

---

# CONSTRUTIVISMO E O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA AVALIAÇÃO\*<sup>+</sup>

---

*Michael Matthews*

School of Education – University of New South Wales  
Sidney – Austrália

## **Resumo**

*Este artigo esboça a influência do construtivismo no ensino contemporâneo de ciências; indica o desenvolvimento constante da teoria construtivista, desde as suas origens como uma teoria de aprendizagem, até a sua maturidade, como uma grande teoria que abarca quase tudo que se refere à epistemologia, à educação e às ciências; documenta a centralidade da epistemologia para o construtivismo e sugere que a sua falha básica advém de seu embasamento ingênuo nas explicações empiricistas sobre o conhecimento; aponta para o “dilema da evidência” que enfrentam os construtivistas que recorrem à evidência para sustentar a teoria, mas cuja posição exige que a evidência não seja objetiva e independente da teoria; sugere que o vocabulário do construtivismo simplesmente esconde uma porção de trivialidades educacionais e tem mais em comum com um jargão do que com uma teoria desenvolvida; finalmente, sugere que, apesar de todo o tempo e dinheiro empregados na pesquisa construtivista, esta postura teórica oferece muito pouca orientação para os professores que estão em sala de aula procurando ensinar o conteúdo das ciências.*

O construtivismo é uma grande influência no ensino contemporâneo de ciências: na verdade, muitos diriam que é a maior influência. É também uma influência significativa na educação em matemática, literatura, artes, ciências sociais e religião.

---

\* Constructivism and Science Education: An Evaluation - Conferência proferida no VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Florianópolis, março de 2000.

<sup>+</sup> Traduzido por **Claudia Mesquita** e **Roberto Nardi**.

Freqüentemente propostas feministas e multiculturalistas de ensino de ciências são apresentadas de uma maneira que simplesmente pressupõe posições construtivistas pedagógicas, epistemológicas e ontológicas. Para muitos, o construtivismo se tornou parte da ortodoxia educacional; e, embora o construtivismo tenha surgido como uma teoria de aprendizagem, expandiu o seu domínio, tornando-se uma teoria do ensino, da educação, da administração educacional, da origem das idéias, uma teoria tanto do conhecimento pessoal como científico e até mesmo uma posição metafísica e ideológica. O construtivismo se tornou a versão de uma grande teoria unificada para a educação. Como acontece com todas as grandes teorias, ele resiste ao escrutínio neste nível mais abrangente - freqüentemente o bicho pega no detalhe. Surpreendentemente, para uma teoria tão grande e tão abrangente, a investigação minuciosa tem sido a exceção, e não a regra. Duas edições especiais do periódico *Science & Education* (Volume 6, nºs. 1-2, 1997 e Volume 9, nº6, 2000) contêm artigos críticos, alguns dos quais foram publicados na antologia: *O construtivismo e o ensino de ciências: Um exame filosófico* (Matthews, 1998). Além disso, talvez uma dúzia de artigos críticos apareceu em outros periódicos de educação, entre eles os artigos de Solomon (1994), Phillips (1995, 1997) e Geary (1995). O presente artigo retoma algumas das críticas publicadas sobre a doutrina e questiona a suposta força do construtivismo: sua utilidade prática para os professores em sala de aula.

## **I. O alcance do construtivismo**

A extensão da influência construtivista pode ser vista nos subtítulos de um artigo sobre ensino de ciências: “Uma visão construtivista da aprendizagem”; “Uma visão construtivista do ensino”, “Uma visão de ciência”, “Os objetivos do ensino de ciências”, “Uma visão construtivista do currículo” e “Uma visão construtivista do desenvolvimento de currículos” (Bell, 1991). A expansão do interesse, ou da teorização, construtivista manifesta-se nas observações de um de seus adeptos que escreve: “[E]sta abordagem [o construtivismo] encerra a promessa de busca de outros objetivos educacionais além daqueles associados exclusivamente com o desenvolvimento cognitivo... o ponto de vista construtivista torna possível desenvolver uma visão do fenômeno educacional como um todo que é abrangente e sutil” (Pépin 1998, p. 173). Um outro escreve que “o construtivismo é uma teoria pós-moderna do conhecimento com o potencial de transformar a teoria educacional” (Fleury 1998 p. 156). Não é, portanto, tão surpreendente que “Já há vários anos, por todo o país [EUA], tanto os professores em processo de formação como os já atuantes venham considerando o construtivismo como um referencial para as suas filosofias da educação” (Bentley 1998, p. 244).

O construtivismo não é só uma teoria sobre aprendizagem, ensino e filosofia da educação - embora estes temas sejam significativos. Ele é também apresentado com uma teoria da ciência. Como Bentley diz “De fato, como uma epistemologia, o construtivismo dialoga com a natureza da ciência” (Bentley 1998, p. 243). Se este diálogo realmente ocorre, então o construtivismo merece a nossa atenção: poucas coisas são mais importantes do que entender a natureza da ciência.

A natureza da ciência e a natureza da educação não exaurem, entre si, o suposto alcance explanatório do construtivismo. Há uma dimensão política em grande parte das obras construtivistas. Dois escritores construtivistas dizem que, como construtivistas, estão “comprometidos com a filosofia e os princípios de séries integradas e grupos de habilidades mistas” (Brass & Duke 1994, p. 100). Um outro autor identificou a tradição da Educação Progressiva como construtivista e, o Relatório British Plowden de meados da década de 60 como a corporificação da organização escolar construtivista (Hawkins 1994). Existem até mesmo relatos construtivistas sobre liderança escolar, com um livro chamado *O líder construtivista* (Lambert et al. 1995).

Incorpora-se não apenas a aprendizagem, o ensino, o currículo, a educação, a ciência e a política à esfera do construtivismo, mas a ética também. Como um artigo recente coloca: “Existe também um sentido segundo o qual o construtivismo implica cuidado - cuidado com idéias, teorias pessoais, auto-imagem, desenvolvimento humano, estima profissional, pessoas -, não é uma epistemologia do tipo tudo ou nada” (Watts 1994, p. 52). Esta dimensão ética manifesta-se na freqüência com que noções de emancipação e tomada de poder ocorrem na literatura construtivista. Considera-se o construtivismo uma posição moralmente superior à de seus concorrentes na teoria e na pedagogia da aprendizagem. Ele oferece aos professores, como dois de seus proponentes dizem, “um imperativo moral para a desconstrução das concepções objetivistas tradicionais acerca da natureza da ciência, da matemática e do conhecimento, e para a reconstrução de suas epistemologias pessoais, suas práticas de ensino e relações pedagógicas com os alunos” (Hardy & Taylor 1997, p. 148).

Para alguns, o construtivismo supera tudo o que foi dito anteriormente: ele se torna uma cosmologia, ou *weltanschauung*. Yvon Pépin, citado acima, segue dizendo que o construtivismo “também oferece uma visão global sobre o significado da aventura humana, sobre a maneira como os seres humanos dão significado a toda a sua existência de modo a sobreviverem e adaptarem-se” (Pépin 1998, p. 174). Não é um argumento modesto. Um outro construtivista escreve:

*Tornar-se um construtivista é usar o construtivismo como um referencial para pensamentos e ações. Isto significa dizer que, quando se pensa ou age, as crenças associadas ao construtivismo assumem*

*uma importância maior do que outras crenças. Por uma série de razões, o processo não é fácil. (Tobin 1991, p. 1)*

Reconhece-se que o construtivismo significa diferentes coisas para diferentes pesquisadores e que os construtivistas não concordam entre si sobre qual a extensão adequada da teoria. De certa feita, quando questionei um proeminente construtivista sobre questões epistemológicas, ele disse que: “os construtivistas não estão realmente preocupados com isto, eles apenas querem um ensino mais efetivo”. Isso torna qualquer apreciação global do construtivismo impossível. Os seguintes domínios precisam ser isolados e avaliados separadamente: construtivismo como uma teoria da cognição, da aprendizagem, do ensino, da educação, das crenças individuais, do conhecimento científico, da ética e da política e, finalmente, construtivismo como cosmologia. A linha que demarca estas divisões traça a distinção fundamental entre o construtivismo como uma teoria do significado (teoria semântica) e como uma teoria do conhecimento (teoria epistemológica).

A tabela sugerida abaixo representa as distinções teóricas. Pode ser um exercício interessante para o leitor preenchê-la com autores e publicações de pesquisa representativos.

Construtivismo como uma teoria de:	Aspectos psicológicos	Aspectos epistemológicos
cognição		
aprendizagem		
ensino		
educação		
idéias pessoais		
idéias científicas		
ética e política		
cosmologias		

Os aspectos semânticos/psicológicos e epistemológicos são freqüentemente, e erroneamente, fundidos. Porém, explicar como idéias significativas são geradas, como conceitos são formados, ou como teorias são aprendidas, não significa explicar a exatidão das idéias, dos conceitos ou das teorias. Uma teoria da aprendizagem não é epistemologia: os mecanismos pelo quais se aprende o senso e o contra-senso são os mesmos. O aluno precisa estudar com a mesma dedicação para aprender astrologia e astronomia; os professores que ensinaram o pensamento de Mao

foram tão engajados e inovadores quanto os professores de mineralogia. A teoria da aprendizagem e talvez a própria teoria pedagógica, são cegas quanto ao valor de verdade do que é aprendido. Por isso, não há problema em identificarem-se professores que dominam o ensino do contra-senso.

Infelizmente, é bastante comum na literatura sobre pesquisas, que estudos sobre as crenças da criança sejam descritos como estudos do “conhecimento da criança”. De fato, “crença” e “conhecimento” são sinônimos na maioria dos relatórios de pesquisa construtivista. Por exemplo, Albert Morf afirma que “um potencial para ação será considerado conhecimento se resulta da atividade do sistema cognitivo sobre seus objetos” (Morf 1998, p. 35). O sentido das palavras de Morf é francamente opaco: o que poderia ser um potencial para ação e como ele poderia, por ventura, estar relacionado a quem alega deter conhecimento? Mas, colocando-se esta objeção à parte, tem-se a idéia de que, para Morf, conhecimento é uma questão absolutamente *intra*-subjativa. Se os potenciais cognitivos surgem da atividade no ambiente do indivíduo, então eles são conhecimento.

A falecida Rosalind Driver, uma das mais prolíficas e influentes construtivistas em ensino de ciências internacional, fez, juntamente com Beverley Bell, uma co-autora também muito influente no ensino de ciências na Nova Zelândia, a desconcertante afirmação de que: “Antes de ver a verdade como o ajuste entre as impressões dos sentidos e do mundo real, um construtivista a vê como a adequação de nossas impressões dos sentidos às nossas concepções: a autoridade para a verdade encontra-se em cada um de nós” (Driver & Bell 1986, p. 452). Como se a ciência pudesse ser tão simples assim!

Há uma distinção essencial, reconhecida desde a época de Platão pelo menos, entre crença e conhecimento. Quando se perde esta distinção de vista, psicologia e investigação psicológica transvestem-se em epistemologia e investigação filosófica. Em cada um dos campos da pesquisa construtivista mencionados anteriormente, pode-se constatar que estão sendo feitas *tanto* afirmações semânticas *como* epistemológicas.

Os construtivistas normalmente procuram estudar, e promover no aluno, a aprendizagem e a compreensão. Isto é louvável, contanto que o que seja compreendido seja razoável, racional e mais correto do que incorreto. Há inúmeros erros, concepções errôneas, mitologias, ideologias e fantasias que podem ser compreendidos. Pense só como, na história recente, a educação enquanto instituição abraçou a teoria de aprendizagem behaviorista: em muitas universidades o treino satisfatório de um pombo era um pré-requisito para progredir em um doutorado em educação. Havia muita teorização sofisticada em behaviorismo, porém sua compreensão do processo de aprendizagem humana era bastante limitada. Apesar disto, os educadores ensinavam a

teoria do condicionamento como se ela fosse as Escrituras Sagradas. Pense também sobre a aprendizagem sofisticada que ocorre quando fundamentalistas dominam a ciência da criação, ou quando o Exército Vermelho domina o pensamento do líder Mao. Mais uma vez, há bastante compreensão manifesta, porém pouco conhecimento.

Se pesquisadores e professores limitarem-se a *entender*, e abstiverem-se de *julgar* ou *avaliar*, então a possibilidade de a teoria construtivista levar ao conhecimento, que dirá à emancipação, fica seriamente comprometida. Alguns construtivistas sem dúvida reconhecem que os educadores necessitam de uma epistemologia, algo que poderia ajudá-los a separar o trigo epistemológico do joio psicológico (Glaserfeld 1995), mas o que é normalmente oferecido é alguma variação da expressão “viabilidade pessoal no mundo empírico do indivíduo”. - algo feito mais para se confundir joio com trigo.

## II. Tipos de construtivismo

Existem três principais tradições construtivistas: o construtivismo educacional, o construtivismo filosófico e o construtivismo sociológico. O construtivismo educacional, por sua vez, divide-se em construtivismo pessoal e construtivismo sócio-cultural. O construtivismo pessoal tem suas origens em Piaget, e atualmente é mais claramente professado por Ernst von Glasersfeld. O construtivismo social tem suas origens em Lev Vygotsky e tem sido proclamado por pesquisadores tais como Rosalind Driver, no ensino de ciências, e Paul Ernst, no ensino de matemática. O construtivismo filosófico tem suas origens imediatas no trabalho de Thomas Kuhn, e é mais substancialmente representado por Bas van Fraassen, um recente presidente da Associação de Filosofia da Ciência dos EUA. Este construtivismo filosófico tem suas raízes na linha da filosofia da ciência de Berkeley e, muito anteriormente, na filosofia instrumentalista da Grécia Antiga. Tal tradição tem sido contestada pelos realistas na filosofia da ciência desde de Aristóteles (cf. Matthews 1994, Cap. 8). O construtivismo sociológico é identificado com o “Programa Forte” de Edimburgo e da pesquisa sobre a Sociologia do Conhecimento Científico (SSK)<sup>NT</sup> lá realizada. Nessa tradição, o desenvolvimento da ciência e as mudanças em suas teorias e compromissos filosóficos são interpretados em termos das mudanças das condições e interesses sociais. O poder explanatório do conteúdo cognitivo e do raciocínio lógico é desprezado – o fato de que uma proposição é verdadeira, ou determinado raciocínio é válido, não é tomado como uma explicação da crença na proposição ou aceitação do argumento. Nesta tradição, não são feitas muitas referências aos processos psicológicos: a mente individual é tratada

---

<sup>NT</sup> Foram mantidas as iniciais do inglês.

como uma “caixa preta” e os sociólogos concentram-se principalmente no *input* ou no contexto sociológico e no *output* teórico ou nas declarações de crença. Ou seja, os adeptos do Programa de Edimburgo não pensam que o fato de algo ser verdadeiro e razoável constitua uma explicação do porquê se acredita nisso. Eles acreditam no Princípio da Simetria: a explicação para falsas crenças e para crenças verdadeiras deve ter a mesma feição.

Mesmo dentro do construtivismo educacional existem muitos tipos. Uma revisão identificou dezessete variantes, incluindo contextual, dialética, empírica, de processamento da informação, metodológica, moderada, piagetiana, pós-epistemológica, pragmática, radical, realista e sócio-histórica (Good, Wandersee & St Julien 1993). A essa lista poderia ser acrescentado ainda o construtivismo humanista, (Cheung & Taylor 1991), o construtivismo didático (Brink 1991), o construtivismo sócio-cultural (O’Laughlin 1992), o construtivismo sócio-pragmático (Garrison 1998), o construtivismo sócio-transformativo (Rodríguez 1998) e o construtivismo crítico (Watts, Jofili & Bezerra 1997).

Assim o construtivismo é claramente uma doutrina da facção liberal da “Igreja Anglicana”, o que constitui um problema para sua avaliação. Estes “problemas de identidade” são exacerbados quando alguns construtivistas educacionais simplesmente identificam o construtivismo como uma teoria de aprendizagem não-behaviorista. De fato, para muitos autores, professores e estudantes esse é o significado do construtivismo. Por exemplo, Dennis e Valentina McInerney, em seu texto sobre psicologia educacional, afirmam: “Nós discutimos teorias cognitivas da Psicologia da Gestalt e de Bruner como exemplos do construtivismo pessoal” (McInerney 1998, p. 90).

Os problemas de identidade são ainda mais exacerbados quando outros autores identificam o construtivismo como todas as visões que reconhecem as dimensões social, histórica, e cultural da cognição. Desde pelo menos a época de Hegel e Marx, muitos reconheceram que a proposição “nós pensarmos” determina e define os limites sobre o que “eu penso”. Paulo Freire é um dos muitos autores que defenderam esta visão (Matthews 1980, pp. 88-97). É acertado que os construtivistas enfatizem esta idéia, porém freqüentemente eles permanecem cegos para sua maior implicação: o indivíduo não se defronta com o mundo, e o vivencia, como o arquétipo de Robinson Crusoe. Ele precisa absorver, aprender e ser formado por seu meio social e lingüístico. A linguagem, especialmente a linguagem científica e a matemática, precisa ser dominada e, no final do processo, transmitida. Paradoxalmente, os construtivistas sociais querem abraçar a dimensão “histórico-cultural” da cognição ao mesmo tempo em que se apegam à tese “de que o conhecimento não pode ser transmitido”. Mas, se normas e conceitos culturais não podem ser transmitidos, como eles se tornam parte da constituição cognitiva do indivíduo?

### III. Influência construtivista

Sem dúvida, o construtivismo tem tido muita influência no ensino de ciências e matemática. Um dos ex-presidentes da Associação Nacional para a Pesquisa em Ensino de Ciências (NARST)<sup>NT</sup>, nos EUA, afirmou que: “Parece que está ocorrendo agora uma unificação do pensamento, da pesquisa, do desenvolvimento curricular, e da educação continuada do professor sob a legenda de construtivismo... existe uma falta de debate polarizado” (Yeany 1991, p. 1). Um outro presidente da NARST sugeriu que “há uma guerra de paradigmas sendo travada na educação. A evidência de conflito pode ser encontrada em quase toda faceta da prática educacional... [mas] há evidência da larga aceitação de alternativas ao objetivismo, uma das quais é o construtivismo” (Tobin 1993, p. ix). Uma resenha da pesquisa sobre ensino de matemática observa que “Na segunda metade da década de 80, os documentos públicos que urgiam a introdução de idéias construtivistas radicais nos programas escolares da matemática também começaram a virar a coqueluche do momento” (Ellerton & Clements 1991, p. 58).

A influência do construtivismo estendeu-se para além da comunidade de pesquisadores e especialistas e influenciou um número de propostas curriculares nacionais e documentos educacionais. Falando de recentes reformas educacionais em matemática e ciências nos EUA, Catherine Twomey Fosnot comentou que “A maioria das reformas recentes advogadas por grupos profissionais nacionais baseiam-se no construtivismo. Por exemplo, o Conselho Nacional dos Professores de Matemática...e... a Associação Nacional dos Professores de Ciências” (Fosnot 1996 p. x). Os Padrões para Preparação de Professores da Associação Nacional de Professores de Ciências --- padrões segundo os quais o valor dos programas institucionais para educação continuada de professores devem ser avaliados --- são plenamente endossados pelo construtivismo. O componente referente à matemática tanto dos Perfis Nacionais na Austrália como do Currículo Nacional na Inglaterra é influenciado pelo pensamento construtivista.

Grandes esperanças são depositadas no construtivismo, com dois de seus proponentes em ensino de ciências dizendo que ele “pode servir como uma alternativa para as suposições, os palpites, e o folclore que têm guiado nossa profissão por mais de 100 anos” (Mintzes & Wandersee 1998, p. 30). O ensaio introdutório de uma recente antologia construtivista anuncia que: “ ‘o construtivismo crítico’ opõe-se à imaterialidade sócio-política absoluta tão freqüentemente encontrada hoje” (Larochelle & Bednarz 1998, p. 20). Mais um outro dentre os principais defensores do

---

<sup>NT</sup> Idem nota anterior.

construtivismo afirma que: “Se a teoria do saber na qual o construtivismo se inspira fosse adotada como hipótese de trabalho, ela poderia provocar mudanças significativas na prática geral da educação” (Glaserfeld 1989, p. 135). Não resta dúvida de que tais mudanças ocorreriam.

#### **IV. A epistemologia construtivista**

A epistemologia é claramente o coração do construtivismo. Ela é a supostamente nova concepção de conhecimento, em geral, e conhecimento científico, em particular, que vem alimentando duas décadas de entusiasmo construtivista. Jere Confrey, um proeminente educador americano na área da matemática, escreveu:

*Colocando em termos simples, o construtivismo pode ser descrito essencialmente como uma teoria sobre os limites do conhecimento humano, uma crença de que todo conhecimento é necessariamente um produto de nossos próprios atos cognitivos. Não podemos ter conhecimento direto ou imediato de qualquer realidade objetiva ou externa. Construimos nosso entendimento através de nossas experiências, e o caráter de nossa experiência é influenciado profundamente por nossas lentes cognitivas. (Confrey 1990, p. 108)*

Grayson Wheatley, um professor de ciências canadense, disse:

*A teoria do construtivismo repousa em dois princípios fundamentais... O primeiro princípio afirma que o conhecimento não é passivamente recebido, mas é ativamente construído pelo sujeito cognoscente... O segundo princípio afirma que a função da cognição é adaptativa e serve para a organização do mundo experiencial, não para a descoberta da realidade ontológica... Assim nós não encontramos verdades, mas construímos explicações viáveis para nossas experiências (Wheatley 1991, p. 10).*

O caso paradigmático do construtivismo com relação ao conhecimento é o do indivíduo que se defronta com o mundo e atribui sentido a suas experiências: a socialização, a enculturação e a aquisição da linguagem são relegadas a um segundo plano. Por exemplo, em um artigo que elabora a epistemologia construtivista, Alan Morf afirmou que: “Eu considero o conhecimento como *potencialidades para a ação geradas a partir da experiência*” (Morf 1998, p. 36), e ele se refere às primeiras interações da criança com o meio ambiente como exemplo típico dessa espécie de

conhecimento. Em um artigo que explica as implicações do construtivismo para professores de ciências na ativa, Anthony Lorschach e Kenneth Tobin escreveram:

*A epistemologia construtivista afirma que as únicas ferramentas disponíveis para um sujeito cognoscente são os sentidos. Somente através da visão, da audição, do tato, do olfato e do paladar o indivíduo interage com o ambiente. Com essas mensagens dos sentidos, o indivíduo constrói uma imagem do mundo. Portanto, o construtivismo declara que o conhecimento reside nos indivíduos. (Lorschach & Tobin 1992, p. 5)*

Este quadro individualista lockeano da origem dos conceitos é extremamente falho, porém é o alicerce sobre o qual muitas análises construtivistas e recomendações pedagógicas repousam. A tese lockeana é aplicada não somente às origens dos conceitos, mas também para sua *avaliação*: lembre-se da afirmativa de Driver e Bell de que “a *autoridade* para a verdade para a verdade encontra-se em cada um de nós” (meu grifo). Contudo, ao contrário do que afirma tal asserção, as pessoas não constroem significados a partir de estímulos sensoriais, mas aprendem os significados, e podem aprendê-los de forma mais ou menos precisa. Nós empurramos um objeto e recebemos vários estímulos sensoriais. Porém, nenhum deles se converte nas idéias de “pressão”, “elasticidade”, “força” e “esforço” ou “tensão”, até que tenhamos aprendido tais palavras e como elas são definidas. Definições (significados) não são “construídos” pelo indivíduo, elas são “aprendidas” por ele. Os significados são de domínio público, eles precisam ser enculturados. As noções e idéias são de domínio privado; sua etiologia é variada e, sem dúvida, de interesse para psicólogos e sociólogos, mas de interesse limitado, ou talvez mesmo nenhum, para a epistemologia.

Em outros momentos critiquei a epistemologia construtivista como sendo basicamente um empirismo arcaico numa roupagem moderna ou, como eu já disse, “vinho velho em novas garrafas” (Matthews 1993, 1994 cap. 7). Já houve outras críticas filosóficas ao construtivismo; dentre as mais sistemáticas figura a de Nola (1997). Mas a avaliação crítica mais minuciosa desta visão foi feita pelo falecido Wallis Suchting, que concluiu:

*Em geral, longe de ser o que alegava, ou seja, a Nova Era em filosofia da ciência, mesmo um ouvido pouco perceptivo pode detectar a voz familiar de um empirismo subjetivista tradicional e deveras primitivo, com alguns matizes de procedências tão diversas quanto Piaget e Kuhn. (Suchting 1992, p. 247)*

## V. O dilema da evidência

Embora os construtivistas recorram a realidades sobre a aprendizagem humana e a ciência, há um problema, porque, para muitos construtivistas a realidade esfacela-se na “minha experiência da realidade”. Isso é comparável, e não por acaso, ao que aconteceu à realidade com o empirismo do século XVIII de Bishop Berkeley, para quem o mundo newtoniano reduziu-se à experiência que indivíduo tinha dele (Matthews 1993). Antonio Bettencourt é um dentre muitos construtivistas que dizem: “... o construtivismo, como o idealismo, sustenta que somos cognitivamente isolados da natureza da realidade... Nosso conhecimento é, quando muito, um mapeamento das transformações permitidas por essa realidade” (Bettencourt, 1993, p 46).

Impõe-se aos construtivistas um “dilema da evidência”: eles desejam recorrer à natureza das realidades cognitivas (os processos de aprendizagem) e das realidades epistemológicas (especialmente a história da ciência e da matemática) para fundamentar suas propostas epistemológicas, curriculares e pedagógicas; porém, simultaneamente afirmam que tal realidade não pode ser conhecida e, para alguns, ela nem mesmo existe. Um pesquisador que lidera na defesa do “construtivismo sócio-transformativo” (STC)<sup>NT</sup>, e que sustenta a posição com um estudo de uma sala de aula de métodos de ciência, pondera:

*Observe que ao usar o termo **evidência empírica**, eu não estou adotando uma postura empiricista ou realista, nem qualquer outra orientação ocidental. Uso o termo ‘evidência empírica’ com o entendimento de que o conhecimento é socialmente construído e sempre parcial. Por ‘evidência empírica’, quero dizer que a informação foi sistematicamente reunida e exposta a uma variedade de testes metodológicos. Por isso, neste estudo, não finjo capturar o mundo real dos participantes da pesquisa (realismo), nem o seu mundo experiencial (empirismo). O que eu, de fato, tento é fornecer espaços onde as vozes e subjetividades dos participantes são representadas junto com minha própria voz e subjetividades. (Rodriguez 1998, p. 618)*

Desses “espaços” de evidência simplesmente qualquer conclusão pode resultar. E se isto ocorre, a razão para se fazer pesquisa em educação torna-se misteriosa ou, no mínimo, problemática.

---

<sup>NT</sup> Idem nota anterior.

À medida que mudam as lentes, aparentemente também muda a realidade; pesquisadores com diferentes lentes vivem em mundos diferentes, tendo que necessariamente apelar para diferentes “realidades” para sustentar suas alegações. Exatamente quem detém a realidade mais real, ou de quem é a realidade que deve dirigir a política educacional e o apoio financeiro, não está claro. Dois construtivistas, citando o trabalho de Guba e Lincoln, afirmam: “As noções de confiança e validade são incomensuráveis para a pesquisa e a avaliação construtivistas, e são substituídas pelos critérios paralelos de credibilidade e confiabilidade” (Roth & Roychoudhury 1994, p 11).

É claro que há problemas interpretativos difíceis concernentes à relação da evidência com a teoria; há os problemas em definir-se credibilidade e validade para os instrumentos e dados da pesquisa. Os bons pesquisadores são conscientes dessas dificuldades e sutilezas e fazem o máximo para superá-las. Os construtivistas, entretanto, criam uma barreira *em princípio* entre evidência e teoria. Isso deixa, então, espaço para ideologia, interesses pessoais e do grupo, ou apenas um certo “sentir-se bem” determinarem a escolha da teoria e a política educacional.

## VI. Novas palavras, velhas realidades?

O construtivismo introduziu algumas novas palavras e significados, tomou emprestada a terminologia das tradições educacionais progressivas e apropriou-se de conceitos de fontes pós-modernas. Contudo, não está claro que novas realidades tenham sido identificadas, ou que as velhas realidades sejam melhor explicadas. Nem está claro que problemas de epistemologia existentes há tanto tempo tenham sido evitados, transcendidos ou, que dirás, resolvidos. Traduções, tais como as que se seguem, podem facilmente ser feitas a partir da linguagem construtivista para o inglês padrão ou para a filosofia da ciência ortodoxa.

Nova linguagem construtivista	Velha linguagem ortodoxa
perturbação	anomalia
viabilidade	confirmação
construção do conhecimento,	aprendizagem
facilitar a transformação cognitiva	ensino
Esquema	teoria
ecologia conceitual	idéias
acomodação	mudança na teoria

negociação de significado	discussão
processos interativos dialógicos	discussão
compromisso do estudante	prestar atenção
comportamento que desvia da tarefa de aula	não prestar atenção
comunidade discursiva	grupo
comunidades discursivas distintas	grupos diferentes
construção pessoal do significado	compreensão
discurso	escrita
discurso verbal	fala
recursos discursivos	conceitos
habitus	ambiente cultural
violência simbólica	novas idéias que podem ameaçar crenças básicas
ferramentas mediadoras	gráficos
artefatos de conversação	diagramas
dispositivos de inscrição	desenhos, diagramas e gráficos
aprendizado cognitivo.	educação

Empregando-se tal manual de tradução, as passagens construtivistas que se seguem podem ser reescritas em termos simples e corriqueiros.

Linguagem construtivista	Linguagem simples
Uma vez que a co-participação envolve a negociação de uma linguagem compartilhada, o foco recai na sustentação de um sistema dinâmico no qual os recursos discursivos desenvolvem-se numa direção que é restringida pelos valores da cultura predominante, ao mesmo tempo em que demonstram respeito pelo habitus dos participantes de culturas minoritárias; sempre protegendo-se da debilidade da violência simbólica. (Tobin 1998. p. 212)	Ensine de tal maneira que demonstre sensibilidade para com aos valores culturais.

<p>...através de nossa presença como facilitadores e mentores, podemos fornecer ambientes que são restritos e têm complexidade mínima, para que os estudantes possam construir conhecimento conceitual e procedimental com pouco risco de falha. (Roth 1993, p. 168)</p>	<p>Os alunos têm mais chances de aprender se os professores organizam os materiais e as aulas de forma que as coisas simples são trabalhadas primeiro.</p>
<p>[O construtivismo] sugere um ponto em comum entre os estudantes da ciência na escola e os pesquisadores na medida em que eles se esforçam para dar sentido às perturbações em suas respectivas realidades experienciais. (Taylor 1998, p. 1114)</p>	<p>Estudantes e cientistas ficam intrigados ao se defrontarem com anomalias.</p>
<p>As práticas discursivas em aulas de ciências diferem substancialmente das práticas de argumentação e investigação científicas exercidas dentro das várias comunidades de cientistas profissionais. (Driver et al. 1994, p. 9)</p>	<p>A aprendizagem do aluno difere da pesquisa científica.</p>
<p>Construir significado é, pois, um processo dialógico que envolve atores em interação, e a aprendizagem é vista como o processo pelo qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por membros mais experientes. Enquanto isto acontece, eles “apropriam-se” das ferramentas culturais através de seu envolvimento nas atividades dessa cultura (Driver et al. 1994, p. 7).</p>	<p>O aluno necessita da assistência do professor quando aprende novos conceitos.</p>
<p>Se o aluno deve aprender ciências como uma forma de discurso, então é preciso que eles</p>	<p>O aluno precisa de novos conceitos e</p>

<p>adaptem seus recursos de linguagem à medida que praticam ciências em ambientes nos quais aqueles que sabem ciências ajudam-nos a aprender através de atividades interessantes nas quais ocorre a co-participação. (Tobin, McRobbie &amp; Anderson 1997, p. 493).</p>	<p>vocabulário para aprender ciências.</p>
<p>Nossa visão micro-analítica dos processos de aprendizagem em um grupo mostrou o quanto a evolução das atividades dos alunos dependiam de características do contexto físico, das contribuições do discurso de cada membro do grupo, de ações materiais sobre e com artefatos educativos, de interpretações contingentes e do histórico progresso da própria atividade. (Duit et. al. 1998, p. 1070)</p>	<p>O que o aluno faz em uma sala de aula sofre a influência dos colegas do grupo e da disponibilidade de recursos educacionais e materiais didáticos.</p>

Não há um problema em princípio com termos teóricos e vocabulário especializado: as ciências naturais são repletas deles. Mas, enquanto as ciências naturais utilizam termos teóricos para simplificar assuntos complexos, as ciências sociais, pelo menos nos exemplos acima, empregam os termos teóricos para tornar complexos temas simples. Isto fica particularmente bizarro quando os construtivistas em ensino de ciências amiúde acusam os professores de ciências ortodoxos de cometerem “violência simbólica” e de confundirem os alunos com terminologia e conceitos obtusos. George Elliot deu um bom conselho quando escreveu: “Temos que nos empenhar um pouco para nos mantermos sensatos e chamarmos as coisas pelos nomes que as pessoas geralmente usam”. Se este conselho não é seguido, então a pesquisa em ensino de ciências corre o risco de ser ainda mais ignorada por professores e administradores e, de tornar-se a província do conhecimento de um grupo hermético cuja pertença é restrita àqueles que sabem que “artefato educativo” é uma cifra para “material didático”.

## VII. Entre a cruz e a caldeirinha: existe uma pedagogia construtivista?

Os construtivistas querem esquivar-se da Aprendizagem por meio de descobertas, mas, ao mesmo tempo, evitar modos tradicionais de ensino por transmissão. Na verdade, a plataforma teórica sobre a qual se assenta o construtivismo é a alegação de que nem o conhecimento, nem o significado, podem ser transmitidos. No prefácio de um livro que advoga a pedagogia construtivista, Catherine Fosnot diz: “Os professores que baseiam sua prática no construtivismo rejeitam a noção de que o significado pode ser passado para os alunos por meio de símbolos ou de transmissão” (Fosnot 1996, p. ix). Outros construtivistas afirmaram:

*O ensino baseado nesta visão tradicional de ciência tenta transmitir aos alunos conceitos que são precisos e sem ambigüidade, através do uso de uma linguagem capaz de transferir idéias dos especialistas aos novatos... O novo paradigma [o construtivismo] considera a ciência como uma construção humana e social e vê a aprendizagem como uma construção pessoal de um novo conhecimento. (Carr et al.1994, pp. 147, 149)*

Beverly Bell, uma construtivista de destaque na Nova Zelândia, escreveu: “conhecimento é a construção pessoal do indivíduo e não existe externamente para ser transmitido” (Bell, 1986, p. 6). Dois construtivistas australianos proclamaram no início de um estudo que: “Nós criticamos os professores que empregam métodos diretos de instrução e enfatizam a transmissão do conteúdo” (Widly & Wallace 1995, p. 143).

Todavia, se a descoberta é repelida por um lado e a transmissão é rejeitada pelo outro, então como se espera que o construtivismo possa guiar o ensino?

Há uma década atrás esta inquietação motivou um seminário no King’s College, em Londres. Em suas próprias palavras, os organizadores:

*[E]stavam procurando explorar, a partir de pontos de vista deliberadamente críticos, um movimento [o construtivismo] que parece ter assumido uma vida própria como a abordagem para compreender como se dá o processo de aprendizagem de ciências por parte da criança. (Black & Lucas,1993, p. xii)*

Eles acreditavam que “esse campo de trabalho [a aprendizagem de ciências por parte das crianças] tem sido forte em termos de dados, porém fraco no que tange à teoria” (Black & Lucas, 1993, p. 230). Além disso, o que é importante é que eles

reconheceram que: “é decepcionante que o trabalho recente sobre as idéias intuitivas da criança acerca do mundo natural tenha sido, até então, pouco compensador em termos de melhoria da prática em sala de aula.” (p. 190)

A falta de orientação pedagógica é particularmente visível em relação ao ensino do conteúdo de ciências. Richard White, um construtivista proeminente, disse que “embora a pesquisa sobre concepções alternativas tenha gerado interesse no conteúdo, ela não produziu nenhuma recomendação clara sobre como se ensinarem diferentes tópicos”. (Fensham, Gunstone & White, 1994, p. 255). Dada a necessidade para qualquer programa de ciências de ensinar o conteúdo de ciências e, dadas as centenas de milhares de dólares investidos em pesquisa que têm sido desperdiçadas no programa construtivista, essa é uma falha grave.

A dificuldade imposta ao construtivismo pelo ensino do conteúdo de ciências não é somente de ordem prática, é uma dificuldade que expõe o problema *teórico* crucial para o construtivismo – se o conhecimento não pode ser comunicado, e se o conhecimento deve ser uma questão de construção pessoal, então como as crianças podem alcançar o conhecimento de esquemas conceituais complexos que demoraram centenas de anos para serem construídos? Muitos educadores em ciências estão interessados em descobrir como pode alguém, baseado em princípios construtivistas, ensinar um corpo de conhecimento científico que é em grande parte abstrato (que depende de noções tais como velocidade, aceleração, força e gene), que é distanciado da experiência (proposições sobre a estrutura atômica, processos celulares e eventos astronômicos), que não tem conexão com concepções prévias (noções de vírus, anticorpos, fusão nuclear, evolução e radiação eletromagnética), e que é estranho ao senso comum e contraria expectativas e conceitos quotidianos.

Os construtivistas abordaram esse problema em um seminário internacional que aconteceu na Monash University em 1992. As atas deste seminário foram publicadas sob o título *O conteúdo das ciências: uma abordagem construtivista de seu ensino e aprendizagem* (Fensham, Gunstone & White 1994). Rosalind Drive também forneceu uma contribuição intitulada “Planejando e ensinando um tópico de química a partir de uma perspectiva construtivista”. Ela e seus colaboradores mandaram que as crianças colocassem pregos em diferentes lugares e observassem com que rapidez eles enferrujavam. Ela comentou que:

*A teoria de que a ferrugem é uma reação química entre ferro, oxigênio e água, resultando na formação de uma nova substância, não é uma teoria que os alunos provavelmente gerariam por si próprios. (Driver, 1994, p. 206)*

Decerto que não!

Após dez páginas descrevendo como o professor tenta “manter os alunos raciocinando... e ainda assim guiá-los aos objetivos de aprendizagem pretendidos” (p. 207) nos é dito que “O processo de investigação de idéias e teorias pessoais pode levar os alunos a refletir sobre elas e questioná-las. Ao mesmo tempo, é improvável que ele os leve à visão científica” (p. 218).

Exatamente.

Mas onde isso insere o construtivismo como uma teoria supostamente útil para professores de ciências? Parece que os construtivistas encontram-se entre a cruz e a caldeirinha. Eles e todo o mundo devem concordar com as críticas de Richard Dearden’s aos programas de Aprendizagem por meio de descoberta dos anos 60:

*Longe de ser uma brincadeira de correr ao redor de um jardim, aprender ciências e aquilo que é característico da investigação científica envolve uma iniciação em uma tradição social de pesquisa e é, portanto, algo que, de um jeito ou de outro, tem que ser ensinado. (Dearden 1967, p. 143)*

Observe que Dearden diz “de um jeito ou de outro” as ciências têm que ser ensinadas. Não há nenhuma conexão automática entre o modelo de educação por transmissão e a pedagogia alienante e autoritária. Assim como existem muitas maneiras de esfolar-se um gato, há também muitas formas de ensinar-se algo. Mas, no centro das ciências encontram-se conceitos que precisam, em primeiro lugar, ser entendidos. Os conceitos científicos são construções históricas e sociais, eles são *definidos*; e definições não são descobertas ou construídas. Os alunos não descobrem, muito menos constroem, o que significa *momento, potência, aceleração, valência, força, massa, peso, oxidação* e assim por diante; eles *aprendem* o que estes termos significam. Eles podem aprender mais ou menos satisfatoriamente a depender de seu preparo e de os conceitos serem bem, ou mal, apresentados; e eles têm que se esforçar em sua aprendizagem. Mas isto tudo fica bem distante da idéia de os alunos construírem suas próprias definições de conceitos científicos e, há anos-luz de distância da possibilidade de os alunos serem árbitros da verdade, ou de grupos de alunos negociarem verdades.

Já há alguns indícios encorajadores de que os construtivistas, ou pelo menos alguns deles, não estão permitindo que a retórica da “não transmissão” interponha-se no caminho do bom ensino. Os pesquisadores australianos citados anteriormente, que “criticaram os professores que empregam instrução direta”, pesquisaram, contudo, um professor que “enfaticava mais a cobertura do que o entendimento, o ensino sobre a avaliação e a instrução para todo o grupo, [e que não

conseguiram] levar em conta o conhecimento prévio dos alunos” (Wildy & Wallace 1995, p. 149). Eles “entraram na situação de pesquisa com uma visão construtivista do bom ensino como nosso sistema de referência original” (p. 152), mas, surpreendentemente, eles descobriram que o professor ensinou bem, os alunos gostaram de suas aulas, os índices de desistência eram inferiores em comparação aos observados em aulas construtivistas, e assim por diante. Eles admitem que precisaram “reexaminar os preconceitos sobre o bom ensino”. Porém, em vez de abandonar o construtivismo como um “referencial para o bom ensino”, eles fizeram do professor um construtivista honorário: “Ele partiu, não do conhecimento que os alunos tinham física isoladamente, mas em seu conhecimento de física em relação à cultura escolar para ajudá-los a atingirem o sucesso acadêmico. Neste sentido, pode-se argumentar que o senhor Ward era um professor ‘construtivista’ ” (p. 154). Retórica à parte, isso sugere que o construtivismo é uma doutrina de facção liberal da “igreja Anglicana”.

Outro construtivista esquematizou algumas aulas maravilhosas sobre o clima, mas acrescentou: “Em algum momento, o professor terá que introduzir um novo conceito... quando ensinamos à criança sobre o clima, por exemplo, introduzimos a noção de massas de ar em movimento, ou frentes” (Fisher 2000, p. 72). Ainda um outro construtivista escreveu que “a aprendizagem por meio de descoberta pode ser bastante eficaz”, e logo acrescentou de forma conciliatória “Mas você talvez tenha que dar à criança diretamente as ferramentas que lhe permite fazer descobertas” (Fisher 2000, p. 72).

Portanto, parece que, pelo menos para alguns, só se entoa o mantra da “não transmissão” da boca para fora: ele se tornou uma bandeirinha que balança suavemente de acordo com a brisa, como afirmou Louis Althusser uma vez a respeito dos slogans marxistas do Partido Comunista Francês.

## VIII. Conclusão

O construtivismo prestou um serviço ao ensino de ciências e de matemática ao enfatizar mais uma vez a importância do conhecimento prévio e dos conceitos que ainda permanecem no processo de aprendizagem de novas matérias, ao salientar a importância da compreensão como um objetivo da instrução em ciências, ao promover o envolvimento do aluno nas aulas, e outras questões progressivas assim. Mas educadores liberais podem dizer acertadamente que essas são banalidades pedagógicas e que o reconhecimento disto remonta, no mínimo, a Sócrates. É claro que se pode ter o melhor da pedagogia construtivista sem a epistemologia construtivista – Sócrates, Montaigne, Locke, Mill e Russell são apenas alguns dos que combinaram pedagogia envolvente, semelhante à construtivista, com epistemologia não construtivista. O

questionamento e a discussão dos alunos, o coração das aulas construtivistas, eram também o cerne da pedagogia socrática no séc IV. a.C.

O construtivismo também tem sido útil por tornar os educadores conscientes da dimensão humana das ciências, sua falibilidade, sua conexão com a cultura e os interesses, o lugar da convenção na teoria científica, a historicidade dos conceitos, os procedimentos complexos da avaliação da teoria e muito mais. Porém, mais uma vez os filósofos realistas podem sustentar com razão que o construtivismo não detém o monopólio desses *insights*. Estes também podem ser encontrados no trabalho de pensadores tão diversos quanto Mach, Duhem, Bachelard, Popper e Polanyi.

Além disso, é louvável que alguns construtivistas preocupem-se com o “grande quadro” da educação: os contextos éticos, políticos, ideológicos da escolaridade e da aprendizagem. Mas essas são questões difíceis que têm ocupado os filósofos da educação desde Platão. Não está de forma alguma claro que haja quaisquer respostas exclusivamente “construtivistas” para elas. E na medida em que o construtivismo mantém-se próximo ao cerne da de sua teoria da aprendizagem, é improvável que venham a existir quaisquer respostas exclusivamente construtivistas para as questões normativas do grande quadro.

O fato de que tantos professores de ciências contemporâneos tenham abraçado uma ou outra versão do construtivismo pode indicar a profundidade da chatice e da rotina em que caiu o ensino de ciências. Indubitavelmente, currículos inchados, conteúdos remotos e desconexos, avaliações sem sentido, aprendizagem alienante, ensino autoritário e sem reflexão, e muito mais, têm caracterizado as aulas de ciências por todo o planeta – a ponto de um estudante em Sídney afirmar que o curso era “uma marcha forçada através de um país desconhecido sem tempo para se olhar para os lados”. Mas os professores não necessitam abraçar *qualquer* componente do construtivismo para censurar esses travestis da educação e para lutar por algo melhor em seu lugar. Para tanto, as visões educacionais liberais antigas bem como as da filosofia realista são suficientes.

### **Referências Bibliográficas:**

BELL, B.F.: 1986. ‘The Form 1-5 Science Review – Effecting Change’, *New Zealand Science Teacher* 48(6-9)

BELL, B.F. 1991, ‘A constructivist view of learning and the draft forms 1-5 science syllabus, *SAME Papers* 1991, 154-180.

- BENTLEY, M.L. 1998, 'Constructivism as a Referent for Reforming Science Education'. In M. Larochele, N. Bednarz & J. Garrison (eds.) , *Constructivism and Education*, Cambridge University Press, pp. 233-249.
- BETTENCOURT, A. 1993, 'The Construction of Knowledge: A radical Constructivist view'. In. K. Tobin (Ed.) *The Practice of Constructivism in Science Education*, AAAS Press, Washington, DC., 39-50.
- BRASS, K. & DUKE. M. 1994, 'Primary Science in a Integrated Curriculum'. In. P. Fensham, R. Gunstone & R. White (eds.) *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning*, Falmer Press, London, pp. 100-111.
- BRINK, J. VAN DEN 1991, 'Didactic Constructivism'. Ins. E. von Glasersfeld (ed.) *Radical Constructivism in Mathematics Education*, Kluwer, Dordrecht, pp. 195-227.
- CARR, M., BARKER, M., BELL, B., Biddulph, F., Jones, A., Kirkwood, V. Pearson, J., & Symington, D.: 1994, '*The Constructivist Paradigm and Some Implications for Science Content and Pedagogy*'. In P. Fensham, R. Gunstone & R. White (eds.), *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning*, Falmer Press, London, pp. 147-160.
- CHEUNG, K. C. & TAYLOR, R. 1991, "Towards a Humanistic Constructivist Model Of Science Learning: Changing Perspectives and Research Implications", *Journal of Curriculum Studies* 23(1).
- CONFREY, J.: 1990, 'What Constructivism Views on the Teaching and Learning of Mathematics, *Constructivist Views on the Teaching and Learning of Mathematics*, National Council of Teachers of Mathematics, Reston, V.A. pp.107-124.
- DRIVER, R. & BELL, B.: 1986, 'Students' Thinking and the Learning of Science: A Constructivist View', *School Science Review* 67(240), 443-456.
- DRIVER, R. ASOKO, H., LEACH, J., MORTIMER, E. & SCOTT, P. 1994, 'Constructing Scientific Knowledge in the Classroom', *Educational Researcher* 23(7), 5-12.
- DUIT, R., ROTH, W. M., KOMOREK, M. & WILBERS, J.: 1998, 'Conceptual Change cum Discourse Analysis to Understand Cognition in a United on Chaotic Systems: Towards an Integrative Perspective on Learning in Science', *International Journal of Science Education* 20(9), 1059-1073.

- ELLERTON, N. & CLEMENTS, M.A. 1991, *Mathematics in Language: A Review of Language Factors in Mathematics Learning*, Deakin University Press, Geelong, Victoria.
- FISHER, A. 2000, 'Natural Genius', *Popular Science* 256(91), 68-72.
- FLEURY, S. C. 1998, 'Social Studies, Trivial Constructivism, and the Politics of Social Knowledge'. In M. Larochelle, N. Bednarz & J. Garrison (eds), *Constructivism and Education*, Cambridge University Press, pp. 156-172.
- FOSNOT, C. T. (ed): 1996, *Constructivism: Theory, Perspectives, and Practice*, Teachers College Press, New York.
- GARRISON, J. W. 1998, 'Toward a Pragmatic Social Constructivism'. In M. Larochelle, N. Bednarz & J. Garrison (eds), *Constructivism and Education*, Cambridge University Press, pp. 43-60.
- GEARY, D. C. 1995, 'Reflections of Evolution and Culture in Children's Cognition: Implications for Mathematical Development and Instruction', *American Psychologist* 50(1), 24-37.
- GLASERSFELD, E. VON 1989, 'Cognition, Construction of Knowledge and Teaching' *Syntheses* 80(1), 121-140.
- GLASERSFELD, E. VON 1995, *Radical Constructivism. A Way of Knowing and Learning*, The Falmer Press, London.
- GOOD, R., WANDERSEE, J. & ST. JULIEN, J. 1993, 'Cautionary Notes on the Appeal of the New "Ism" (Constructivism) in Science Education. In K. Tobin (ed.) *Constructivism in Science and Mathematics Education*, AAAS, Washington DC, pp.71-90.
- HARDY, M.D. & TAYLOR, P.C. 1997, 'Von Glasersfeld's Radical Constructivism: A Critical Review', *Science Education* 6(1-2), 135-150.
- HAWKINS, D. 1994, 'Constructivism: Some History'. In P. Fensham, R. Gunstone & R. White (eds) *The Content of Science: A Constructivism Approach to its Teaching and Learning*, Falmer Press, London, pp. 9-13.

- LAMBERT, L., WALKER, D., ZIMMERMAN, D., COOPER, J., LAMBERT, M., GARDNER, M. & FORD-SALCK, P. 1995, *The Constructivist Leader*, Teachers College Press, New York.
- LAROCHELE, M. & BEDNARZ, N. 1998, 'Constructivism and Education Beyond Epistemological Correctness'. In Larochelle, M., Bednarz, N. & Garrison, J. (eds), *Constructivism and Education*, Cambridge University Press, Cambridge, pp. 3-20.
- LORSBACH, A. & TOBIN, K. 1992, 'Constructivism as a Referent for Science Teaching', *NARST Newsletter* 30, 5-7.
- MATTHEWS, M. R. 1980, 'Knowledge, Action and Power'. In R. Mackie (ed.) *Literacy and Revolution: The Pedagogy of Paulo Freire*, Pluto Press, London, pp.82-92.
- MATTHEWS, M. R. 1993, 'Old Wine in New Bottles: A Problem With Constructivist Epistemology' In H. Alexander (ed), *Philosophy of Education Society*. Philosophy of Education Society, Urbana IL., pp. 303-311.
- MATTHEWS, M.R. 1994, *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*, Routledge, New York.
- MATTHEWS, M.R. (ed.) 1998, *Constructivism and Science Education: A Philosophical Examination*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- MCINERMEY, D.M & V. 1998, *Educational Psychology: Constructing Learning*, Prentice Hall, Sydney.
- MINTZES, J.J. & WANDERSEE, J.H. 1998, 'Reform and Innovation in Science Teaching: A Human Constructivist View'. In J.J. Mintzes, J.H. Wandersee & J.D. Novak, J.D., (eds), *Teaching Science Understanding: A Human Constructivist View*, Academic Press, San Diego, pp. 29-92.
- MORF, A. 1998, 'An Epistemology for Didactics: Speculations on Situating a Concept'. In M. Larochelle, N. Bednarz & J. Garrison (eds), *Constructivism and Education*, Cambridge University Press, pp. 29-42.
- NOLA, R. 1997. 'Constructivism in Science and in Science Education: a Philosophical Critique', *Science & Education* 6(1-2), 55-83. Reproduced in M. R. Matthews (ed.),

*Constructivism in Science Education: A Philosophical Debate*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1998.

O'LOUGHLIN, M. 1992, 'Rethinking Science Education: Beyond Piagetian Constructivism Toward a Sociocultural Model of Teaching and Learning'; *Journal of Research in Science Teaching* 29(8), 791-820.

PÉPIN, Y. 1998, 'Practical Knowledge an School Knowledge: A Constructivism Representation of Education'. In M. Larochele, N. Bednarz & J. Garrison (eds), *Constructivism and Education*,. Cambridge University Press, pp. 173-192.

PHILLIPS, D.C. 1995. 'The Good, the Bad and the Ugly: The Many Faces of Constructivism', *Educational Researcher* 24(7), 5-12.

PHILLIPS, D. C. 1997, 'How, Why, What, When, and Where: Perspectives on Constructivism in Psychology and Education', *Issues In Education* 39@), 151-194.

POPPER, K. R. 1963, *Conjectures and Refutations: The Growth of Scientific Knowledge*, Routledge & Kegan Paul, London.

RODRIGUEZ, A.J. 1998, 'Strategies for Counterresistance: Toward Sociotransformative Constructivism an Learning to Teach Science for Diversity and for Understanding', *Journal of Research in Science Teaching* 35(6), 589-622.

ROTH, M.. W. 1993, 'Construction Sites: Science Labs an Classrooms, In. K. Tobin (ed.) *The Practice of Constructivism in Science Education*, AAAS Press, Washington, DC, pp. 145-170

ROTH, M. W. & ROYCHOUDHURY, A. 1994, 'Physics Students' Epistemologies and Views about Knowing and Learning' *Journal of Research in Science Teaching* 31(1), 5-30.

SOLOMON, J. 1994. 'The rise and Fall of Constructivism', *Studies in Science Education* 23, 1-19.

SCHUTING, W.A. 1992, 'Constructivism Deconstructed', *Science & Education* 1(3), 223-254.

TAYLOR, P. C. 1998, 'Constructivism: Value Added'. In B. J. Fraser & K. G. Tobin eds.) *International Handbook of Science Education*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 1111-1123.

- TOBIN, K. 1991, 'Constructivist Perspectives on Research in Science Education', paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Lake Geneva, Wisconsin.
- TOBIN, K. (ed.) 1993, *The Practice of Constructivism in Science and Mathematics Education*, AAAS Press, Washington DC.
- TOBIN, K. 1998, 'Sociocultural Perspectives on the Teaching and Learning of Science'. In M. Larochelle, N. Bednarz & J. Garrison (eds), *Constructivism and Education*, Cambridge University Press, pp. 195-212.
- TOBIN, K. MCROBBIE, C. & ANDERSON, D. 1997, 'Dialectical Constraints to the Discursive Practices on a High School Physics Community', *Journal of Research in Science Teaching* 34(5), 491-507.
- WATTS, D. M. 1994, 'Constructivism, Re-constructivism and Task-orientated Problem-solving' In P. Fensham, R. Gunstone & R. White (eds.) *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning and Learning*, Falmer Press, London, pp. 39-58.
- WATTS, D. M., JOFILI, Z. & BEZERRA, R. 1997. 'A Case for Critical Constructivism and Critical Thinking in Science Education', *Research in Science Education* 27(2), 309-322.
- WEATLEY, G. H. 1991, 'Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning', *Science Education* 75(1), 9-22.
- WILDY, H. WALLACE, J. 1995, 'Understanding Teaching or Teaching for Understanding: Alternative Frameworks for Science Classrooms', *Journal of Research Teaching* 32(2), 143-156.
- YEANY, R. H. 1991. 'A Unifying Theme in Science Education?' *NARST News* 33(2), 1-3.