
CONTROVÉRSIAS CONSTRUTIVISTAS*

Carlos Eduardo Laburú

Depto. de Física – UEL

Marcelo de Carvalho

Depto de Biologia e mestrando do Depto. de Educação – UEL

Irinéa de Lourdes Batista

Depto. de Física – UEL

Londrina – PR

Resumo

Neste trabalho apresentamos uma coletânea de análises divergentes que dizem respeito aos fundamentos epistemológicos, ontológicos e pedagógicos disseminados pelo pensamento construtivista, envolvido diretamente com a educação científica. Para evidenciar tais divergências, partimos da premissa máxima do construtivismo de que o aprendiz, através de um ativo envolvimento, é o construtor ou o arquiteto do seu próprio conhecimento. Diante dessa afirmação, alguns autores questionam o fato de que o conhecimento passa a ser algo que existe somente na mente dos seres cognitivos, onde ele é construído; e também, a concepção de que o reino natural não é preexistente mas, antes, é construído pelas nossas indagações, ficando o seu papel na construção do conhecimento científico, relegado a uma irrelevância. Busca-se, igualmente, ponderar a atuação do professor entre uma conotação construtivista mediadora e negociadora e um enfoque voltado ao instruir e ensinar de forma mais direta.

I. Introdução

Este trabalho pretende mostrar que nos últimos anos vem se avolumando 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. Veremos que a pretensão construtivista de ser um referencial ideológico indiscriminado para vários campos, a saber, epistemologia, ontologia e pedagogia (Matthews, 2000), é questionada por esses autores.

Com esta coletânea pretendemos, em última instância, mostrar ao professor atuante, que constantemente vem sendo influenciado pela “*ressonante retórica sedutora construtivista*” (Airasian & Walsh 1997, p. 446), e que sente uma insuficiência nessas orientações, durante a sua praxe, reflexões que se contrapõem às visões epistemológicas, ontológicas e educacionais construtivistas. Particularmente, no que se refere a esta última, poder-se-á observar que algumas soluções baseadas em certas leituras instrucionais construtivistas são contestáveis. Quanto às outras visões, veremos que são igualmente questionáveis o empirismo e o idealismo subjetivo que se encontram por detrás das suas proposições.

As críticas ao construtivismo vão se centrar, principalmente, no denominado construtivismo individual. Contudo, como veremos, as críticas dos pesquisadores da área estendem-se à vertente construtivista social, sempre que se pode, desta última, extrair uma leitura que a aproxima da primeira.

Com o objetivo de melhor situar o professor dentro das opiniões aqui levantadas, nas próximas seções estabelecemos as principais idéias construtivistas e localizamos os pressupostos epistemológicos, ontológicos e educacionais que estão submetidos a exame.

II. Situando o Construtivismo no panorama da educação científica

A partir do final dos anos 70, 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 principais referenciais iniciais; como se pode constatar, esse ímpeto ainda se mantém em menor medida (ver, por exemplo, Lynch, 1996; Selley, 1996). Muitos desses trabalhos tiveram como base teórica de fundo a concepção construtivista muito defendida de que o aprendiz, através de um ativo envolvimento, é o construtor, o arquiteto do seu próprio conhecimento, edificador de representações mentais do mundo em torno de si, e que se utiliza delas 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, de estar comprometido com um ensino significativo, capitalizando e utilizando o que o estudante já sabe, valorizando a aprendizagem em grupo, a aprendizagem cooperativa, por perguntas ou investigação, 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 as suas raízes surgiram numa 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 “tábua rasa” que nada sabe, e que, ao se eliminar possíveis “ruídos” durante a transmissão do saber, o aprendiz deveria necessariamente apreendê-lo. Por conseguinte, justificavam-se e valorizavam-se métodos e habilidades didático-técnicas, em que o centro do 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, onde o saber era doado através do verbalismo conduzido pela palavra do professor. Conseqüentemente, o ouvido tornava-se exclusivamente mais importante do que a fala do aluno, e a aprendizagem dava-se 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 considerados um agrupamento de indivíduos indiferenciados, receptores passivos do saber. A matéria apresentada era imposta, tinha um fim em si mesma, e o aluno tinha a sua avaliação feita pela quantidade de matéria por ele retida (Cintra 1981, p.26, 27).

Reagindo a esse estado de coisas, um programa pedagógico por questionamento-descoberta, com base empirista, apresentou-se como modelo de instrução. Como metodologia, empregava a discussão, o uso de laboratórios investigativos, palestras, 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). O papel do professor era o de dirigir a aprendizagem, servindo de modelo e de orientador, deliberando as perguntas, examinando os valores em discussão, confrontando a ignorância do aluno, encorajando o risco, enquanto a resposta do estudante era ouvida e clarificada pelo professor. A idéia de ensinar era a de ajudar o aluno, agora ativo, participante, dinâmico, a aprender. O método de ensino passava de coercivo e lógico para o de responsabilidade na aceitação das regras sociais e psicológicas, em que cada indivíduo diferenciava-se pela sua experiência, personalidade e etapa no processo de desenvolvimento. A atmosfera da sala de aula deveria ser conduzida para o questionamento, para a análise meticulosa e cuidadosa, onde se explorassem e percebessem os objetos e eventos reais a serem vividos, com suficiente tempo para estas atividades, para a reflexão e para a avaliação. Como seu maior objetivo, essa proposta tinha a tarefa de treinar a criança para a investigação: para formular hipóteses, testá-las verbalmente ou experimentalmente, interpretar os resultados destes testes, a fim de que se descobrissem 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 mais sistemáticos, empíricos e indutivos, ao adotarem 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 e Easley (1978) um dos primeiros trabalhos a iniciar uma reação nesse sentido, na educação científica. Estes autores observaram que as realizações na aprendizagem da ciência dependem mais de habilidades específicas e de experiências prévias do que de níveis

gerais do funcionamento cognitivo. Começa, então, o amadurecimento de duas grandes tradições construtivistas. Segundo Matthews (1994, p.138), uma primeira tradição está fundamentada no construtivismo psicológico que conserva, em grande medida, o programa piagetiano. Nela, a aprendizagem das crianças é um processo pessoal, individual ou, como coloca Howe (1996), “solitário”, em que a construção intelectual surge das interações do indivíduo com o mundo. Como veremos na próxima seção, os fundamentos mais radicais dessa tradição estão melhor representados pelas idéias de Glasersfeld. A influência deixada por Piaget dentro dessa tradição pode ser vista, por exemplo, em estratégias pedagógicas baseadas no modelo de mudança conceitual que se apoiam 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 *reequilíbrio majorante* (Piaget, 1977). Paralelamente, sob a influência dos trabalhos de psicologia cognitiva de Ausubel e Novak (1980), desenvolvem-se estratégias que dão menos destaque à acomodação e acentuam apropriados esquemas de intervenção do professor. Estas 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). Estas se comportariam como se fossem “andaimes” ou suportes, que auxiliariam na construção de novos conceitos científicos (Scott et al. 1991, p. 312, 316). Ainda, dentro desta primeira tradição, há uma bifurcação de oposição denominada construtivismo social ou sócio-construtivismo, tendo influência vygotskiana (Matthews, 1994). Neste caso, enfatiza-se o grupo cultural e as 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).

Uma segunda tradição, denominada construtivismo sociológico, contrasta com as influências educacionais piagetianas e vygotskianas anteriores. Esta tradição ignora os mecanismos psicológicos dos indivíduos e centra-se nas circunstâncias sociais extra-individuais, que determinam as crenças dos sujeitos. Formas extremas desse construtivismo alegam que a ciência não é nada mais do que uma construção intelectual humana, comparável à construção literária ou artística, deixando de apresentar um caráter de verdade (Matthews 1994, p. 138). O crescimento da ciência e as mudanças em suas teorias e compromissos filosóficos são interpretados em termos de mudanças das condições e interesses sociais (Matthews 2000, p.4). Conseqüentemente, o conhecimento científico é visto como um tipo de conversação e uma prática social, sem preocupação de qualquer relação com a natureza (Rorty 1979, p. 171).

Como heurística pedagógica, podemos dizer que o construtivismo 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 com um vocabulário próprio e, muitas vezes, conflitante com o científico. Por conseguinte, as

respostas ou as idéias erradas do aluno deixaram de ser encaradas como uma questão sem um interesse teórico maior. O professor deixou de, ingenuamente, concebê-las como falta de atenção, de dedicação ao estudo ou 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 onde o conhecimento e o entendimento já não passam mais pelo simples ato de transmitir, mas a palavra de ordem 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 ou coletivas, que oportunizam a construção social dos significados. Ele deve levantar questões, desenvolver argumentos e ajuizamentos, fazer observações e realizar atividades práticas. Por parte do professor, este deve cumprir o papel de facilitador, co-construtor, provedor de experiências e socializador, no sentido de fazer com que as ferramentas culturais da ciência sejam acessíveis ao aprendiz. Sua função é a de um guia que media e negocia entre as concepções dos aprendizes e as científicas.

III. Bases Epistemológicas e Ontológicas do Construtivismo

Nesta seção indicaremos, sinteticamente, as principais bases filosóficas do dito “construtivismo radical”, que podem melhor ser identificadas nas idéias de Glasersfeld (Nola, 1997; Geelan, 1997; Matthews, 1994). Aquelas são uma tentativa de afastamento da tradição filosófica de 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 realista seria: *“há coisas lá fora ainda que nós não estejamos percebendo ou teorizando algo sobre elas”* (Nola 1997, p.70). Os construtivistas radicais defendem uma posição oposta à anterior. Para eles, o reino natural não é preexistente, mas constituído pelas nossas indagações; em vez de ser dirigido por um método científico racional, estas 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). No entender de Nola (1997, p.71), Glasersfeld não faz a afirmativa ontológica de que não há realidade que transcenda a experiência; ele adota, sim, a tese cética epistemológica de que nós não podemos conhecer qualquer realidade além da experiência e que nunca poderemos saber se a realidade apresenta as entidades postuladas pelas nossas teorias.

Tudo o que podemos conhecer é o que a natureza nos entrega. Isso leva a um afastamento do conceito tradicional rígido de verdade ao acreditar que uma idéia, teoria ou qualquer construção conceitual são uma representação acurada de algo que supere o campo vivencial (Glaserfeld, apud Nola 1997, p.70). O que existe e o que podemos dizer é que a verdade é relativa às estruturas conceituais que cada um de nós constrói, tendo cada pessoa acesso apenas às suas próprias experiências. Tais teses levam o construtivismo radical além do empirismo, para o relativismo (Nola 1997, p. 73).

Deixamos para a próxima seção as diversas críticas que estão sendo feitas a essas e a outras colocações filosóficas e suas conseqüências pedagógicas. Antes, porém, para efeito de comparação, começemos com as proposições sustentadas pela aprendizagem por descoberta ou investigação, adotadas pela comunidade de educação científica nos anos 60, à qual o construtivismo radical procura se opor. Como poderemos ver na seqüência, enquanto este construtivismo afastou-se definitivamente dos compromissos epistemológicos e ontológicos do didatismo tradicional, tal não foi o caso da aprendizagem por descoberta, onde, segundo Matthews (1994, p.147), “*fundamentos arriscados são revividos*”, tais como a 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 aproximam-se, em muitos pontos, das teses construtivistas sustentadas por Glaserfeld. 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 não se refere a um observador 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 do 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 às suas experiências (conforme também Airasian & Walsh 1997, p.448c);
- 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, 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 impliquem naqueles dados 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 contra prova 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 de que a linguagem é um instrumento para a formulação do conhecimento. Este último é formado por conceitos, que por sua vez pressupõem palavras. Estas transmitem o significado, que subentende uma comunidade que as usa (Matthews 1994, p. 153). A aquisição da linguagem é fundamentalmente um ato privado, onde os conceitos e os significados são basicamente adquiridos por iniciativa individual. Nesse sentido, mais três proposições podem ser retiradas do trabalho de Glasersfeld, que dizem respeito à linguagem (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.

IV. Críticas à epistemologia e ontologia construtivista

Partindo dos enunciados da seção anterior, pretendemos resgatar, neste momento, as críticas que estão sendo feitas às posições construtivistas anteriores. Recordemos que tais críticas deverão passar, não só pelas questões gerais epistemológicas e ontológicas levantadas, mas, igualmente, voltar-se-ão para as conseqüentes implicações pedagógicas mais específicas¹, algumas delas já mencionadas e que deixaremos para tratar, com mais detalhes, na próxima seção.

Para começar, tomemos os problemas epistemológicos e ontológicos. É dito que a alternativa construtivista falha, epistemologicamente, na medida em que

representa, de 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 frequentemente 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, pode-se fazer afirmações sobre o mundo, pois existem proposições verdadeiras sobre o mesmo, 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, por outro lado, 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). Primeiramente, conforme a proposição sete (7) da seção anterior, substitui o conceito de verdade pelo de viável, conceito vago, capaz de ser interpretado por adaptado (ibid., p.75) (4), reconhecendo 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 que se mantém coerente com outros entendimentos pessoais ou de um conjunto social mais extenso (3). A busca pela verdade é uma coisa sem sentido, sendo, quando muito, uma questão de fé. A noção de viabilidade construtivista é uma forma de pragmatismo (12)ⁱⁱ, sendo verdadeiro tudo

aquilo que funciona, ou melhor, temos uma explicação viável quando ela dá conta das nossas experiências (Wheatley 1991, p.10) (7). Assim, o conhecimento existe somente na mente dos seres cognitivos onde 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, mas antes é construído pelas nossas indagações, e em vez destas serem dirigidas por um “método científico” racional, elas tomam forma própria, em virtude dos vários fatores e processos sociais. Segue disto, que o mundo natural preexistente tem um pequeno ou nenhum papel 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. Afirma, como Airasian & Walsh (1997, p.448c-449a) também o fazem, que para o construtivismo radical, não há possibilidade de um caminho intermediário nessa forma de compreender, isto é, um caminho em que o conhecimento iria assintoticamente aproximando-se de uma melhoria e de um crescimento. Nesse sentido, o construtivismo radical é essencialmente instrumentalista, uma forma de pragmatismo, e relativista (8)ⁱⁱⁱ. 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 aponta 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. Este 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.

Glaserfeld, por exemplo, nada diz sobre o que acontece quando as predições de uma estrutura conceitual dão certas ou erradas em um número, às vezes, suficientemente grande de casos. Ele diria simplesmente, segundo Nola (1997, p.75), que a estrutura ou é viável ou inviável, respectivamente. 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, implicitamente, a uma ontologia relativista, como dissemos, em que a viabilidade é igualada à validade, onde qualquer teoria viável tem o seu valor. Osborne dá o seguinte exemplo para amparar os seus argumentos. 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? Um outro exemplo, nesse sentido, que vai de encontro à plausibilidade de se aceitar o conceito de viabilidade, é ter que 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).

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); quando procuram por teorias mais parcimoniosas e, de preferência, que acumulem “status” epistemológico advindo das teorias predecessoras; quando 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, e mostrem avanços técnicos; que os cientistas manifestem um interesse maior por teorias que 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). Alguns 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 frente às evidências, justificando os seus argumentos no 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. Não é porque existem eventuais similaridades entre a estrutura, o processo de elaboração, de exploração, de divulgação e a dinâmica da formação explicativa entre mitos, dogmas religiosos, pseudociências, etc., e a ciência, que esta se iguala às primeiras em termos epistemológicos e, principalmente, metodológicos.

O pensamento científico, evidentemente, é uma construção social, com normas comunitárias estabelecidas por uma comunidade científica. E as normas científicas, diferentemente das normas doutrinárias, são, por essência, potencialmente violáveis por meio da crítica. As suas violações são, contudo, dificilmente aceitáveis e podem, ocasionalmente, 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 falha fundamentalmente no julgamento e no reconhecimento de que existem teorias melhores (Osborne, 1996), quando não admite que a comunidade científica se valha de regras para selecionar as melhores teorias, das piores^{iv}, mostrando, dessa forma, que o conhecimento científico se diferencia de outras formas de conhecimento^v. Falha, principalmente, em distinguir o objeto do discurso das proposições do discurso. Este

último é o resultado de conhecimento antiintuitivo sócio-culturalmente construído simbolicamente 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^{vi}. 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). Porém, confunde, ao mesmo tempo, o conhecimento produzido com o conhecimento do objeto. Igualmente para Matthews (1994, p. 142), assim como para Osborne, a não distinção entre objetos teóricos e reais, entre atividades físicas e intelectuais, faz com 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. Esta tese afirma que o mundo natural tem um pequeno papel, se é que existe algum, na construção do conhecimento científico. Para o idealista Woolgar (apud, Matthews, 1994, p. 141) não há uma realidade independente das palavras, textos, sinais, etc., para apreendê-la, ou seja, a realidade é constituída através do discurso. Adiantamos, também, que dentro dessa mesma linha de raciocínio, Osborne (1996, p.62), concomitantemente, critica autores que dão tons pedagógicos, ditos sócio-construtivistas, quando procuram ilustrar a natureza discursiva do conhecimento científico, a partir das representações personalistas e subjetivas das crianças^{vii}. Não há uma consciência de que as atuações da linguagem e do discurso são limitadas, 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*”^{viii}. Em última instância, essa abordagem, em particular, ao tratar o conhecimento como primordialmente moldado pelo discurso humano, fica sem ter defesa frente a 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, sejam particulares ou coletivas, no caso dos sócio-construtivistas. Naturalmente que 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, como a vertente social, tem seus limites condicionados pela experiência^{ix}. 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.

A tese construtivista (5), que afirma que a realidade não pode ser imprimida 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, o que Matthews coloca é que apesar do mundo existir e se comportar de maneira autônoma e independente, a ciência inventa os seus próprios objetos intelectuais, que 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. Assim, 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 doc’^x. Outros, por dedução igualmente lógica, podem ser antecipados teoricamente e só muito tempo depois observados^{xi}.

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, eles contradizem a experiência imediata, sendo, além do mais, apenas aproximadamente válidos dentro dos erros experimentais^{xii}. Ao 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 uniforme, apresentando relevantes fins práticos e teóricos, dentro de uma margem de erro requerida. Analogamente, sistemas calorimétricos reais, como garrafas térmicas, podem ser, em certas condições, convenientemente 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 de que os aparatos teóricos são construções humanas (6) e de que 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 eles não tenham qualquer papel na apreciação das estruturas científicas, inclusive na busca em direção da verdade. Para finalizar, Matthews (1994, p.156) diz que, por detrás da asserção (18) de Glasersfeld, que 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^{xiii}.

Então, para concluir sinteticamente o que foi elaborado nas linhas anteriores, podemos dizer que os conceitos teóricos não são levantados da experiência imediata e nem mesmo se referem diretamente a ela. Também, estendendo a crítica aos construtivistas sociais, 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, da organização clara dos conceitos, das definições, do 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 para uma prisão epistêmica, onde o entorno empírico acaba impedindo os nossos saltos imaginativos ou, por outro lado, para uma aberta epistemologia libertina, em que a realização científica acaba se reduzindo a um empreendimento exclusivamente político.

V. Críticas Educacionais Construtivistas

Nas discussões precedentes tivemos a oportunidade de identificar diversas contestações aos pressupostos epistemológicos e ontológicos construtivistas. Como não poderia deixar de ser, as conseqüentes práticas pedagógicas que derivam daqueles pressupostos são, por sua vez, alvo de contestação.

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, ao considerar a construção do conhecimento como sendo um processo eminentemente individual, resquícios da influência da teoria de reequilíbrio piagetiana (Piaget, 1977), mostrou-se insuficiente em dar conta da complexidade das relações envolvidas no processo de ensino-aprendizagem. Dentro dessa visão, o aprendiz é, num sentido cognitivo, um ser solitário e o professor é visto, praticamente, como somente um provedor e um 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; Laburú & Carvalho, 1995; 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 (Matthews, 1992), pois a discrepância empírica não é condição suficiente para que ela assim seja observada como tal^{xiv}. Em termos gerais, a crítica feita resume-se no seguinte: didaticamente falando, nenhuma experiência individual pode, de todo, estimular a construção de conceitos científicos, que são, em última instância, construções abstratas, idealizadas.

Baseado 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 Mortimer & Machado (1996), Howe (1996), Driver et al. (1994), Edwards & Mercer (1987), Newman, Griffin & Cole (1989), entre outros, procuram levar em consideração a dimensão sócio-interacionista na análise do processo de ensino. Destacam que a construção do conhecimento em sala de aula depende, fundamentalmente, de um processo de negociação social, onde os significados e a linguagem do professor vão sendo apropriados pelos alunos na construção de um conhecimento compartilhado. Assim, os conhecimentos científicos dependem de uma cognição coletiva em sala de aula, em que a linguagem das crianças obedece a um *perfil conceitual* (Mortimer, 1994) para tratar o conhecimento do dia a dia, mas é incapaz de lidar com uma linguagem científica, que se acomoda a um outro perfil conceitual. No entanto, diversos construtivistas radicais, incluindo-se aqui muito mais os sociais, reconhecem que há um mundo público, simbólico, criado pela ciência, em que as crianças têm que 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 chegam a afirmar, inspirados em Vygotsky, que *“novas e mais poderosas estruturas podem ser construídas inters psicologicamente e estas podem interagir com as estruturas lógicas intrapsicológicas da criança, a fim de resultar numa mudança cognitiva”* (Edwards & Mercer 1987, p.68). Ao não negarem a componente social na aprendizagem, claramente identificam no social a parte indispensável do processo de aprendizagem (Hardy & Taylor 1997, p. 140). Na procura por uma saída para enfrentar o construtivismo individual, reconhecem que o conhecimento é um processo coletivo de *“enculturação”* nas idéias e modelos da ciência convencional (Driver et al., 1994). Como consequência dessa postura, dão uma justificação mais sustentada para que se proliferem atividades de ensino baseadas na discussão em grupo e na colaboração social^{xv}.

Todavia, o modelo cognitivo de aprendizagem de determinados sócio-construtivistas, ao procurar se contrapor ao construtivismo individual, não se liberta dos problemas pedagógicos deste último e, ao mesmo tempo, chega a enfrentar alguns novos. Um deles é não proferir uma adequada explicação de como as componentes sócio-cultural 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 na grande maioria dos trabalhos, o sentimento da existência de uma velada proibição do *“expert”* (professor) poder dar direta e claramente a explicação ou dizer a resposta correta ao novato. Negociar subentende uma imposição pedagógica de que o aprendiz deva alcançar o conhecimento de maneira independente, chegando à conclusão sempre e exclusivamente por si próprio. Ao *“expert”* (professor) caberia oferecer pistas, sugestões, caminhos e os meios, evitando dar a resposta direta (Hollon et al. 1991, p.148).

Outra questão mais geral, agora de âmbito epistemológico, com imediatas implicações didáticas, refere-se ao subjetivismo, já colocado anteriormente. Como vimos, assim como para o construtivismo radical individualista, tal postura é problemática; o dissidente construtivismo social sofre igualmente de semelhante problema, só que agora a crítica básica é direcionada à defesa do subjetivismo coletivo. Neste instante cabe, novamente, um questionamento pedagógico análogo àquele feito aos construtivistas individualistas: qual grupo de alunos ou num sentido mais geral, qual grupo social estará julgando correto o seu conhecimento (Matthews 1994, p. 161)? Em outras 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 grupos?^{xvi} Perigosamente, para certos construtivistas sociais, presenciam-se resquícios 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 dos elementos sócio-culturais (18). Palavras de ordem destes construtivistas, como facilitar, conduzir, orientar, guiar, providenciar, negociar, mediar, entre outras, denotam a influência construtivista radical já mencionada, do sujeito auto-construtor do seu conhecimento, apenas que, neste caso, o conhecimento é vivenciado a partir de uma evidência convencionalizada comunitariamente.

A objeção à posição dos sócio-construtivistas que legitimamente se encaixam nesta 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, afim 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 esta 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 de deixarmos 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, neste 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^{xvii}.

Como se vê, uma observação solitária (ou solidária) pode encaminhar-se por vários caminhos e conduzir a diversas conclusões que, muitas vezes, são discrepantes daquelas objetivadas pelo instrutor. Nesse sentido, Di Sessa (1982)

apropriadamente nos lembra que muito poucos estudantes, se é que existe algum, aprendem a física newtoniana, tratando com o mundo diário. Matthews (2000, p. 6), por exemplo, nos chama a atenção sobre a seguinte situação: quando empurramos um objeto e recebemos uma variedade de respostas sensoriais desta ação, isto não vai implicar que idéias de pressão, elasticidade, força, esforço, tensão sejam derivadas antes destas palavras terem sido aprendidas e definidas. E acrescenta, “*Definições (significados) não são construídas (build up) pelo indivíduo, elas são ‘aprendidas’ pelo indivíduo*” (opus cit.). Quanto a isso, Airasian & Walsh (1997, p.444) colocam que, do ponto de vista instrucional, o construtivismo passa o ônus de criar ou adquirir conhecimento para o estudante, devendo este último construir os significados e as interpretações. Desse modo, as palavras de ordem anteriores só seriam convincentes se a elas associarmos outras palavras de ordem basicamente centralizadas e dependentes das ações do professor, que poderiam ser entre outras: conduzir, no sentido de estabelecer previamente 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, onde se incluem muitos dos que seguem a linha social aqui citada, os elementos da linguagem, como as idéias, os conceitos e a palavra não podem ser transferidos de um usuário para outro (17). 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, esta reação construtivista de que 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. 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 inter-sujeitos, é que os significados individuais, através da instrução, vão se aproximando isomorficamente dos científicos, publicamente estabelecidos. O exercício do processo educativo científico é o de 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, os professores, em matérias complexas como matemática, ciências e história. Quem de nós não assistiu, em vídeo, uma palestra ou 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 troca de informação interpessoal do dia-a-dia se dá 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? 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. Mas, aí em dizer que significados não são passíveis de transferência, de que eu não posso fornecer às pessoas, numa audiência, qualquer novo conceito, mas apenas estimulá-los a combinar, de diferentes maneiras, os conceitos com as palavras que eu estou usando, é afrontar as evidências.

Por conseqüência, outra questão criticável, diz respeito à estratégia usada para ensinar e ao modo particularizado de aprender de cada um. Também, nesta 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”, “o mostrar”, típicas atividades expositivas, têm um papel ignorado nessa produção, ou é válida, ao que se presume, somente para e entre os pares; pelo menos, é a impressão que fica da leitura de diversos trabalhos autodenominados construtivistas. Assim, na literatura, podemos encontrar argumentos contrários a esse destaque do uso de atividades em grupo. Por ela, vemos que, enquanto o primeiro estilo é preferido e efetivo para alguns estudantes, isto 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, no sentido de que preferem 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 uma 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, 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 de estudo^{xviii}. Kempa & Martin-Diaz

(1990 a, b) 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, 4) os sociais. 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.

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, impecilhos 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 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, experiências vividas pelo grupo social a que pertencem. Estes 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.

Em suma, as estratégias instrucionais construtivistas, que procuram encontrar exclusivos caminhos no emprego do já mencionado conflito cognitivo ou no vagar de uma exploração intelectual autônoma, como, por exemplo, de aspectos experimentais, mostram-se pouco efetivas. Da mesma forma que o ensino tradicional objetivista-empirista, ao advogar a exclusividade das prescrições de um ensino mecânico, ritualista ou apenas de observação e de audição, falha em reconhecer o papel ativo do aprendiz, também as concepções pedagógicas dos construtivistas, aqui referidos, falham ao não admitir 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 desconsiderar, na prática, um princípio central construtivista que leva em consideração que os alunos, em sala de aula, partem de condições iniciais desiguais e diferentes, pois têm trajetórias de vida cognitiva,

motivacional e emocional distintas. Os construtivistas que se encaixam nesta análise, temem em 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, abertamente, a possibilidade do professor prover verbalmente o estudante com informações prévias que lhe preencham lacunas^{xix} e lhe ampliem as relações de significado, dentro de um perfil conceitual científico, capacitando-o a dar sentido às 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 sensorial e que não se chega a essas idealizações através de uma negociação coletiva, mas que em sua grande maioria precisam ser 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”, dos manuais, poderia conduzir aos mesmos conceitos, ou como um noviço ou grupo de noviços construiriam esses conceitos distantes do senso comum, por meio da simples negociação, no sentido de barganha conceitual, com um “expert”.

Não há o que discutir da 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). 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 suficiente para exclusivamente nos orientarmos na maneira de ensiná-la. 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), onde encontramos a indicação de vários trabalhos mostrando que, antes da adolescência, a metacognição tem pouca eficácia cognitiva.

Finalmente, para fechar a discussão dentro do contexto educacional, uma questão que tem uma conseqüência prática importante e imediata 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, 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 modificarem as suas concepções que, em última instância, são mais plausíveis, logo, auto-confiantes, e não se apresentam, como as científicas, contrárias aos seus valores culturais (Osborne, 1996). Nessa direção, Nola (1997, p. 46) externa a opinião de que *“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 gasto com ortografia”*. Phillips (1997, p.89) complementa, ainda, dizendo que se uma ou outra das considerações do construtivismo social forem aceitas, 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.

Do ponto de vista desses críticos, vemos que a visão epistemológica construtivista ignora o fato de haver possíveis teorias mais corretas na ciência, e de que estas, quando assim imaginadas, dão um estímulo para alguém começar a aprendê-las sem, contudo, estar obrigado a se comprometer com a afirmativa dos objetivistas de que eles sabem, com absoluta certeza, que as suas teorias são verdadeiras (Nola 1997, p.79).

VI. Conclusões

Este artigo procurou mostrar que há opiniões divergentes em relação aos fundamentos ontológicos, epistemológicos e educacionais disseminados pelo construtivismo.

No que toca, particularmente, às implicações educacionais, poder-se-ia argumentar que algumas das críticas acima colocadas, a respeito do construtivismo social, poderiam ter outra leitura, particularmente, a que vê uma oposição entre instruir e construir. Ou seja, seria possível defender o argumento de que o construtivismo social

não negaria, por exemplo, a possibilidade de que haja momentos mais adequados de aulas expositivas, de transmissão direta da informação organizada, etc., em que métodos mais próximos ao didatismo tradicional são utilizados. Neste caso, realçar-se-ia menos a negociação, em detrimento de um maior “convencimento direto” do aluno, por parte do professor^{xx}. Tal procedimento didático estaria plenamente justificado em função do poder de convencimento que, “a priori”, tem o professor, devido a sua autoridade no domínio da matéria, o que se consubstanciaria em mais um elemento estratégico auxiliar, igualmente essencial e necessário, do complexo processo de aprendizagem.^{xxi}. Mas, em havendo construtivistas, ditos sociais, com tal entendimento, e que não negam tais práticas concatenadas aos princípios construtivistas, o que estamos de acordo, o que se percebe, no entanto, é que uma parte da literatura parece não deixar tal impressão.

VII. Bibliografia

AIRASIAN, P. W., WALSH, M. E. (1997) Constructivist Cautions, *Phi Delta Kappan*, 78, 6, 444-449.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. (1980). *Psicologia Educacional* (E. Nick, trad.) 2ª edição, Rio de Janeiro. Interamericana.

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

BROWN, A. (1987). 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.

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

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

CLEMENT ET AL. (1987). 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- FRITZSCH, H. (1990). *Quarks. A matéria-prima deste mundo*. 1ª edição, Lisboa, Editorial Presença.
- GEELAN, D. R. (1997). Epistemological anarchy and constructivism. *Science & Education*, 6, 1-2, 15-28.
- GLASERSFELD, E. V. (1989). Cognition, construction of knowledge and teaching. *Syntheses*, 80, 121-140.
- GLEISER, M. (1998). A teoria do éter ou a fênix da cosmologia. *Folha de São Paulo*, S.P., 17 de maio. Caderno Mais (5).
- HARDY, M. D., TAYLOR, P. C. (1997). Von Glasersfeld's radical constructivism: a critical review. *Science & Education*, 6, 1-2, 135-150.
- HEWSON, P. W., THORLEY, N.R. (1989). The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education*, 11, Special Issue, 541-553.
- HOLLON, R. E., ROTH, K. J., ANDERSON, C. W. (1991). Science teachers' conceptions of teaching and learning. *Advances in Research on Teaching*, JAI Press Inc., V.2, 145-185.
- HOWE, A. C. (1996). Development of science concepts within a Vygotskian framework. *Science Education*, 80, (1), 35-51.
- HUBER, T., PEWEWERDY, C. (1990). *Maximising 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).
- KARMILOFF-SMITH, A., INHELDER, B. (1974). If you want to go ahead, get a theory. *Cognition*, 3, 195-212.
- KEMPA, R. F., MARTIN-DIAZ, M. (1990a). Student's motivational traits and preference for different instructional modes in science. Part 1. *International Journal of Science Education*, 12, 194-203.

- KEMPA, R. F., MARTIN-DIAZ, M. (1990b). Student's motivational traits and preference for different instructional modes in science. Part 2. *International Journal of Science Education*, 12, 205-216.
- KUHN, T.S. (1977). A função da medida na ciência física. In: *A Tensão Essencial*. Biblioteca de Filosofia Contemporânea Edições 70. Lisboa, Portugal.
- LABURÚ, C. E. (1993). *A construção do conhecimento em sala de aula*. Tese de doutorado. Faculdade de Educação da USP. São Paulo, SP.
- LABURÚ, C. E. (1996). La crítica en la enseñanza de las ciencias: constructivismo y contradicción. *Enseñanza de las Ciencias*, 14, (1), 93-101.
- LABURÚ, C. E., ARRUDA, S. M., NARDI, R. (1998). 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, 23-38.
- LABURÚ, C. E., CARVALHO, A. M. P. (1995). Uma descrição da forma do pensamento dos alunos em sala de aula. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, V17, 3, setembro, 243-254.
- LAKATOS, I., MUSGRAVE, A. (1979). *A crítica e o desenvolvimento do conhecimento*. Editora Cultrix. São Paulo.
- LAUDAN, L. (1977). *Progress and its problems. Toward a theory of scientific growth*. University of California Press.
- LYNCH, P. P. (1996). Students' alternative frameworks for the nature of matter: a cross-cultural study of linguistic and cultural interpretations. *Science & Education*, 19, 6, 743-752.
- MATTHEWS, M. R. (1992). Constructivism and empiricism: An incomplete divorce. *Research in Science Education*, 22, 299-307.

- MATTHEWS, M. R. (1994). *Science teaching. The role of history and philosophy of science*. Philosophy of Education. Research Library. Routledge. Cortez Editor. NY.
- MATTHEWS, M. R. (2000). Constructivism and science education: an evaluation, *Atas VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Florianópolis, SC, março.
- MORTIMER, F. E. (1994a). Conceptual change or conceptual profile? *Science & Education*. 4, (3), 267-285.
- MORTIMER, F. E. (1994b). Multivoicedness and univocality in classroom discourse: an example from theory of matter, *Intenational Journal of Science Education*, 20, 1, 67-82.
- MORTIMER, E. F., MACHADO, A.H. (1996). As linguagens na sala de aula de química e ciências. In: VIII Encontro Nacional de Ensino de Química. VIII Encontro Centro-Oeste de Debates sobre o Ensino de Química e Ciências. *Cadernos de Resumos e Anais*, Campo Grande, MS, 28-37.
- NEWMAN, D. GRIFFIN, P. COLE, M. (1989). *The construction zone: working for cognitive change in school*. Cambridge University Press. Cambridge.
- NOLA, R. (1997). Constructivism in science and science education: a philosophical critique. *Science & Education*, 6, 1-2, 55-83.
- NUSSBAUM, J., NOVICK, S. (1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: toward a principled teaching strategy. *Instructional Science*, 11, 183-200.
- OGBORN, J. (1997). Constructivist metaphors of learning science. *Science & Education*, 6, 1-2, 121-133.
- OLIVEIRA, M. K. (1993). *Vygotsky, aprendizado e desenvolvimento. Um processo sócio-histórico*. Série Pensamento e Ação no Magistério. Editora Scipione, São Paulo, SP.
- OSBORNE, J. F.(1996). Beyond constructivism. *International Journal of Science Education*, 80, (1), 53-82).

- PASK, G. (1976). Styles and strategies of learning. *British Journal of Educational Psychology*, 46, 128-148.
- PIAGET, J. (1977). O desenvolvimento do pensamento - equilíbrio das estruturas cognitivas. Lisboa. Publicações Dom Quixote.
- PHILLIPS, D. C. (1997). Coming to grips with radical social constructivisms. *Science & Education*, 6, 1-2, 85-104.
- POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W., GERTZOG, W. A. (1982). Accommodation of scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, New York, 66, (2), 221-227.
- RORTY, R. (1979). *Philosophy and the mirror of nature*. Princeton University Press, NJ.
- ROWELL, J. A. (1983). Laboratory counter examples and the growth of understanding in science. *European Journal of Science Education*, 5, (2), 203-215.
- ROWELL, J. A. (1983a). Equilibration: developing the heart core of the piagetian research program. *Human Development*., 26, 61-71.
- ROWELL, J. A. (1989). A piagetian epistemology: equilibration and the teaching of science. *Synthese*. Netherlands, 80, 141-162.
- SALAM, A., HEISENBERG, W., DIRAC, P. A. M. (1993). *A unificação das forças fundamentais. O grande desafio da física contemporânea*. Ciência e Cultura. Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, RJ.
- SCOTT, R., ASOKO, H. M., DRIVER, R.(1991) 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 Bremem*, Duit, R. et al.(Eds), 310-329.
- SELLEY, N. J. (1996). Children's ideas on light and vision. *International Journal of Science Education*, 19, 6, 713-723.

- SHADE, B. (1982). Afro-American cognitive style: A variable in school success. *Review of Educational Research*, 52, (2), 219-244.
- SCHONELL, F.J., ROE, E., MEDDLETON, I. G. (1962). *Promise and performance*. Brisbane and London, 218-221.
- STAVY, R. (1991). Using analogy to overcome misconceptions about conservation of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, (4), 305-313.
- STAVY, R., BERKOVITZ, B. (1980). Cognitive conflict as a basis for teaching quantitative aspects of the concept of temperature. *Science Education*, 64, 679-692.
- SWISHER, K., DEYHLE, D. (1987). 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.
- TADEU DA SILVA, T. (1996). Desconstruindo o construtivismo pedagógico. In: *Identidades Terminais. As transformações na política da pedagogia e na pedagogia da política*. São Paulo. Vozes, 213-235.
- VIENNOT, L. (1979). Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, 1, 205-221.
- VUOLO, J. H. (1992). *Fundamentos da teoria de erros*. Edgard Blucher Ltda. São Paulo, SP.
- WHEATLEY, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75, (1), 9-22.
- WOLPERT, H. (1992). *The unnatural nature of science*. Faber & Faber, London.

* Agradecemos a dedicação e as valiosas sugestões dos pareceristas anônimos que contribuíram para dar melhor clareza ao trabalho.

ⁱ Neste levantamento, optamos por deixar de mencionar críticas igualmente relevantes que seguem uma linha de argumentação centrada nas condições sociais que influenciam o construtivis-

mo. 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.

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

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

^{iv} 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 *adequacidade* e *progressividade* (Laudan 1977, p. 69, 106 e 107).

^v Podemos dizer que o conhecimento científico, 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).

^{vi} Novamente, uma visão que carrega uma interpretação instrumentalista da ciência. Ver também nota vii.

^{vii} 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*”.

^{viii} Ver também o que diz Feynman na nota v.

^{ix} 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 em que 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) (grifos nossos).

^x 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 Δ^{++} (Fritsch 1990, p.111-112), etc., atestam tal posição.

^{xi} 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..

^{xii} 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 em algum grau de aproximação: o plano não é sem atrito, os átomos são afetados pelas colisões, a construção de instrumentos pode implicar em 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).

^{xiii} Qualquer visão epistemológica que formula o problema do conhecimento em termos de que o mesmo 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).

^{xiv} Apesar de não ser esta 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).

^{xv} Quando os construtivistas radicais postularem 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 estremada deste 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 coloca 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. Isto 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, por outro lado, não descarta a influência direta da exposição oral convencional, logo, assistência explícita, do professor (conforme também mais à frente no texto).

^{xvi} 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 presenciavam-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.

^{xvii} 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).

^{xviii} 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 dissesse. Bohr, ao contrário, ousava

publicar artigos que não tinha condições de provar e que se mostravam corretos no final (Heisenberg, apud Salam 1993, p.89). Heisenberg achava perigoso 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).

^{xix} Aqui, a importância durante a instrução de se levar em conta o papel da memorização de informações e da aquisição de habilidades profissionais específicas, não pode ser trivialmente desconsiderada, como já tivemos a oportunidade de mencionar.

^{xx} É o que Mortimer (1998, p.72) denomina, dentro de um processo discursivo em sala de aula, de “discurso de autoridade”.

^{xxi} Não é demais apontar que mesmo Glasersfeld nos adverte que, do ponto de vista construtivista, é um erro considerar os métodos de ensino, tais como memorização e aprendizagem por rotina, inúteis: “Há, de fato, assuntos (matters) que podem e talvez precisem ser ensinados de uma maneira puramente mecânica” (Glasersfeld apud Airasian & Walsh 1997, p. 447c).