalível às representações do segundo, pois mesmo o educador constrói a sua própria representação do educando. Portanto, não só o conhecimento a ser ensinado precisa levar em conta o saber do aluno, como diz a máxima construtivista, como também devem os professores ouvir com atenção os seus estudantes, a fim de entenderem o que fundamentalmente estes últimos estão compreendendo daquilo que está sendo ensinado.

As contribuições mais centradas na vertente sócio-constructivista, além disso, não podem deixar de ser mencionadas. Dá-se à linguagem e ao significado um decisivo papel para a ampliação do pensamento, pois este nasce da palavra, que inclui a fala interior (HOWE, 1996). Ao resgatar do trabalho de Vygotsky o conceito de *zona de desenvolvimento proximal*³, faz-se que o papel do professor, em certa medida, posto como secundário devido ao individualismo do construtivismo radical, seja resgatado. Isso porque, em oposição a uma determinada leitura constructivista aqui criticada, a contribuição essencial do outro, no caso, o professor, através do seu falar, do seu demonstrar, dos momentos em que ele organiza os conceitos, os pensamentos ou as informações soltas, que muitas vezes ultrapassam conflitos ou preenchem lacunas relevantes dos alunos para o entendimento de um determinado assunto, é fator necessário de modelação do desenvolvimento do conhecimento deste último - isso sem contar a visão constructivista tradicional do mestre orientador, indutor, motivador, provocador de idéias, ponderador de raciocínios e estimulador da crítica. Sem um professor mediador, no sentido de transmissor tanto da cultura como

³ A zona de desenvolvimento proximal é definida como a distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado pela resolução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob orientação adulta ou em colaboração com outros pares mais capazes (VYGOTSKY, 1978, p. 86).

da análise crítica desta, sem a ajuda compartilhada desse artesão do avanço do conhecimento individual, seguramente a grande maioria dos aprendizes ficaria estacionada em obstáculos intransponíveis. Num certo sentido, o conceito de zona de desenvolvimento proximal dá uma justificativa plausível para o emprego de discussões em grupo, da fala e dos debates entre pares como elementos auxiliares do processo de ensino, pois, um aluno, quando já de posse da compreensão de um conceito, auxilia a efetuar a transposição de um colega que está com maiores dificuldades.

Talvez, o perigo na pedagogia construtivista esteja em assumi-la como geradora das melhores estratégias de ensino e aprendizagem para todos os aprendizes, conteúdos ou momentos da aula, indiscriminadamente, enquanto a sua força esteja justamente em poder ofertar uma alternativa aos professores que se dedicam apenas ao estilo de transmissão ou à didática convencional. Mas, como qualquer professor sabe, é possível engajar as mentes de alunos em variadas estratégias, algumas das quais podem ser descritas como formais e didáticas, em vez de informais e exploratórias, que seguem uma orientação mais literalmente construtivista (JENKINS, 2000, p. 602). Estratégias de aprendizagem por repetição ou pela prática, que usam recursos mnemotécnicos ou habilidades e técnicas, são válidas e podem ser recomendadas tanto para tarefas mais simples como para tarefas mais complexas. Ainda que cognitivamente limitadas para a construção de

conhecimentos, elas são indicadas para certos tipos de conteúdos, como, por exemplo, as que levam a aquisição de uma regra, ou sob certas exigências de aprendizagem, nas tarefas mais simples. Em tarefas mais complexas, muitas vezes servem de base para desenvolvimento de raciocínios mais elevados junto a conhecimentos mais sofisticados.

Por suposto, as estratégias mais elementares seriam de todo inadequadas quando for necessário compreender e integrar novos conteúdos com conhecimentos prévios, caso da aprendizagem significativa (BZUNECK, 2001, p.12b). Assim como há de fato matérias que precisam ou podem ser aprendidas de uma maneira puramente mecânica, como nos adverte o líder construtivista Glasersfeld (apud AIRASIAN & WALSH, 1997, p. 447c), a grande questão, ou tarefa de quem ensina, é achar o equilíbrio correto entre atividades de construir e receber conhecimento, dado que nem todos os aspectos de um assunto podem ou devem ser ensinados da mesma forma, ou ser adquiridos somente através de transmissão, ou por meios centrados no estudante (AIRASIAN & WALSH, *ibid.*). A princípio, o que deve ser evitado é o apego incondicional a estratégias únicas.

No caso, ainda, a aparente oposição construtivista ao ensino mais mecânico não se justifica de forma total, pois resgatando as críticas já realizadas por Ausubel (1961) em relação ao antigo modelo por descoberta, ou mesmo por Millar (1989) em relação ao construtivismo, não há

conexão necessária entre os métodos de descoberta e a significância da aprendizagem da mesma forma que não há conexão necessária entre os métodos expositivos e a aprendizagem mecânica.

À vista disso, reiteramos que é uma ilusão supersimplificada pressupor que todos os métodos expositivos devem conduzir a uma aprendizagem sem significado e inútil, do mesmo modo que um ensino minuciosamente organizado ou mediante projetos, nos quais os alunos são os responsáveis, não é uma garantia de eficácia (SAINT-ONGE, 2001, p. 39). Em concomitância com essas opiniões, acrescentemos, ainda, a preocupação de levar um ensino rigidamente baseado nos fundamentos construtivistas, mais acomodáveis ao ensino fundamental que ao ensino médio ou técnico ou mesmo superior, pois, nestes, as considerações de conteúdo disciplinar, de habilidades, entre outras, são de maior domínio e importância (JENKINS, 2000, p. 607).

Se nos fosse possível destacar entre as muitas estratégias que contribuem de uma forma ou de outra para um ensino rico, de processamento profundo, logo, de aprendizagem significativa, sugerida pelas reflexões em geral sobre a prática de ensino, selecionaríamos, sem dúvida, as seguintes: favorecer leituras, resumos e, conforme o caso, paráfrases, investigações, questionamentos, geração de conflitos cognitivos, utilizando contradições empíricas e conceituais em nível individual ou coletivo, controvérsias entre posições discrepantes ou

antagônicas; incentivar o enfrentamento de problemas, a discussão e os debates de idéias polarizadas, conjugadas à elaboração de argumentos e justificações destas; propiciar o levantamento e o teste de hipóteses, da análise e de síntese; fazer uso do recurso de analogias, mapas ou redes conceituais, experimentos mentais e estudo em grupo; estabelecer momentos para que sejam transmitidas informações que precisam ser memorizadas, ordenadas, estruturadas e organizadas através de aulas expositivas, de vídeos e de textos; favorecer atividades de manipulação, de exploração e de observação; estar atento ao nível lógico e cognitivo do aprendiz, levando em consideração as suas representações; etc.

Num contexto de ensino que levasse em conta os elementos antecedentes, poder-se-ia abrir espaço para ensinamentos não-formais. Estes serviriam para a aplicação e a generalização de idéias criativas em situações novas, objetivando estimular o pensamento, o diálogo, a imaginação e a linguagem (escrita, falada e expressivo-corporal). Exemplos de tentativas nessa direção poderiam ser a promoção de feiras de ciências, visita a museus, emprego de representação teatral, uso da literatura dos clássicos para estudar física (ZANETIC, 1997), jogos científicos, exame da violação de conceitos físicos contidos nos filmes de ficção ou desenhos animados, dentre outros diversos meios criativos e estimulantes que a investigação ou a experiência docente relata.

Dentro do que dissemos em linhas anteriores e recuperando Pozo (1996, 1998), ser-nos-ia factível separar

as estratégias ilustradas em duas categorias básicas de aprendizagem: por *associação* e por *reestruturação*. Enquanto a primeira, com característica mecanicista, é tal que o sujeito adquire uma cópia ou reprodução mais ou menos elaborada da realidade e está relacionada com estratégias que incrementam a possibilidade de recordar literalmente a informação, sem introduzir alterações nesta, a segunda, por sua vez, é voltada à idéia de aprender estruturando a realidade a partir dos próprios conhecimentos e reestruturando estes últimos a partir da realidade. Apesar da conveniência dessa divisão, pensamos que do ponto de vista do processo de aprendizagem em si não há separação dessas estratégias, pois as duas categorias se tornam solidárias e indistintas. Ou seja, entendemos que, no momento da ocorrência de uma situação em que o aprendiz está em processo instrucional de reestruturação, cognitivamente falando, não há porque, também, mecanismos de associação estarem presentes e acontecendo, ou vice-versa. Ora, tendo isso em mente, a ótica pluralista reconhece que a recomendação de selecionar variadas estratégias, como as sugeridas, além de muito provavelmente estimular mais os estudantes, tem como conseqüência promover com maior certeza a sua competência cognitiva.

De uma forma concisa, a postura por uma prática pluralista deveria partir do princípio primordial de que prescrever comportamento único na sala de aula freqüentemente tem a possibilidade de vir a esbarrar numa

perigosa simplificação. Isso causa potenciais injustiças quando se procura enquadrar pessoas que fogem das prescrições prévias assumidas pelo professor. Tal prescrição, em vez de gerar um ensino e uma aprendizagem mais eficientes, pode, pelo contrário, violar a natureza particular do indivíduo, podando-lhe potenciais habilidades criativas ou ser puramente menos eficaz.

Adicionalmente, a prática pluralista guarda em seu favor a possibilidade de mudança no espectro do *perfil subjetivo* dos alunos (VILLANI, ARRUDA & LABURÚ, 2001). Isso pode ser compreendido uma vez que fica inerente a essa prática o respeito às características diversificadas de cada aluno, o que potencializa o deslocamento gradual de alunos de atitudes mais avessas à ordem vigente, do tipo Rejeição Direta, ou conservadora, do tipo Demanda Passiva, em direção a uma aprendizagem de tipo mais ativa, de risco, etc. (opus cit.), em que se almeja uma menor dependência do professor-mestre, até uma autonomia de aprendizagem, ou seja, aprender a aprender.

Contudo, um pensamento dialético aqui se faz necessário. O professor não pode prescindir de uma ação orientada por pressupostos teóricos explícitos, conscientemente refletidos, pois, se assim não proceder, corre o risco de acabar agindo de uma forma imatura e incontrolada, portanto, com os mesmos eventuais prejuízos para os seres humanos - seus alunos - com quem interage. A solução para esse impasse lógico encontra-se na constante revisão e reflexão críticas e na sensibilidade

do educador em face das suas ações, estratégias e pressupostos teóricos inseridos na prática pedagógica em sala de aula.

Entre as aspirações da educação científica está o desenvolvimento de pensadores críticos, capazes de entender, enfrentar, examinar as miríades de informações do seu meio natural e tecnológico e de se posicionar diante delas como também deslocar informações cujo campo explicativo encontra-se no mito, na magia, no místico, no religioso, para o campo das bases científicas. As teorias da aprendizagem, responsáveis pela educação científica, por sua vez, podem indicar “como” e “quando” algo deveria ser ensinado, mas “o quê”, “o quanto” e “a quem” necessita de adicionais considerações. Entre esses julgamentos estão as necessidades sociais e pessoais, os relevantes méritos de diferentes domínios do conhecimento e, afinal, de decisões políticas. Nessa direção, a orientação construtivista, ao nos advertir que os estudantes sempre dão significado próprio à instrução, não deve recair numa decisão curricular e instrucional baseada no fazer e no não fazer sentido pessoal, mas também entre escolher idéias, conceitos e assuntos, os quais queremos que os nossos estudantes construam (AIRASIAN & WALSH, 1997, p. 447c).

É claro que, na análise da dinâmica escolar, nenhuma perspectiva intelectualista, psicológica, epistemológica e pedagógica está completa sem uma perspectiva política, histórica e sociológica. Um currículo,

uma escola, uma instituição e decisões científico-tecnológicas são posições, acima de tudo, políticas. É preciso considerar que a vida da inteligência, a vida afetiva e moral e a vida social constituem uma unidade, de tal forma estruturada que no processo de desenvolvimento há uma interdependência entre elas. Nesse sentido, devemos lembrar que a educação científica construtivista é um referencial positivo, por estar freqüentemente ligada às afirmações éticas, políticas e morais (JENKINS, 2000, p. 600). Como vimos, isso pode ser encontrado junto a sua indicação na emancipação da aprendizagem do estudante, no fortalecimento social do grupo ou do indivíduo, no respeito para com o aluno ou na consideração das suas idéias e na tentativa de promover uma pedagogia centrada/progressiva no estudante (ibid.).

Talvez, haja quem possa dizer que a defesa das reflexões aqui delineadas tenha nos levado irremediavelmente a uma descaracterização ou a um afastamento *stricto sensu* da teoria construtivista. Ora, almejar um ensino crítico e significativo em que se insira o aprendiz num processo de conversação, o qual faça com que ele justifique argumentos, estimule e incentive os debates e o trabalho coletivo, a síntese, a análise, respeite e compare as idéias opostas as suas, resolva problemas, construa livremente idéias e argumentos, promova o pensamento crítico e o crescimento intelectual autônomo é uma pauta que está longe de ser prerrogativa construtivista (MATTHEWS, 2000; AIRASIAN & WALSH,

1997, p. 446a; IRZIK, 2000, p.634). Técnicas consideradas da agenda construtivista remontam a maiêutica socrática, sendo possível encontrá-las em variadas versões mais recentes de pensadores da educação do século passado (por exemplo, em DEWEY, 1933; PASSMORE, 1979; SIEGEL, 1980). Contudo, a pior atitude é achar, ou deixar a impressão de que não obedecer aos cânones exatos construtivistas de ensino ou de uma leitura do mesmo, é produzir uma aprendizagem frívola.

Em nosso entendimento, é preciso que se diga que a abordagem pedagógica construtivista social, quando passa por uma leitura que releva as considerações aqui feitas, não se vê violentada pela proposta metodológica pluralista. Achamos, pelo contrário, que esta última se mantém coerente com a agenda dos sócio-construtivistas que, por seu turno, está em sintonia com a meta maior da educação, que é conduzir os alunos rumo a uma aprendizagem crítica, significativa e libertadora.

Para concluir, fica como resultado sinóptico das reflexões desse trabalho a recomendação de uma educação científica e, principalmente, dos métodos de ensino a ela associados, não-fixos a sistemas rígidos e limitados, mas que estejam abertos à crítica e a todas as novas descobertas e experiências inovadoras da área. Assim, o princípio último que procuramos deixar aqui consiste em que, quanto mais variado e rico for o meio intelectual e metodológico fomentado pelo professor, maiores condições ele terá de desenvolver uma

aprendizagem significativa da maioria de seus alunos, por sintonia cognitiva, psicológica, entre outras.

Permitindo-nos parafrasear o célebre físico Niels Bohr, diríamos, para terminar, que a ciência, ou talvez melhor, a sabedoria da educação, por fazer parte dos *estudos humanistas, tem como grande perspectiva intelectual contribuir para a eliminação dos preconceitos, meta comum de todas as ciências.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAGNANO, N. *Dicionário de Filosofia*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

AIRASIAN, P. W. & WALSH, M. E. Constructivist Cautions, *Phi Delta Kappa*, 78, 6, 444-449, 1997.

ARRUDA, S. M. *Entre a inércia e a busca. Reflexões sobre a formação em serviço de professores de física do ensino médio*, tese de doutorado (2001)., Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.

ARRUDA, S. M., SILVA, M. R & LABURÚ, C. E. Laboratório didático de física a partir de uma perspectiva kuhniana, *Investigações em Ensino de Ciências*, endereço eletrônico: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol6/n1/14indice.htm>, 6, 1, 1-9, 2001.

AUSUBEL, D.P. Learning by discovery: rationale and mystique. *Bulletin of the national Association of Secondary principals*, 45 (269), 18 – 58. 1961.

BAIRD, J.R. & MITCHELL, I.J. Eds. Improving the quality of teaching and learning: an australian case study - *the PEEL project*, Monash University, Melbourne, 1986.

BAROLLI, E. & VILLANI, A. Contribuições da Psicanálise para a Interpretação do Laboratório Didático. *Associação Nacional de Pós-Graduação (ANPED)*, 1997.

BITTINGER, M. L. A review of discovery, *The mathematics Teacher*, 61, 140-146. 1968.

BRASIL. Lei nº. 9.394, de 20 de Dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes de Bases da Educação Nacional. *LEX*. Coletânea e Jurisprudência, São Paulo, v.60, n.36, p. 3719 – 3739, dez. 1996.

BROWN, A. Metacognition, executive control, self-regulation, and other mysterious mechanism. In F. Weinert & R.H. Kluwe(Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 65-113, 1987.

BUNGE, M. *Filosofia da física*, Edições 70, O Saber da Filosofia, Lisboa, 1973.

BZUNECK, J. A. O esforço nas aprendizagens escolares: mais do que um problema motivacional do aluno, *Revista Educação e Ensino – USF*, 6, 1 07-18, 2001.

CHALMERS, A.F. *O que é ciência afinal?* São Paulo, Editora Brasiliense, 2000.

CHI, M. T. H. Conceptual change within and across ontological categories: Examples from learning and discovery in science, in R. Giere (ed.). *Cognitive Models of Science: Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, University of Minnesota Press, Minnesota. 1991.

CHINN, C. A. & BREWER, W. F. The role of anomalous data in knowledge acquisition: a theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63, 1, 1-49, 1993.

CINTRA, M. A. Os métodos ativos e a escola nova. In: Parra, N. (coordenador) *Didática para a escola de 1º e 2º graus*. 7ª edição, São Paulo: Livraria Pioneira, 1981.

CLEMENT ET AL. Overcoming students misconceptions in physics: the role of anchoring intuitions and analogical validity. *Proceedings of the Second International Seminar. Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics*, 3, 84-97, 1987.

COSGROVE, M. & OSBORNE, R. Lesson frameworks for changing children's ideas. In: *Learning in Science. The implications of children's science*. Osborne, R. and Freyberg P. Heinemann, 1985.

CRUICKSHANK, D. *Models for preparation of america's teachers*. Bloomington In: Phi Delta Kappa Educational Foundation, 1984.

DAVIES, P.C.W. & BROWN, J. *Superstrings, a theory of everything?* Cambridge University Press, Canto, 1995.

DAVIS, N. T. Transition from objectivism to constructivism in the science education, *International Journal of Science Education*, 15, 6, 627-636, 1993.

DEWEY, J. *How to think*. Chicago: Henry Regnery, 1933.

DI SESSA, A. A. Unlearning Aristotelian physics: a study of knowledge-based learning. *Cognitive Science*, 6, 37-75, 1982.

DRIVER, R. & EASLEY, J. Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. *Studies in Science Education*, 5, 61-84, 1978.

DRIVER, R. Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, Especial Issue, 481-490, 1989.

DRIVER, R., HILARY, A. LEACH, J., MORTIMER, E., & SCOTT, P. Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*, 23, 7, 5-12, 1994.

EDWARDS, D., & MERCER, N. *Common knowledge. The development of understanding in the classroom*. Routledge. London and New York, 1987.

FEYERABEND, P. *Contra o método*. Francisco Alves, 3ª edição, Rio de Janeiro, 1989.

FEYNMAN, R. P., LEIGHTON, R. B. & SACHS, H. *The feynman lectures on physics*. VII, Fondo Educativo Interamericano S.A., 1972.

FISCHLER, H. & LICHTFELDT, M. Learning quantum mechanics, In: *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Proceedings of an International Workshop Held at the University of Bremen*, march 4-8, 1991. Duit, R. et al. (Eds), 240-251, 1991.

FOSNOT, C.T. (Org). *Construtivismo. Teoria, Perspectivas e Prática Pedagógica*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

FREITAS, M.T.A. *Vygotsky & Bakhtin. Psicologia e Educação: um intertexto*. 2ª ed. São Paulo: Ática, 1995.

FRIEDLANDER, B.Z. A psychologist's second thoughts on concepts, curiosity, and discovery in teaching and learning, *Harvard Educational Review*, 35, 18-38, 1965.

FRITZSCH, H. *Quarks. A matéria-prima deste mundo*. 1ª edição, Lisboa, Editorial Presença, 1990.

GADOTTI, M. *História das idéias pedagógicas*. Série Educação. Editora Ática, São Paulo, 1993.

GEELAN, D. R. Epistemological anarchy and constructivism. *Science & Education*, 6, 1-2, 15-28, 1997.

GLASERSFELD, E. V. Cognition, construction of knowledge and teaching. *Syntheses*, 80, 121-140, 1989.

GLEISER, M. A teoria do éter ou a fênix da cosmologia. *Folha de São Paulo*, S.P., 17 de maio. Caderno Mais (5), 1998.

GRANDY, R. E. Constructivism and objectivity disentangling metaphysics form pedagogy. *Science & Education*, 6, 1-2, 43-53. 1997.

GREEN, T. F. Uma topologia do conceito de ensino. In: Hyman (ed.). *Contemporary thought on teaching*. Prentice-Hall, New Jersey, 71-78, 1971.

HARDY, M. D. & TAYLOR, P. C. Von Glasersfeld's radical constructivism: a critical review. *Science & Education*, 6, 1-2, 135-150, 1997.

- HEWSON, P. W. & THORLEY, N. R. The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11, Special Issue, 541-553, 1989.
- HOLLON, R. E., ROTH, K. J. & ANDERSON, C. W. Science teachers' conceptions of teaching and learning. *Advances in Research on Teaching*, JAI Press Inc., V2, 145-185, 1991.
- HOWE, A. C. Development of science concepts within a Vygotskian framework. *Science Education*, 80, (1), 35-51, 1996.
- HUBER, T. & POWEWARDY, C. *Maximizing learning for all students: A review of the literature on learning modalities, cognitive styles and approaches to meeting the needs of diverse learners*. Washington, DC: ERIC Clearinghouse on Teacher Education (ED 324-289), 1990.
- IRZIK, G. Back to basis: a philosophical critique of constructivism, *Science & Education*, 9, 621-639, 2000.
- JENKINS, E. W. Constructivism in school science education: powerful model or the most dangerous intellectual tendency?, *Science & Education*, 9, 599-610, 2000.
- KARMILOFF-SMITH, A. & INHELDER, B. If you want to go ahead, get a theory. *Cognition*, 3, 195-212, 1974.
- KEMPA, R. F. & MARTIN-DIAZ, M. Student's motivational traits and preference for different instructional modes in science. Part 1. *International Journal of Science Education*, 12, 194-203, 1990a.
- _____. M. Student's motivational traits and preference for different instructional modes in science. Part 2. *International Journal of Science Education*, 12, 205-216, 1990b.
- KUHN, T.S. A função da medida na ciência física. In: *A Tensão Essencial*. Biblioteca de Filosofia Contemporânea Edições 70. Lisboa, Portugal, 1977.
- LABURÚ, C. E. *A construção do conhecimento em sala de aula*. Tese de doutorado. Faculdade de Educação da USP. São Paulo, SP, 1993.

LABURÚ, C. E. La crítica en la enseñanza de las ciencias: constructivismo y contradicción. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, (1), 93-101, 1996.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Os programas de Lakatos: uma leitura para o entendimento da construção do conhecimento em sala de aula em situações de contradição e controvérsia, *Ciência & Educação*, UNESP, Bauru, 5, 2, 23-28, 1998.

LABURÚ, C. E. & SILVA, M. R. Do relativismo no ensino de física ao objetivismo na física, *Investigações em Ensino de Ciências*, endereço eletrônico: http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol5/n2/v5_n2_a3.htm, 5, 2, 1-35, 2000.

LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M. & BATISTA, I. L. Controvérsias Construtivistas, *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 18, 2, 152-181, 2001.

LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A. *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. Editora Cultrix. São Paulo, 1979.

LAUDAN, L. *Progress and its problems. Toward a theory of scientific growth*. University of California Press, 1977.

LAWSON, A. E. The acquisition of biological knowledge during childhood: cognitive conflict or tabula rasa? *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 185-199, 1988.

_____. How do humans acquire knowledge? And what does that imply about the nature of knowledge? *Science & Education*, 9, 577-598, 2000.

LYNCH, P. P. Students' alternative frameworks for the nature of matter: a cross-cultural study of linguistic and cultural interpretations. *Science & Education*, 19, 6, 743-752, 1996.

MATTHEWS, M. R. Constructivism and empiricism: An incomplete divorce. *Research in Science Education*, 22, 299-307, 1992.

_____. *Science teaching. The role of history and philosophy of science*. Philosophy of Education. Research Library. Routledge. Cortez Editor. NY, 1994.

_____. Constructivism and science education: an evaluation, *Atas VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Florianópolis, SC, março, 2000.

MILLAR, R. Constructive criticism. *International Journal of Science Education*. Special Issue, 11, 5, 587–596, 1989.

MOREIRA, M. A.. *Aprendizagem significativa*, Série: Fórum Permanente de Professores, UnB, Brasília, DF, 1999.

MORTIMER, E.F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

MORTIMER, E.F. & MACHADO, A.H. Anomalies and Conflicts in Classroom Discourse. *Science Education*, 84: 429 – 444, 2000.

NEILL, A. S. *Liberdade sem medo (Summerhill)*, 18ª edição, São Paulo, IBRASA, 1979.

NEWMAN, D. GRIFFIN, P. COLE, M. *The construction zone: working for cognitive change in school*. Cambridge University Press. Cambridge, 1989.

NOLA, R. Constructivism in science and science education: a philosophical critique. *Science & Education*, 6, 1-2, 55-83, 1997.

NUSSBAUM, J. & NOVICK, S. Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: toward a principled teaching strategy. *Instructional Science*, 11, 183-200, 1982.

NUTHALL, G. & SNOOK. I. Modelos contemporâneos de ensino. In: Travers; *Second Handbook of Research on Teaching*, Chicago: Rand McNally. Tradução Nélcio Parra, Cadernos de Didática nº 5, Departamento de Metodologia de Ensino e Educação Comparada, FEUSP 1985, 1973.

OGBORN, J. Constructivist metaphors of learning science. *Science & Education*, 6, 1-2, 121-133, 1997.

OLIVEIRA, M. K. *Vygotsky, aprendizado e desenvolvimento. Um processo sócio-histórico*. Série Pensamento e Ação no Magistério. Editora Scipione, São Paulo, SP, 1993.

OSBORNE, J. F. Beyond constructivism. *International Journal of Science Education*, 80, (1), 53-82, 1996.

- PASK, G. Styles and strategies of learning. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 128-148, 1976.
- PASSMORE, J. Ensinando a ser crítico. In: R.S. Peters (ed), *The Concept of Education*; Routledge & Kegan Paul, 1979. Tradução Nélio Parra, Cadernos de Didática n° 1, O Pensamento Crítico e o Ensino, Departamento de Metodologia de Ensino e Educação Comparada, FEUSP, 1984.
- PERRENOUD, P. *Pedagogia diferenciada: das intenções à ação*, Porto Alegre, Artmed Editora, 113-130, 2000.
- PHILLIPS, D. C. Coming to grips with radical social constructivism. *Science & Education*, 6, 1-2, 85-104, 1997.
- PIAGET, J. *O desenvolvimento do pensamento - equilíbrio das estruturas cognitivas*. Lisboa. Publicações Dom Quixote, 1977.
- POPPER, K, R. *Conjecturas e refutações*, Brasília, Editora Universidade de Brasília, 1972.
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. & GERTZOG, W.A. Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, New York, 66, (2), 221-227, 1982.
- POZO, J.I. Estratégias de Aprendizagem. In: COLL. C., PALACIOS, J., MARCHESI, A. *Desenvolvimento Psicológico e Educação: Psicologia da Educação*. Vol.2. Porto Alegre: ArtMed. 1996.
- POZO, J.I. *Teorias Cognitivas da Aprendizagem*. 3ª ed. Porto Alegre: ArtMed. 1998.
- PRAWAT, R. Constructivism, modern and postmodern, *Educational Psychologist*, 31, 3/4, 215-225, 2000.
- REGNER, A.C.K.P. Feyerabend e o pluralismo metodológico. *Cadernos Catarinense de Ensino de Física*. UFSC. Florianópolis, SC, 13, 3, 231-247, 1996.
- REGO, T. C. Vygotsky, uma perspectiva histórico-cultural da educação. Editora Vozes, 6ª Edição, Petrópolis, RJ, 1994.

ROSSLER, J.H. Construtivismo e Alienação: as origens do poder de atração do ideário construtivista In: Duarte, N. *Sobre o Construtivismo: contribuições e uma análise crítica*. Campinas: Autores Associados, 2000.

ROWELL, J. A. Laboratory counter examples and the growth of understanding in science. *European Journal of Science Education*, 5, (2), 203-215, 1983.

ROWELL, J. A. Equilibration: developing the heart core of the piagetian research program. *Human Development*, 26, 61-71, 1983a.

_____. A piagetian epistemology: equilibration and the teaching of science. *Synthese*. Netherlands, 80, 141-162, 1989.

SAINT-ONGE, M. *O ensino na escola. O que é, como se faz*, Edições Loyola, São Paulo, 2001.

SALAM, A., HEISENBERG, W. & DIRAC, P. A. M. *A unificação das forças fundamentais. O grande desafio da física contemporânea*. Ciência e Cultura. Rio de Janeiro, RJ. Jorge Zahar, 1993.

SCHONELL, F.J., ROE, E. & MEDDLETON, I. G. *Promise and performance*. Brisbane and London, 218-221, 1962.

SCOTT, R., ASOKO, H. M. & DRIVER, R. Teaching for conceptual change: a review of strategies. In: *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies. Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen*, Duit, R. et al.(Eds), 310-329, 1991.

SELLEY, N. J. Children's ideas on light and vision. *International Journal of Science Education*, 19, 6, 713-723, 1996.

SHADE, B. Afro-American cognitive style: A variable in school success. *Review of Educational Research*, 52, (2), 219-244, 1982.

SIEGEL, H. Pensamento Crítico como ideal de educação, *The Educational Forum*, V.XLV, nº 1, nov 1980, 7-23, tradução Riva Roitman, Cadernos de Didática nº 1, O Pensamento Crítico e o Ensino, Departamento de Metodologia de Ensino e Educação Comparada, FEUSP, 1980.

SOLOMON, J. The rise and fall of constructivism. *Studies in Science Education*, 23, 1-19, 1994.

STAVY, R. & BERKOVITZ, B. Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64, 679-692, 1980.

STAVY, R. Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, (4), 305-313, 1991.

STRIKE, K. A. & POSNER, G. J. A revisionist theory of conceptual change. In: Duschl, R. and Halmilton, R. (eds.). *Philosophy of Science and Educational Theory and Practice*. Albany, NY, Sony Press, 147-176, 1992.

SWISHER, K. & DEYHLE, D. Styles of learning and learning of styles: Educational conflicts for American Indian/Alaskan native youth. *Journal of Multilingual and Multicultural Development*, 8, (4), 345-360, 1987.

TADEU DA SILVA, T. Desconstruindo o construtivismo pedagógico. In: __ *Identidades Terminais. As transformações na política da pedagogia e na pedagogia da política*. São Paulo. Vozes, 213-235, 1996.

VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1, 205-221, 1979.

VILLANI, A., BAROLLI, B., CABRAL, T. C. B.; FAGUNDES, M. B. & YAMAZAKI, S. C. Filosofia da ciência e psicanálise: analogias para o ensino de ciências. *Cadernos Catarinense de Ensino de Física*, v 14, 1, 37-55, 1997.

VILLANI, A.; ARRUDA, S. M. & LABURÚ, C. E. Perfil conceitual e/ou perfil subjetivo? *Atas III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ABRAPEC*- São Paulo, SP, 07 a 10 de novembro, 2001.

VUOLO, J. H. *Fundamentos da teoria de erros*. Edgard Blucher Ltda. São Paulo, SP, 1992

VYGOTSKY, L. S. *Mind in society: The development of higher psychological processes*. London: Harvard University Press, 1978.

WHEATLEY, G. H. Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75, (1), 9-22, 1991.

WOLPERT, H. *The unnatural nature of science*. Faber & Faber, London, 1992.

ZANETIC, J. Literatura e cultura científica. In: *Resumos. Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*. Águas de Lindóia, SP, 612, 1997.

ZEICHNER, K. M. *A formação reflexiva de professores: Idéias e práticas*. Educa, Lisboa, 1993.

<i>Título</i>	<i>Educação Científica: controvérsias construtivistas e pluralismo metodológico</i>
<i>Autores</i>	Carlos Eduardo Laburú; Marcelo de Carvalho
<i>Capa</i>	Luís Adriano Pilchowski
<i>Preparação de originais</i>	Lélia Machado Rocha Pereira; Mônica Regina Crócomo; Josiane Bressan
<i>Revisão Final</i>	Paula Gerez Robles Campos Vaz
<i>Revisão de Prova</i>	Alberto Lima Alves
<i>Produção gráfica</i>	Maria de Lourdes Monteiro
<i>Formato</i>	16 x 23 cm
<i>Tipologia</i>	URWLatinoT
<i>Papel</i>	Supremo 250 g/m ² (capa) Off-set 75 g/m ² (miolo)
<i>Número de páginas</i>	140 500