

**FORMAS DE CONSTRUTIVISMO:
TEORIA DA MUDANÇA CONCEITUAL E CONSTRUTIVISMO CONTEXTUAL***

Charbel Niño El-Hani

Grupo de Pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Ciências Biológicas
Instituto de Biologia, UFBA.

Programa de Pós-Graduação Estudos Interdisciplinares sobre Ciência e Educação (UFBA-UEFS). Doutorado, Faculdade de Educação, USP, Brasil.

Bolsa PICDT-CAPEL.

e-mail: charbel@ufba.br

Nelio Marco Vincenzo Bizzo

Departamento de Metodologia de Ensino e Educação Comparada (EDM)

Faculdade de Educação, USP.

Bolsa de Produtividade do CNPq/MCT.

e-mail: bizzo@usp.br

Resumo

Geelan (1997), em seu modelo bidimensional das formas de construtivismo, situa o construtivismo contextual de William Cobern, que põe em destaque a dimensão sócio-cultural da aprendizagem, numa posição diametralmente oposta à pedagogia da mudança conceitual, por ele associada ao construtivismo pessoal, que, como o nome indica, enfatiza a dimensão pessoal da aprendizagem. Neste artigo, as relações entre estas duas formas de construtivismo são discutidas.

1. Formas de Construtivismo

O construtivismo pode ser dividido em três correntes: construtivismo *educacional*; *filosófico*; e *sociológico*¹. Não obstante esta divisão, não se pode perder de vista que o construtivismo educacional apresenta aspectos filosóficos e sociológicos, lado a lado com proposições sobre o ensino e a aprendizagem. Em termos epistemológicos, pode-se reconhecer no programa construtivista duas teses centrais²:

(i) O conhecimento é uma construção do sujeito, e não algo que ele possa receber passivamente do meio;

(ii) O ato de conhecer é um processo de adaptação, que organiza o mundo das experiências, mas não conduz à descoberta de uma realidade dada, independente da mente que conhece.

Estas teses devem ser interpretadas com cautela, visto que se referem a uma das polêmicas mais árduas na teoria do conhecimento e na filosofia da ciência, concernente à relação entre conhecimento e realidade. Deve-se observar que a suposição de que há um mundo exterior independente da mente humana pode parecer razoável mesmo para um construtivista. A inferência de coisas exteriores às nossas próprias sensações é justificada pelas regularidades que obtemos dentro das sensações. Quando vemos um gato, por exemplo,

* Este trabalho é parte da tese de doutorado “Exercícios na Ausência de Significado: Discutindo o Reduccionismo Dentro e Fora da Sala de Aula”, a ser defendida na FE-USP no 1º Semestre de 2000.

¹ Matthews (1997).

² Matthews (1994a), p. 82.

certas experiências, como a audição dos sons que ele emite, a visão que temos dele, a sensação de seu pêlo ao toque, são notavelmente correlacionadas. Elas coexistem no mesmo tempo e lugar sempre que percebemos um gato. Do mesmo modo, quando dois observadores se deparam com um gato, há correlações notáveis entre as percepções de ambos. A melhor hipótese para explicar tais regularidades parece ser a de que há uma entidade que as causa, num mundo exterior a nossas mentes. O argumento contra o solipsismo pode apoiar-se, nesses termos, num argumento abduutivo, numa inferência da melhor explicação³. A questão não é a de negar-se a realidade exterior à mente, mas a dos limites que a natureza da percepção e da linguagem coloca para a proposição de relações entre nossas construções cognitivas e uma realidade extra-lingüística. Uma interpretação razoável das teses epistemológicas do construtivismo pode ser formulada nos seguintes termos: não há maneira de o homem conhecer o mundo sem transformá-lo, de um lado, porque a percepção sensorial é ativa, e não passiva⁴, de outro, porque o ser humano está sempre inserido na linguagem e, assim, não pode ter acesso a não-sentenças (ou não-crenças) que tornem suas sentenças (ou crenças) verdadeiras⁵. O mundo, quando conhecido, é reconstruído pelo sujeito e é muito difícil, senão impossível, avaliar a correspondência entre as construções cognitivas e a realidade. Este é um ponto importante, na medida que afasta o construtivismo de quaisquer ecos solipsistas.

O construtivismo educacional é um movimento heterogêneo, podendo ser dividido, no mínimo, nas variedades *pessoal* e *social*⁶. Deve-se notar, contudo, que essas variedades por vezes se confundem, conferindo ao atributo de verdade um estatuto ambíguo⁷.

David Geelan propõe, num artigo recente, uma tipologia ou um ‘modelo bidimensional’ das posições construtivistas, baseado nos seguintes critérios⁸:

- (i) a ênfase sobre a natureza pessoal ou social da construção do conhecimento; e
- (ii) a opção por uma visão mais objetivista ou mais relativista da natureza da ciência.

Ele organiza um conjunto de artigos construtivistas num sistema de coordenadas cartesianas representando os critérios acima. Os seguintes quadrantes são identificados:

- (i) *Social-objetivista*: Geelan faz a ressalva de que nenhuma perspectiva construtivista pode ser considerada inteiramente objetivista — isto seria praticamente uma contradição em termos —, afirmando que a qualificação ‘objetivista’ pretende destacar que os artigos incluídos neste quadrante, escritos por Solomon, Tobin e Vygotsky, não problematizam a natureza da ‘verdade’ científica e a existência de uma realidade independente do sujeito cognoscente na mesma extensão que aqueles citados no lado ‘relativista’ de seu diagrama. O enfoque destes autores está centrado nas interações sociais na sala de aula, de modo que eles tendem a não problematizar o conhecimento científico, tratando-o como uma construção consensual na qual os estudantes devem ser socializados;
- (ii) *Social-relativista*: os artigos incluídos neste quadrante, escritos por Cobern, Taylor, Gergen, O’Loughlin e Steier, enfatizam a natureza social do conhecimento científico, relativizando-o. Geelan acredita que todos estes autores colocariam suas perspectivas em oposição direta ao construtivismo piagetiano;

³ Sober (1994), p. 28.

⁴ Edelman (1992); Sacks (1995); El-Hani & Pereira (em prep.).

⁵ Ver Davidson (1984); Rorty (1991).

⁶ Matthews (1997), p. 7.

⁷ Bizzo & Kawasaki (no prelo).

⁸ Geelan (1997).

- (iii) *Pessoal-relativista*: neste caso, não se pode perder de vista outra ressalva de Geelan. Os autores cujos artigos foram situados neste e no próximo quadrantes reconhecem a influência social sobre a aprendizagem. De novo, a diferença não é de gênero, mas de grau. O foco dos artigos incluídos nesta categoria se encontra mais fortemente sobre a cognição individual, em contraste com os quadrantes ‘sociais’. O construtivismo radical de von Glasersfeld, por exemplo, é caracterizado por uma visão relativista da ciência e cita a interação social, mas de uma maneira que concede à cognição individual uma posição central na própria relação com o outro;
- (iv) *Pessoal-objetivista*: Na tipologia de Geelan, esta posição inclui artigos de Driver, Fosnot e Pines & West. Muitos métodos ‘construtivistas’ de instrução e a maior parte da literatura sobre mudança conceitual são classificados nesta categoria. Preocupados primordialmente com o ensino de ciências e não com epistemologia, eles tendem a considerar o conhecimento científico como um corpo de noções dadas que devem ser aprendidas pelos alunos, mesmo que às custas de um rompimento com suas idéias anteriores. Esta posição tem um débito com Piaget.

Apesar de ser possível identificar-se várias formas de construtivismo, elas parecem compartilhar, quanto à compreensão da aprendizagem, os seguintes princípios gerais⁹:

- (i) o aluno, quando aprende de maneira significativa, não reproduz simplesmente o que lhe foi ensinado, mas constrói significados para suas experiências;
- (ii) compreender algo supõe estabelecer relações entre o que se está aprendendo e o que já se sabe; e
- (iii) toda aprendizagem depende de conhecimentos prévios.

É comum que modelos de instrução sejam derivados *diretamente* das idéias construtivistas sobre a aprendizagem, resultando em propostas pedagógicas que buscam promover a evolução conceitual com o seguinte procedimento¹⁰:

- (i) explicitação das concepções prévias dos alunos;
- (ii) esclarecimento e intercâmbio de idéias entre os aprendizes;
- (iii) criação de conflitos cognitivos;
- (iv) construção de novas idéias; e
- (v) revisão do progresso alcançado e aplicação do que foi aprendido em outros contextos.

No entanto, a teoria construtivista da aprendizagem não está associada, necessariamente, a um modelo de instrução particular¹¹. Um modelo de instrução informado pelas idéias construtivistas não precisa concretizar as etapas do processo interno pelo qual o sujeito confere significado a suas experiências. A mobilização das concepções prévias, eventuais conflitos cognitivos e a construção de novas idéias são processos que têm lugar na mente do aprendiz, sempre que há aprendizagem significativa, independentemente do modelo de instrução.

A teoria construtivista da aprendizagem tem como conseqüência o requisito de que os conteúdos sejam ensinados de tal maneira que, em cada contexto particular, a probabilidade

⁹ p. ex., Resnick (1983).

¹⁰ Ver Millar (1989); Gil-Pérez (1993).

¹¹ Millar (1989).

do envolvimento ativo dos aprendizes seja maximizada, dado que, quando isto ocorre, é mais provável que eles tenham sucesso no trabalho intelectual necessário para a reconstrução do significado. Não parece razoável pensar-se que um decalque das etapas internas envolvidas na aprendizagem significativa num modelo ‘construtivista’ de instrução possa ser, em todas as situações de sala de aula, a abordagem mais bem sucedida. O procedimento sintetizado nas etapas (i-v), por exemplo, pode ser muito útil no ensino de *um certo número de* conceitos científicos, nos quais a reestruturação de idéias prévias seja um aspecto central da aprendizagem, mas não parece razoável elegê-lo como abordagem única. Não haveria sequer tempo, na sala de aula, para o ensino de todos os tópicos científicos — ou mesmo sua maioria — por este procedimento, o que indica a necessidade de usá-lo de maneira criteriosa, em momentos selecionados do currículo.

Neste trabalho, examinamos duas formas influentes de construtivismo, a teoria da mudança conceitual — situada por Geelan no quadrante ‘pessoal-objetivista’ — e o construtivismo contextual — situado no quadrante ‘social-relativista’. Não obstante a concordância quanto a um núcleo de proposições sobre a aprendizagem, elas apresentam diferenças notáveis, o que ilustra como posições que se mostram diversas em muitos aspectos podem ser congregadas sob o rótulo construtivista. A tensão entre estas duas formas de construtivismo é particularmente interessante, em vista da tendência de um movimento do quadrante ‘pessoal-objetivista’ para posições ‘social-relativistas’, como o construtivismo contextual.

2. Mudança Conceitual

O modelo da mudança conceitual surgiu de uma analogia entre o crescimento do conhecimento científico e a aprendizagem da ciência¹². A influência mais notável foi a de Kuhn, com sua descrição da história da ciência como uma alternância de períodos de ciência normal e revolução científica¹³. O modelo da mudança conceitual é, pois, uma extensão metafórica¹⁴ da compreensão da mudança conceitual na nova filosofia da ciência para o domínio da teoria da aprendizagem.

Com o tempo, ‘mudança conceitual’ se tornou sinônimo de ‘aprender ciências’¹⁵. Como concluiu Wandersee em 1993, numa análise do diretório de membros da National Association for Research in Science Teaching (NARST), grande parte dos pesquisadores considerava, então, a mudança conceitual o foco emergente do ensino de ciências¹⁶. Ao longo das últimas duas décadas, numerosas abordagens de ensino derivadas da teoria da mudança conceitual foram propostas e testadas. Esta teoria apresenta dois componentes principais: (i) as *condições* em que uma acomodação ou troca conceitual provavelmente ocorrerá; e (ii) a *ecologia conceitual* do aprendiz, que propicia o contexto em que a mudança conceitual tem lugar¹⁷.

2.1. As Condições da Mudança Conceitual

Posner e colaboradores descrevem quatro condições que parecem ser aspectos comuns na maioria dos casos de acomodação de um novo conceito¹⁸: inteligibilidade, plausibilidade,

¹² Posner et al. (1982), p. 211.

¹³ Kuhn (1996).

¹⁴ McMullin (1976).

¹⁵ Niedderer et al. (1991).

¹⁶ Wandersee (1993), p. 319.

¹⁷ Hewson e Thorley (1989), p. 541.

¹⁸ Posner et al. (1982). Ver tb. Hewson (1981); Hewson & Thorley (1989).

fertilidade e insatisfação. As três primeiras condições compõem o *status* de uma concepção. Quando uma concepção é *inteligível* para um indivíduo, ele é capaz de entender o que ela significa, encontrar uma maneira de representá-la, compreender como a experiência pode ser estruturada a partir dela e explorar suas possibilidades. Uma concepção inteligível para o indivíduo será também *plausível*, caso pareça ter a capacidade de resolver as anomalias com as quais se defronta uma concepção anterior, mostrando-se, além disso, consistente com as demais concepções na ecologia conceitual e podendo, assim, adquirir significado. Nesta situação, o indivíduo provavelmente afirmará que a concepção é verdadeira. Uma concepção inteligível será também *fértil*, se o indivíduo considerar que ela traz algo de valioso para ele, resolvendo problemas que de outro modo lhe pareceriam insolúveis, apresentando poder explanatório e sugerindo novas possibilidades, direções, idéias etc.¹⁹. A inteligibilidade constitui a pedra basilar do *status* de uma concepção. É razoável pensar-se, de fato, que uma concepção ininteligível não pode ter qualquer *status*: como uma concepção que alguém sequer entende poderia mostrar-se plausível ou fértil aos seus olhos?

Uma concepção, para ser acomodada, deve ser não apenas inteligível, mas também plausível e fértil para o aprendiz. A atenção dos professores e teóricos da aprendizagem esteve voltada, durante muito tempo, mais para a inteligibilidade do que para a plausibilidade ou fertilidade das concepções. A inteligibilidade é, contudo, uma condição necessária mas não suficiente para a acomodação. O conjunto das quatro condições descritas no modelo da mudança conceitual constitui a condição suficiente para uma acomodação.

A quarta condição da mudança conceitual é a *insatisfação*. Uma concepção é fonte de insatisfação para um indivíduo quando é contra-intuitiva, pouco plausível ou fértil, ou, ainda, quando cria dificuldades ou bloqueia suas possibilidades de compreensão²⁰. Uma vez insatisfeito com uma dada concepção, a expectativa é que o aprendiz a elimine de sua ecologia conceitual. O objetivo de uma estratégia para mudança conceitual é, precisamente, compelir o estudante, mediante a manipulação pelo professor de situações conflitivas, à insatisfação com suas concepções prévias e, eventualmente, à substituição destas por idéias científicas.

O aspecto central do modelo da mudança conceitual reside na modificação simultânea do *status* das concepções alternativa e científica. Supondo-se que uma concepção alternativa se encontra em conflito com uma concepção científica, é preciso diminuir o *status* da primeira, em especial sua plausibilidade e fertilidade, e, simultaneamente, aumentar o *status* da segunda²¹. Uma das estratégias que podem ser usadas é a proposição de situações conflitivas, cujo propósito é produzir no aprendiz uma insatisfação com suas concepções prévias.

O sucesso de uma estratégia para mudança conceitual é diretamente dependente da eficácia com que se consegue estas modificações de *status*. Os aprendizes não abandonam suas concepções alternativas mediante a simples exposição das concepções científicas com as quais elas se encontram em conflito. Na maioria dos casos, as declarações do professor usualmente não são incorporadas na memória de longo termo ou são assimiladas como proposições destituídas de significado profundo, uma mera fachada de conhecimento que coexiste por algum tempo — em especial, enquanto persiste a pressão da avaliação — com a crença alternativa mais profundamente arraigada. A mudança conceitual requer, contudo,

¹⁹ Hewson e Thorley (1989), p. 542.

²⁰ Hewson e Thorley (1989), p. 542.

²¹ Hewson e Thorley (1989), p. 543.

mais do que uma simples adição transitória. Ela envolve o reconhecimento pelo aprendiz das crenças preexistentes em sua ecologia conceitual, uma apreciação de seu valor e precisão em face das novas informações e uma decisão consciente de reestruturar o conhecimento. Pode-se apreciar, assim, a dificuldade de alcançar a mudança conceitual, em especial numa estrutura de avaliação — como é frequentemente o caso — em que o aprendiz pode ser recompensado por fachadas de conhecimento.

2.2. Ecologia Conceitual

Posner e colaboradores tomam emprestada uma expressão de Stephen Toulmin, “ecologia conceitual”, para referir-se aos conceitos que governam a mudança conceitual. A metáfora da *ecologia conceitual* se refere ao conjunto de conhecimentos prévios que propicia o contexto em que a acomodação e assimilação de novas idéias têm lugar²². Muitos dos aspectos da ecologia conceitual constituem, para o indivíduo, um *conhecimento tácito*²³, contendo suposições implícitas que nunca ou raramente são examinadas — *interpretações naturais*²⁴ —, mas influenciam todos os atos de significação. Os seguintes itens são citados por Posner e colaboradores como determinantes particularmente importantes da direção de uma acomodação: anomalias; analogias e metáforas; compromissos epistemológicos (ideais explanatórios e visões gerais sobre o caráter do conhecimento); crenças e conceitos metafísicos sobre a ciência e da ciência; e outros conhecimentos²⁵. Dois aspectos da ecologia conceitual são particularmente importantes no processo de mudança conceitual, as anomalias e as suposições fundamentais sobre a ciência e o conhecimento, que constituem a base sobre a qual são feitos os julgamentos sobre as novas concepções²⁶. Isto sugere um papel importante para a visão de mundo dos aprendizes.

2.3. Conflitos Cognitivos

As situações conflitivas têm um papel fundamental no modelo da mudança conceitual. Elas resultam da incapacidade do sujeito de resolver problemas produzidos em sua interação com o meio, sendo utilizadas como ferramentas para a diminuição do *status* das concepções prévias. Estas situações são planejadas de modo a explicitar ou produzir anomalias entre as concepções alternativas e as experiências do aprendiz, devendo suscitar uma insatisfação com o conhecimento prévio e possibilitar, assim, que as concepções científicas sejam introduzidas numa posição vantajosa para a resolução do problema em pauta. As estratégias para mudança conceitual estão baseadas, assim, numa espécie de manipulação das situações de aprendizagem pelo professor, de modo a suscitar nos alunos, a partir de tentativas mal sucedidas de assimilação de uma experiência ou nova concepção em sua ecologia conceitual, a decisão de acomodar o conhecimento científico, mesmo que às expensas de suas idéias anteriores.

Uma situação conflitiva comporta, no entanto, alternativas à acomodação²⁷:

(1) Rejeição da teoria observacional²⁸;

²² As suposições que suportam a metáfora da ecologia conceitual são examinadas por Pintrich et al. (1993).

²³ Polanyi (1964).

²⁴ Feyerabend (1975).

²⁵ Posner et al. (1982), pp. 214-215.

²⁶ Posner et al. (1982), p. 223.

²⁷ Posner et al. (1982), p. 221.

²⁸ Sobre o papel das teorias observacionais, ver Lakatos (1979).

- (2) Suposição de que os achados experimentais não são relevantes como desafios às concepções prévias;
- (3) Compartmentalização do conhecimento, de modo a evitar que a nova informação entre em conflito com as concepções prévias. Cobern se refere a esta situação como *apartheid cognitivo* (ver adiante);
- (4) Assimilação da nova informação à ecologia conceitual preexistente, de tal modo que a acomodação é evitada por uma reinterpretação que torna aquela informação consistente com as idéias anteriores do aprendiz. É o que ocorre, por exemplo, numa interpretação newtoniana da teoria da relatividade²⁹ ou numa compreensão da teoria da evolução que a torna compatível com a idéia de um Criador.

2.4. Modos de Evolução Conceitual

Dois modos de evolução conceitual são distinguidos por Posner e colaboradores: a *assimilação*, por eles comparada à ciência normal kuhniana, na qual os estudantes fazem uso de conceitos preexistentes para lidar com novos fenômenos; e a *acomodação*, que seria análoga às revoluções científicas³⁰. Hewson, por sua vez, se refere à *troca conceitual*, correspondente à acomodação, em que há uma reestruturação profunda da ecologia conceitual, ocorrendo ruptura do indivíduo com suas concepções prévias, e à *captura conceitual* (assimilação), em que a ecologia conceitual é preservada em seus aspectos mais fundamentais, sendo apenas enriquecida com novas concepções³¹.

A expectativa de um rompimento dos indivíduos com suas concepções prévias é tão central para a noção de mudança conceitual que Posner e colaboradores a definiram de uma maneira que põe em destaque a idéia de troca conceitual, referindo-se a ela como

“... o processo pelo qual os conceitos centrais e organizadores de uma pessoa se modificam de um conjunto de conceitos a outro, incompatível com o primeiro”³².

Hewson e Thorley afirmam que concepções conflitantes não podem ser simultaneamente plausíveis para uma mesma pessoa³³. As contradições seriam resolvidas mediante a integração das velhas concepções às novas ou, não sendo isto possível, pela substituição das primeiras. Parece-nos, contudo, difícil sustentar que o conjunto total de estados intencionais atribuídos a uma pessoa não pode abrigar contradições, a não ser que ela se encontre em meio a um processo de evolução conceitual. Em nossa visão, é possível que crenças contraditórias convivam na ecologia conceitual de um indivíduo, desde que sejam empregadas em contextos diferentes. Dan Sperber, por exemplo, ao estudar os Dorzé, observou que aos olhos destes pastores etíopes

“o leopardo é um animal cristão, que respeita os jejuns da Igreja copta, observância que na Etiópia é o teste principal da religião; mas nem por isso um Dorzé está menos preocupado em proteger seu gado na quarta e na sexta-feira, dias de jejum, do que nos outros dias da semana; ele acredita que os leopardos jejuam e comem todos os dias; os leopardos são perigosos todos os dias: ele sabe disso por experiência; são cristãos: a tradição lho garante”³⁴.

Os Dorzé acreditam que o leopardo come e não come nos dias de jejum observados pela Igreja copta. Os Gregos, por sua vez, acreditavam e ao mesmo tempo não acreditavam em seus mitos³⁵. Não parece adequado concluir, em vista dessas crenças conflitantes, que os

²⁹ Posner et al. (1982).

³⁰ Posner et al. (1982), p. 212.

³¹ Hewson (1981).

³² Posner et al. (1982), p. 211.

³³ Hewson & Thorley (1989).

³⁴ Sperber, citado por Veyne (1984), p. 9.

³⁵ Veyne (1984).

Dorzé são irracionais. Tampouco que os Gregos o eram. A contradição só existe aos olhos de um observador externo. Para os pastores, não há qualquer contradição. Cada uma das idéias é empregada no contexto conveniente. A presença de tais crenças conflitantes no pensamento dos Gregos e dos Dorzé deve ser interpretada como evidência de um conhecimento em processo de reequilíbrio? Esta é uma interpretação possível. Não obstante, há outra interpretação plausível, na qual as contradições são consideradas um aspecto comum do pensamento humano, mesmo quando em equilíbrio. Neste ponto, concordamos com Matthews:

“Não há qualquer dúvida de que subjetivamente, dentro de um indivíduo, todos os tipos de visões de mundo mutuamente inconsistentes podem coexistir. Os indivíduos freqüentemente não têm consciência das contradições. Mesmo quando as contradições entre compromissos intelectuais são aparentes, os indivíduos podem viver com enormes quantidades de dissonância cognitiva”³⁶.

Pode até ser que os pastores, se pressionados, optem por uma das crenças conflitantes, mas isto só mostra que, diante de uma perturbação externa, a estabilidade de seu pensamento será rompida. É provável, inclusive, que eles se sintam desconfortáveis em vista de uma escolha que lhes parecia totalmente dispensável. Este exemplo traz lições importantes para o ensino de ciências. Quando a sala de aula se torna palco de conflitos entre as visões de mundo dos estudantes e as concepções científicas, a alternativa mais racional não parece ser a de forçá-los a uma opção, mediante conflitos cognitivos, mas a de reconhecer e explicitar domínios particulares do discurso em que as concepções científicas e as idéias dos alunos têm, cada qual no seu contexto, alcance e validade. Esta é a alternativa proposta, por exemplo, por Mortimer em seu modelo da mudança de perfis conceituais³⁷.

3. Construtivismo Contextual

Na tipologia de Geelan, o construtivismo contextual está situado na posição oposta ao quadrante pessoal-objetivista, no qual se encontra a teoria da mudança conceitual. De fato, as divergências entre estas duas formas de construtivismo são notáveis, podendo ser subsumidas na diferença entre uma tendência que concede um papel central ao indivíduo na aprendizagem, entendendo o conhecimento científico como algo dado, a ser por ele aprendido, e outra, que salienta o papel da cultura no desenvolvimento e validação das crenças individuais e procura inserir a ciência num contexto sócio-cultural, considerando-a uma segunda cultura para os aprendizes.

O conceito de ‘visão de mundo’, tomado da antropologia cultural, tem um papel central no construtivismo contextual. A visão de mundo de um indivíduo corresponde à organização fundamental de sua mente, incluindo um conjunto de pressupostos subjacentes a seus atos, pensamentos, disposições, juízos etc. Estes pressupostos têm um caráter tanto ontológico como epistemológico, constituindo critérios para a apreciação de quais idéias ou crenças são válidas e relevantes, ou, nos termos de Cobern, têm *força* e *alcance* para o indivíduo. Diz-se que um conceito ou crença tem *força* se é central, e não marginal, no pensamento de um indivíduo, e *alcance*, caso se mostre relevante para ele numa grande variedade de contextos³⁸. O construtivismo contextual pode ser visto como uma resposta para as seguintes questões de Posner e colaboradores: “que tipos de conceitos tendem a governar o processo de acomodação?”; “quais são os aspectos de uma ecologia conceitual que governam a seleção de novos conceitos?”³⁹

³⁶ Matthews (1994b), p. 185.

³⁷ Mortimer (1994, 1995, 1996).

³⁸ Cobern (1996), p. 580.

³⁹ Posner et al. (1982), p. 213.

Cobern adaptou o estruturalismo lógico para a pesquisa em educação, utilizando o modelo de visão de mundo de Kearney⁴⁰. Trata-se de um modelo sistêmico, que tem na devida conta as interações complexas, não-aditivas, de diferentes componentes da visão de mundo. Este modelo deve dar conta, de acordo com Kearney, do principal aspecto relacionado com a natureza e o papel do macropensamento organizado culturalmente, a saber,

“aquelas suposições cognitivas básicas de uma pessoa, interrelacionadas de forma dinâmica, que determinam grande parte de seu comportamento e tomada de decisões, bem como organizam grande parte de seu corpo de criações simbólicas — mito, religião, cosmologia — e a etnofilosofia em geral”⁴¹.

Nesses termos, ele define visão de mundo da seguinte forma:

“A visão de mundo de um povo é seu modo de olhar para a realidade. Ela consiste de suposições e imagens básicas que propiciam um modo de pensar o mundo mais ou menos coerente, embora não necessariamente acurado”⁴².

Tendo-se em vista que a visão de mundo norteia todos os atos de conhecimento, torna-se clara sua importância para o ensino da ciência. Se a ciência é realmente uma segunda cultura para a maioria dos estudantes, é muito provável que a sala de aula seja palco de conflitos entre visões de mundo diferentes. A possibilidade de tais conflitos não escapou a Posner e colaboradores, na proposição original do modelo da mudança conceitual:

“... mudanças conceituais fundamentais, chamadas de acomodações, podem envolver mudanças nas suposições fundamentais de uma pessoa acerca do mundo, do conhecimento e do saber, e [...] tais mudanças podem ser difíceis e potencialmente ameaçadoras, particularmente quando o indivíduo está firmemente comprometido com as suposições prévias”⁴³.

Para Cobern, o poder do modelo lógico-estruturalista se encontra em sua estrutura integrada, composta pelas seguintes categorias universais: Eu, Outro, Relação, Classificação, Causalidade, Espaço e Tempo⁴⁴. O esqueleto de uma visão de mundo é, de acordo com este modelo, a oposição e integração do Eu e do Outro⁴⁵. As demais categorias universais são derivadas deste esqueleto. A categoria Relação corresponde à maneira como é entendida a relação entre o Eu e o Outro, bem como as relações entre elementos dentro do Eu e do Outro. A dimensão da Classificação se relaciona às principais discriminações dentro do Outro. Note-se que, enquanto a Classificação é relativamente estática, a Relação é um aspecto mais dinâmico da visão de mundo. Deste aspecto dinâmico da Relação, decorre a categoria universal da Causalidade. A Causalidade, por sua vez, depende não apenas da Relação, mas também do Espaço e do Tempo⁴⁶. A Figura 1 apresenta o diagrama esquemático proposto por Kearney para representar as interconexões lógico-estruturais entre as categorias universais por ele identificadas.

⁴⁰ Cobern (1991); Kearney (1984).

⁴¹ Kearney (1984), p. 1.

⁴² Kearney (1984), p. 41.

⁴³ Posner et al. (1982), p. 223.

⁴⁴ Cobern (1991, 1994).

⁴⁵ Kearney (1984), p. 106.

⁴⁶ A respeito destas categorias universais, ver Kearney (1984), pp. 72-106.

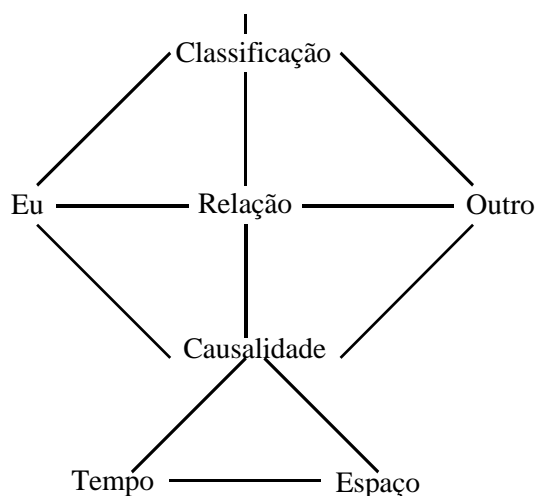


Figura 1: Integração das Categorias Universais do Modelo Lógico-Estruturalista de Kearney (1984).

A educação científica tem sido dominada por uma perspectiva científicista, na qual a ciência é colocada acima da cultura. Considerem, por exemplo, a noção de ‘troca conceitual’, na qual se supõe, tacitamente, que alunos, professores e materiais instrucionais compartilham a mesma visão de mundo, propondo-se que a ‘superioridade’ das noções científicas poderia ser demonstrada por uma abordagem ‘experimental’, isolando-se o estudante de outros domínios do conhecimento e controlando-se as condições contextuais, de modo que ele volte toda sua atenção para a manipulação realizada pelo professor⁴⁷. Nos termos desta noção, o aprendizado de ciências *requer* a ruptura dos estudantes com sua compreensão do mundo natural. Pode ser muito difícil, contudo, demonstrar-se que as explicações científicas são ‘superiores’ a idéias alternativas, se estas tiverem grande força e alcance para os aprendizes.

A Figura 2 ilustra o efeito orientador da visão de mundo sobre a acomodação das noções aprendidas por uma pessoa. As setas longas representam a orientação da visão de mundo e as pontas de setas, conceitos individuais. Na Figura 2A, três conceitos científicos estão em desacordo com a orientação geral da visão de mundo. No modelo da mudança conceitual, o que se supõe é que, se uma massa ‘crítica’ de conceitos científicos for posta em jogo — a partir de situações conflitivas —, o peso conceitual da ciência será capaz de deslocar a orientação da visão de mundo do aprendiz; as setas longas seriam reorientadas na direção das três pontas de setas que representam os conceitos científicos. As outras pontas de seta iriam, do mesmo modo, reorientar-se ou seriam eliminadas. Uma revolução, no sentido kuhniano, teria lugar e a educação científica teria cumprido seu objetivo de fomentar uma visão de mundo compatível com a ciência.

⁴⁷ Cobern (1996), p. 582. Sobre a influência de fatores motivacionais e contextuais, ver Pintrich et al. (1993).

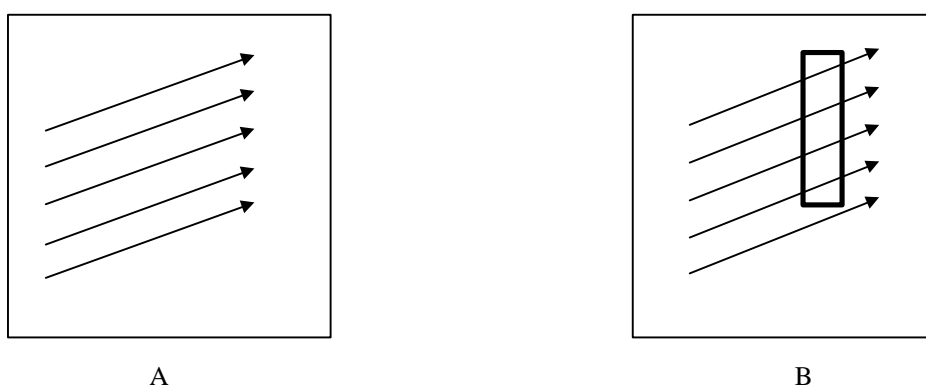


Figura 2: Efeito orientador da visão de mundo. (De Cobern, 1996).

É razoável supor-se que há uma massa conceitual crítica que, uma vez alcançada, tenderia a alterar a visão de mundo do aprendiz na direção de uma compatibilidade com o discurso científico. O problema é alcançar esta massa conceitual⁴⁸. Ela parece ser rara e desigualmente atingida. Usualmente, não ocorre um deslocamento da visão de mundo do estudante graças ao aprendizado da ciência, mas, ao contrário, os conceitos científicos incompatíveis com a visão de mundo são postos numa categoria à parte e eventualmente descartados. Cobern se refere a este fenômeno como *apartheid cognitivo*⁴⁹. Ele é mostrado na Figura 2B: o aprendiz cria um compartimento para os conceitos científicos incompatíveis com a orientação geral de sua visão de mundo, deixando-os à mão para que possam ser acessados em ocasiões especiais, tal como nos dias de avaliação, mas eles não têm efeito algum sobre sua vida cotidiana e seu modo de pensar. Enquanto ele está sob pressão, estes conceitos sustentam um significado próximo àquele que têm no discurso científico, ou seja, as paredes do compartimento cognitivo são mantidas no lugar. No entanto, assim que a pressão é aliviada, as paredes se rompem e os conceitos científicos ou são eliminados, ou são ressignificados de uma maneira que os torna consistentes com a visão de mundo, ainda que às expensas de seu significado original no discurso da ciência.

A primeira barreira com que se defronta uma concepção para ser aceita por uma pessoa parece ser a de fazer sentido para ela. Este aspecto traz consigo a seguinte dificuldade. De um lado, a alteração dos conceitos centrais para um aprendiz requer que uma massa conceitual crítica seja alcançada. De outro, esta massa só pode ser alcançada se o aprendiz consegue compreender as noções que devem compô-la. No entanto, na medida que se encontra comprometido com aqueles conceitos centrais, idéias conflitantes tendem a ser de difícil compreensão. Este paradoxo está associado ao papel das concepções prévias na ecologia conceitual: de um lado, elas freqüentemente conduzem a uma resistência no aprendizado de ciências; de outro, são elas que propiciam o contexto em que o aprendiz deve julgar a validade e adequação de informações novas e potencialmente conflitantes⁵⁰. A massa conceitual necessária para a acomodação pode mostrar-se, diante deste problema, praticamente inatingível. Pode ser apropriado, então, concentrar-se sobre a tentativa de que os alunos *compreendam* as novas concepções, mesmo que possam eventualmente não *apreendê-las*.

⁴⁸ Cobern (1996), pp. 587-588.

⁴⁹ Cobern (1996).

⁵⁰ Pintrich et al. (1993), p. 170.

A visão de mundo de um aprendiz não representa, necessariamente, um obstáculo para a *compreensão* da ciência. Há uma diferença fundamental entre *compreensão* e *apreensão* e a *compreensão parece não necessitar da apreensão*⁵¹. Um conceito que é *completamente* compreendido por uma pessoa pode ser por ela rejeitado, por não ter força e alcance, no contexto de sua visão de mundo. Em situações de conflito entre a visão de mundo de um aprendiz e o discurso científico — *e.g.*, o conflito entre o ensino de evolução e o fundamentalismo religioso —, pode ser vantajoso para o ensino de ciências deslocar seus objetivos da *apreensão* para a *compreensão* do conhecimento científico. Pode-se levar o aluno a compreender a idéia de evolução e as teorias propostas para explicá-la, sem esperar que ele venha a crer nesta idéia ou considerar verdadeiras ou válidas aquelas teorias. Neste caso, não se pode dizer que houve *troca conceitual*. No entanto, pode-se dizer que houve *mudança do perfil conceitual*⁵² do aluno.

Referências Bibliográficas

BIZZO, N. & KAWASAKI, C. S. *Este Artigo Não Contém Colesterol*: pelo fim das imposturas intelectuais no ensino de ciências. *Projeto, Revista de Educação*. (no prelo).

COBERN, W. W. 1991. *World View Theory and Science Education Research*. Manhattan-Kansas: NARST.

COBERN, W. W. 1994. World view, culture, and science education. *Science Education International* 5(4):5-8.

COBERN, W. W. 1996. Worldview theory and conceptual change in science education. *Science Education* 80(5):579-610.

DAVIDSON, D. 1984. *Inquiries into Truth & Interpretation*. Oxford: Clarendon Press.

EDELMAN, G. M. 1992. *Bright Air, Brilliant Fire: On the Matter of the Mind*. New York: Basic Books.

EL-HANI, C. N. & PEREIRA, A. M. Notas sobre percepção e interpretação em ciência. Em prep. Submetido à *Revista USP*.

FEYERABEND, P. K. 1975. *Contra o Método*. Rio de Janeiro: Francisco Alves.

GEELAN, D. R. 1997. Epistemological anarchy and the many forms of constructivism. *Science & Education* 6(1-2):15-28.

GIL-PÉREZ, D. 1993. Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias* 11(2):197-212.

HEWSON, P. W. 1981. A conceptual change approach to learning science. *European Journal of Science Education* 3(4):383-396.

⁵¹ Cobern (1996), pp. 591-592.

⁵² Mortimer (1994, 1995, 1996).

HEWSON, P. W. & THORLEY, N. R. 1989. The conditions of conceptual change in the classroom. *International Journal of Science Education* 11(5):541-553.

KEARNEY, M. 1984. *World View*. Novato:Chandler & Sharp.

KUHN, T. S. 1996. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.

LAKATOS, I. 1979. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa, in: LAKATOS, I. & MUSGRAVE, A. *A Crítica e o Crescimento do Conhecimento*. São Paulo:Cultrix/EDUSP.

MATTHEWS, M. R. 1994a. Vino viejo en botellas nuevas: Un problema con la epistemología construtivista. *Enseñanza de las Ciencias* 12(1):79-88.

MATTHEWS, M. R. 1994b. *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.

MATTHEWS, M. R. 1997. Introductory comments on philosophy and constructivism in science education. *Science & Education* 6(1-2):15-28.

MCMULLIN, E. 1976. The fertility of theory and the unit for appraisal in science. *Boston Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 39.

MILLAR, R. 1989. Constructive criticisms. *International Journal of Science Education* 11(5):587-596.

MORTIMER, E. F. 1994. *Evolução do Atomismo em Sala de Aula: Mudança de Perfis Conceituais*. São Paulo: FE-USP. Tese de Doutorado.

MORTIMER, E. F. 1995. Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education* 4(3):265-287.

MORTIMER, E. F. 1996. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências* 1(1):20-39.

NIEDDERER, H.; GOLDBERG, F. & DUIT, R. 1991. Towards learning process studies: A review of the Workshop in Physics Learning, in: DUIT, R.; GOLDBERG, F. & NIEDDERER, H. (Eds.). *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*. Kiel: IPN.

PINTRICH, P. R.; MARX, R. W. & BOYLE, R. A. 1993. Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research* 63(2):167-199.

POLANYI, M. 1964. *Personal Knowledge: Toward a Post-Critical Philosophy*. New York: Harper and Row.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W. & GERZOG, W. A. 1982. Accomodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education* 66(2): 211-227.

RESNICK, L. B. 1983. Mathematics and science learning: a new conception. *Science* 220:477-478.

RORTY, R. 1991. *Objectivity, Relativism, and Truth: Philosophical Papers, Volume 1*. Cambridge: Cambridge University Press.

SACKS, O. 1995. A new vision of the mind, in: CORNWELL, J. (Ed.). *Nature's Imagination: the Frontiers of Scientific Vision*. Oxford: Oxford University Press.

SOBER, E. 1994. Why not solipsism?, in: *From a Biological Point of View: Essays in Evolutionary Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press.

VEYNE, P. 1984. *Acreditavam os Gregos em seus Mitos?*. São Paulo: Brasiliense.

WANDERSEE, J. H. 1993. The declared research interest of NARST members: An analysis of the 1992 NARST 'Directory of Members'. *Journal of Research in Science Teaching* 30:319-320.