

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS BAURU
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENSINO DE CIÊNCIAS
Av. Engº Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n
CEP 17.033-360 – Bauru – São Paulo - Brasil
Fone: (0xx14) 3103-6077 - e-mail: pgfc@fc.unesp.br

Guilherme Chirinéa

ANÁLISE COMPORTAMENTAL DO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência/Área de Concentração: Ensino de Ciências, linha de pesquisa L3/Fundamentos e modelos psico-pedagógicos no ensino de ciências e matemática, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência.

Orientador: Prof. Dr. Jair Lopes Junior

**Bauru
2006**

AGRADECIMENTOS

Este trabalho, sendo produção minha, é parte do que sou hoje. Sua construção deve muito à minha própria construção pessoal e profissional. Tal construção não teria sido possível sem a ajuda de um seletor e estimado grupo de pessoas a quem aqui agradeço:

A Deus, em quem por incrível que pareça não deixei de acreditar.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jair Lopes Júnior, por toda paciência, dedicação, flexibilidade e tolerância, bem como pela amizade, conversas informais e todos os “reforços” liberados durante a orientação deste trabalho.

Aos meus pais, João Carlos e Selma, por todo amor, pelo apoio incondicional para cada uma de minhas escolhas ao longo de minha “vida escolar” e carreira acadêmica e por acreditarem em mim sempre.

Ao meu irmão Vicente, por todo o apoio dispensado nestes meus já sete anos em Bauru.

À Renata, por ter estado sempre ao meu lado e ter me apoiado durante todo o percurso deste mestrado.

Ao meu amigo Daniel, por todas as conversas que tivemos e que haveremos de ter, em especial por aquelas sobre nossas carreiras acadêmicas e projetos. E claro, pelas fotocópias de parte considerável da bibliografia deste trabalho.

Aos professores Dr. Kester Carrara e Dr. Sérgio Cirino, pelas valiosas sugestões e observações quando da minha defesa. Ao professor Dr. Marcelo Carbone, por suas valiosas sugestões e observações quando da minha qualificação, pela amizade e pelas boas discussões acadêmicas que travamos durante meu mestrado.

E a todos os amigos e professores que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que eu hoje estivesse aqui, escrevendo estas linhas.

CHIRINÉA, G. **Análise comportamental do modelo de mudança conceitual.** Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências, Unesp, Bauru, 2006.

RESUMO

O modelo de mudança conceitual, de reconhecida difusão na área do Ensino de Ciências, foi alvo de diversas críticas e revisões ao longo dos mais de vinte anos desde sua proposição inicial. Poder-se-ia afirmar, no entanto, que tanto os proponentes do modelo quanto seus críticos apresentam um enfoque restritivo no tratamento das medidas comportamentais correspondentes à ocorrência ou não de mudança conceitual. Admite-se, como hipótese deste trabalho, que o Behaviorismo Radical propicia ferramentas capazes de uma avaliação da pertinência das críticas dirigidas ao modelo e da própria proposta de avaliação dos resultados obtidos através de sua utilização, tal como apresentada por seus proponentes. Para tanto, o presente trabalho concentrou ênfase na tentativa de, considerando estudos que ilustram a difusão posterior do modelo em trabalhos empíricos, descrever as medidas comportamentais que parecem fundamentar inferências sobre a ocorrência ou não da mudança conceitual, analisando se e como o tratamento de tais medidas foi considerado em alguns dos artigos que expressam uma revisão crítica do modelo. Argumenta-se que tais artigos falham em descrever semelhanças e diferenças dos instrumentos e das interações que definem a obtenção das medidas comportamentais de conhecimentos prévios e posteriores à intervenção, bem como as intervenções intencionalmente planejadas e as condições de avaliação que sucedem a tais intervenções.

Palavras-chave: Modelo de mudança conceitual, ensino-aprendizagem de ciências, análise comportamental.

CHIRINÉA, G. **Behavioral analysis of the Conceptual Change Model**. Master thesis presented to Postgraduate Program of Science Education - Faculdade de Ciências, Unesp, Bauru, 2006.

ABSTRACT

The conceptual change model, well-known spread in Science Teaching, has been reviewed and criticized, since its initial proposal, for over twenty years. It could be argued, however, that either authors or critics present a restrictive view concerning the behavioral measures related to the absence or occurrence of conceptual change. The hypothesis within this paper is that Radical Behaviorism provides tools that can assess the pertinence of criticisms toward the model as well as the result evaluation proposal obtained from their application, as referred to by their proponents. Thus, the emphasis of this paper, taking into account studies that illustrate the posterior spreading of the model in empirical applications, is the attempt to describe the behavioral measures that seem to support inferences about the occurrence or absence of conceptual change, analyzing whereas and how the treatment of such measures were considered in some articles expressing a critical revision of the model. We understand that such articles have failed to describe similarities and differences concerning the instruments and interactions that define the achievement of behavioral measures from the knowledge (and not about responses) before and after the intervention, as well as intentionally planned interventions and the assessment conditions subsequent to the interventions.

Keywords: Conceptual change model, teaching and learning science, behavioral analysis.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Perguntas de pesquisa, procedimentos de coleta de dados e medidas comportamentais dos trabalhos de Hewson e Hewson (1983), Hewson (1985) e Zietsman e Hewson (1986).....	58
---	----

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	5
LISTA DE QUADROS.....	6
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MÉTODO.....	17
3. DA CARACTERIZAÇÃO DO BEHAVIORISMO RADICAL E DA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO.....	21
3.1. Behaviorismo Radical, Ensino-Aprendizagem e Educação.....	31
4. DA PROPOSTA INICIAL DO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL.....	34
4.1. O Modelo de mudança conceitual de Posner et al. (1982).....	34
4.2. Considerações adicionais sobre o modelo de mudança conceitual (HEWSON, 1981)...	39
4.3. Considerações sobre aprendizagem e compreensão sob o ponto de vista da mudança conceitual (STRIKE e POSNER, 1985).....	41
4.4. Resumo.....	43
5. ESTUDOS DE CASO: INCIDÊNCIAS DO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL EM INVESTIGAÇÕES SOBRE O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS.....	46
5.1. Hewson e Hewson, 1983.....	46
5.2. Hewson, 1985.....	50
5.3. Zietsman e Hewson, 1986.....	54
5.4. Resumo.....	58

6. CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS DO BEHAVIORISMO RADICAL SOBRE O MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL E SOBRE TRABALHOS EMPÍRICOS FUNDAMENTADOS NO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL (HEWSON E HEWSON, 1983; HEWSON 1985; ZIETSMAN E HEWSON, 1986).....	62
7. DAS ANÁLISES E REVISÕES DO MODELO.....	73
7.1. Hewson e Thorley, 1989.....	31
7.2. Strike e Posner, 1992.....	76
7.3. Considerações do Behaviorismo Radical acerca dos artigos de revisão interna do modelo de mudança conceitual (HEWSON e THORLEY, 1989; STRIKE e POSNER, 1992)...	79
8. DAS CRÍTICAS PROVENIENTES DE AUTORES DISTINTOS DOS PROPONENTES DO MODELO.....	86
8.1. Críticas realizadas no plano do ensino.....	86
8.2. Críticas relacionadas às bases epistemológicas do modelo.....	90
8.3. Considerações do Behaviorismo Radical às críticas externas ao modelo de mudança conceitual.....	92
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103

1. INTRODUÇÃO

Parcela expressiva da literatura pertinente à área de Educação em Ciências e Matemática sustenta consenso em admitir duas características dos processos de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos: (1) a aprendizagem constitui-se a partir do envolvimento ativo do aprendiz na atribuição de significados e na construção de conhecimentos e (2) o reconhecimento da importância das funções exercidas pelos conhecimentos prévios dos alunos nos processos de aprendizagem (CARVALHO, 2004; DRIVER e EASLEY, 1978; MORTIMER, 2000).

Tais características mostram-se presentes no âmbito de um dos modelos interpretativos dos processos de ensino e de aprendizagem de ciências com reconhecida e consolidada expressão no contexto das pesquisas sobre educação em ciências, a saber, o modelo de mudança conceitual, proposto no início da década de oitenta (BASTOS, NARDI, DINIZ e CALDEIRA, 2004; HEWSON, 1981; MOREIRA e GRECA, 2003; MORTIMER, 2000; POSNER, STRIKE, HEWSON e GERTZOG, 1982).

No artigo clássico publicado em 1982, Posner et al. salientaram a necessidade de um modelo teórico que descrevesse ou explicasse as dimensões substantivas do processo pelo qual o conteúdo das idéias e das concepções dos alunos muda em interação ou no impacto com novas idéias, novas informações, conteúdos e evidências. A aprendizagem, como atividade racional e investigativa, define-se pela ocorrência de mudanças, de substituições, não necessariamente abruptas. O aluno sustenta concepções e saberes prévios (ou conceitos centrais) que orientam a mediação, o contato com novas informações e conteúdos ministrados. Segundo Posner et al. (1982), esses conceitos centrais não são julgados em termos de alguma capacidade imediata de gerar predições corretas. Antes, tais conceitos centrais são avaliados em termos da capacidade que os mesmos sustentam de resolver problemas atuais. Quando esses conceitos geram classes de

problemas para os quais eles se mostram incapazes de sustentar resolução, há substituição ou mudança por concepções alternativas que demonstram potencial para resolver os problemas colocados pelos conceitos centrais anteriores, bem como se mostram capazes de gerar linhas frutíferas de investigação. Desse modo, a aprendizagem é concebida como um processo de mudança conceitual.

O modelo de mudança conceitual parte de alguns pressupostos básicos, quais sejam: (1) a aprendizagem faz necessária a mudança de um conjunto de conceitos prévios para outro, incompatível com o anterior, (b) haveria uma suposta analogia entre os mecanismos que regem a mudança conceitual na aprendizagem e aqueles que regem a mudança conceitual no contexto da filosofia da ciência, tal como apontados por Thomas Kuhn, na obra originalmente publicada em 1962 (KUHN, 2001).

Desde o início da década de oitenta registrou-se expressiva difusão do modelo de mudança conceitual entre educadores e pesquisadores no contexto do ensino de ciências (MARÍN, 1999a, 1999b), gerando um considerável acervo de pesquisas comprometidas com a ocorrência da mudança conceitual por intermédio de diferentes estratégias de ensino. A difusão do modelo, entretanto, não se mostrou isenta de controvérsias. A caracterização e a discussão das críticas ao modelo constituíram-se em objeto de análise para os proponentes do mesmo (HEWSON e THORLEY, 1989; STRIKE E POSNER, 1985, 1992), tanto quanto para outros autores sem relação direta com a proposição do modelo (BASTOS et al., 2004; MARÍN, 1999a, 1999b; MOREIRA e GRECA, 2003; MORTIMER, 2000; OLIVA, 1999; POZO, 2000).

De particular relevância para o presente trabalho, cumpre salientar que um dos aspectos centrais das análises críticas às quais o modelo esteve exposto residiu justamente em questionar o que define a aprendizagem de conceitos científicos, ou, em outros termos, se a aprendizagem de

conceitos poderia ser inferida a partir da ocorrência de substituições, mudanças ou acomodações de novos conceitos e o conseqüente abandono de concepções prévias.

Estudos preliminares da parcela de análises críticas ao modelo de mudança conceitual selecionada neste trabalho (BASTOS et al., 2004; MARÍN, 1999a, 1999b; MOREIRA e GRECA, 2003; MORTIMER, 2000; OLIVA, 1999; POZO, 2000) acusam um consenso inicial: os críticos estimam que a substituição, a mudança ou a acomodação de novos conceitos ao corpo de conhecimentos do aluno e o abandono dos saberes prévios, incompatíveis com os novos conceitos, não definem os processos envolvidos na aprendizagem de conceitos científicos.

A defesa da insuficiência da mudança conceitual como medida de aprendizagem científica constitui-se em um aspecto central para o presente trabalho. A princípio, poder-se-ia admitir que a estimativa de tal insuficiência resultasse de uma análise comparativa entre as medidas comportamentais que definem a aprendizagem de conceitos científicos e as medidas que, por seu turno, correspondem com a manifestação da mudança conceitual. Nesses termos, pode-se supor que a área do Ensino de Ciências convive com um compromisso constante e consistente de descrição e de análise das medidas comportamentais que fundamentam inferências sobre a manifestação ou não das acomodações que definem a mudança conceitual, tanto quanto dos fenômenos que expressam a aprendizagem de conceitos científicos.

No âmbito do presente trabalho, admite-se que investigar a sustentação das suposições citadas parece impor a necessidade de explicitar a natureza e as funções das medidas comportamentais na constituição da terminologia do modelo de mudança conceitual.

Posner et al. (1982), ao advogarem que a aprendizagem científica seria melhor concebida como um processo de mudança conceitual, claramente sinalizaram que tal aprendizagem não é simplesmente a aquisição de um conjunto de respostas corretas, de um repertório verbal ou de um conjunto de comportamentos. Com isso, a caracterização das condições que definem o processo

de acomodação (ou mudança conceitual) torna-se objeto de revisão em artigos dos protagonistas do modelo (HEWSON e THORLEY, 1989; STRIKE E POSNER, 1985, 1992), como será discutido posteriormente nesse trabalho.

A despeito das revisões empreendidas pelos proponentes do modelo de mudança conceitual, em relação ao artigo original de 1982, um traço característico das análises críticas consiste justamente em assinalar, de modo recorrente, a insuficiência da mudança conceitual como medida da ocorrência da aprendizagem de conceitos científicos. Diferentemente, considera-se que tal aprendizagem seria mais adequadamente definida pela ocorrência de um conjunto de fenômenos distintos, designados por uma nomenclatura distinta (por exemplo, evolução conceitual, desenvolvimento conceitual, enriquecimento conceitual, discriminação de significados, dentre outros), mas que, a exemplo da mudança conceitual, possivelmente não redutíveis às medidas comportamentais que fundamentam inferências sobre a ocorrência ou não dos mesmos.

A hipótese que orienta o presente trabalho consiste em supor que, na tentativa de caracterização dos processos que definem a aprendizagem científica, tanto os proponentes do modelo de mudança conceitual, quanto os críticos considerados no âmbito dessa investigação, evidenciam um enfoque demasiadamente restritivo das medidas comportamentais geradas no contexto das pesquisas sobre ensino e aprendizagem de conceitos científicos. A nomenclatura ou a terminologia utilizada para fazer referência aos fenômenos que definem essa aprendizagem, em oposição aos fenômenos que definem a mudança conceitual, parecem designar, fazer referência ou corresponder aos efeitos, sobre o comportamento do aprendiz, de interações com determinadas condições de ensino. A utilização de termos (evolução conceitual, desenvolvimento conceitual, enriquecimento conceitual, discriminação de significados, dentre outros) para fazer referência aos possíveis efeitos da interação do aprendiz com as condições instrucionais dispostas, em oposição

à especificação dessas condições e das respectivas ações manifestadas, mostra-se consistente com a hipótese de que a aprendizagem científica define-se pela representação elaborada pelo aprendiz dessas interações, sendo tais representações de natureza não comportamental.

Parece-nos, diferentemente, que a adoção da irreducibilidade dos processos e das representações às medidas comportamentais produzidas em interação com determinadas condições de ensino expressam uma opção fundamentada numa interpretação restrita do que define o comportamento, sendo que a consequência dessa opção consistiu em sonegar, à área de Educação em Ciências, uma análise fundamentada e crítica de possíveis contribuições do modelo comportamental, ou mais precisamente, do Behaviorismo Radical, para a compreensão dos processos que definem o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos.

Admite-se, nesse trabalho, que a mudança conceitual expressa, em última instância, uma inferência ou interpretação acerca de medidas comportamentais geradas sob determinadas condições metodológicas de pesquisa ou de ensino. Em outros termos, características, propriedades ou dimensões das ações de alunos manifestas em interação com determinadas condições de coleta de dados sustentariam ou não suposições (inferências) sobre a ocorrência de mudança conceitual. Portanto, inferir a ocorrência da mudança conceitual constitui-se em uma interpretação de medidas comportamentais circunscritas a determinados contextos e relacionadas com práticas e procedimentos metodológicos de ensino e/ou de investigação (pesquisa).

Por seu turno, o Behaviorismo Radical, enquanto referencial teórico da Psicologia, usualmente adjetivado como comportamental, constituiu-se, de um ponto de vista histórico e epistemológico, justamente pela proposição de uma perspectiva interpretativa de medidas de aprendizagem (KUBO e BOTOMÉ, 2001; LUNA, 2002; SKINNER, 1987). Em linhas gerais, a análise comportamental definida pelo Behaviorismo Radical, e que fundamenta o presente trabalho, ampara-se em alguns conceitos básicos que demarcam o sistema protagonizado por B.

F. Skinner no âmbito da Psicologia (SKINNER, 1945, 1963, 1987, 1990). O Behaviorismo Radical sustenta uma interpretação das medidas comportamentais adotando critérios de análise pragmáticos (BAUM, 1999; SKINNER, 1945, 1963, 1990). Propõe, como critério de cientificidade, a análise funcional das interações entre os organismos e as distintas dimensões dos ambientes nos quais tais interações ocorrem. Neste contexto, assumem relevante *status* os fenômenos privados que, em larga escala, são produzidos, em particular, na interação do aluno com determinadas condições de ensino.

Torna-se imprescindível assinalar que admitir que tais eventos privados sustentem uma natureza não comportamental (portanto, não física?) expressa uma opção de adesão teórica a modelos interpretativos distintos do Behaviorismo Radical e não uma limitação de um enfoque comportamental. O artigo de 1945, que marca o nascimento do Behaviorismo Radical, expressa justamente a necessidade e a defesa do tratamento dos eventos privados no âmbito de uma ciência do comportamento. Contudo, tal artigo assinala que esse tratamento deve prescindir de uma interpretação mentalista quanto à natureza dos eventos não observáveis publicamente, tanto quanto de critérios de cientificidade propostos pelo positivismo lógico, como por exemplo, a verdade por consenso gerada por uma linguagem fisicista (fiscalista).

Para a análise comportamental empreendida neste trabalho, a interpretação de medidas de aprendizagem impõe, em termos epistemológicos, o compromisso de identificar e de descrever as condições sob as quais tais medidas foram registradas, bem como de especificar a extensão na qual tais medidas, por exemplo, as medidas que sugerem a ocorrência da mudança conceitual, mostram-se funcionalmente relacionadas com as respectivas condições nas quais as mesmas ocorreram.

O presente trabalho concentra ênfase na tentativa de descrever e de analisar, para um determinado conjunto de referências bibliográficas, as propriedades e as características de

medidas comportamentais que poderiam cumprir a função de subsidiar as inferências sobre a ocorrência ou não da mudança conceitual. De modo mais específico, o trabalho apresenta os seguintes objetivos:

1. efetuar, fundamentado nas características epistemológicas que definem o Behaviorismo Radical, uma análise comportamental das principais teses e de parte das análises críticas direcionadas a esse modelo;
2. caracterizar em que extensão a análise comportamental do modelo de mudança conceitual sustenta reincidências com análises críticas do modelo fundamentadas em referenciais teóricos distintos;
3. avaliar se o produto de uma análise comportamental do modelo de mudança conceitual poderia subsidiar a proposição de condições de ensino e de avaliação de conteúdos científicos e demarcar em que tal proposição seria distinta daquelas fundamentadas em análises avessas à interpretação comportamental.

Os objetivos considerados orientaram a seguinte organização do presente trabalho. Inicialmente, no capítulo 3, o foco concentrou-se na caracterização do Behaviorismo Radical enquanto filosofia da Análise do Comportamento, priorizando-se textos de Skinner que parecem cumprir essa função. No capítulo 4, foram apresentadas e discutidas as principais características do modelo de mudança conceitual, a partir da análise dos trabalhos de Posner et al. (1982) e Hewson (1981). Em seguida, no capítulo 5, foram descritas e analisadas incidências do modelo de mudança conceitual em pesquisas sobre o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos. Foram discutidos textos de investigação empírica fundamentados no modelo de mudança conceitual, com prioridade para a especificação e caracterização das medidas comportamentais consideradas para avaliação da ocorrência das acomodações que definem a mudança conceitual. No capítulo 6, apresentou-se uma apreciação das caracterizações empreendidas nos capítulos 4 e

5, com base no conteúdo do capítulo 3. A descrição das revisões do modelo de mudança conceitual elaboradas pelos seus proponentes constitui-se no foco do capítulo 7, com ênfase para o tratamento despendido para as funções e a natureza das medidas comportamentais nessas revisões. No capítulo 8 serão descritas as principais críticas dirigidas ao modelo de mudança conceitual provenientes de autores externos ao modelo, isto é, distintos de seus proponentes, com posterior apreciação daquelas sob uma perspectiva comportamental. Finalmente, no capítulo 9, serão esboçadas análises conclusivas considerando-se os elementos que definem uma análise comportamental amparada nas teses de B.F. Skinner e a caracterização do modelo de mudança conceitual, constituída pelos artigos que marcaram a proposição do modelo, bem como pelos artigos de pesquisa empírica e de revisão do mesmo redigidos pelos próprios proponentes, além daqueles artigos de crítica proveniente de autores distintos dos proponentes do modelo de mudança conceitual.

2. MÉTODO

Buscaremos, a seguir, descrever os procedimentos metodológicos adotados para a confecção deste trabalho.

A questão inicial que orientou a seleção dos procedimentos metodológicos foi a seguinte: na proposição do modelo de mudança conceitual, nos trabalhos empíricos efetuados sob a influência do modelo e nas críticas ao mesmo, quais as principais características do modo como foram consideradas as medidas comportamentais de mudança conceitual? Mostra-se possível identificar concepções de comportamento explícitas ou implícitas? Uma análise comportamental do modelo de mudança conceitual poderia garantir originalidade no tratamento das medidas que, em tese, deveriam definir a aprendizagem de conceitos científicos? Poder-se-ia fundamentar tal originalidade no compromisso de garantir maior visibilidade aos processos de ensino e de aprendizagem (cf. KUBO e BOTOMÉ, 2001).

Assim, em termos metodológicos, colocou-se a necessidade da descrição de dados (informações, relatos), registrados em bibliografia pertinente, sobre medidas comportamentais no modelo de mudança conceitual que pudessem fundamentar análises a respeito de convergências e de divergências com a perspectiva behaviorista radical do que define o aprender e o ensinar.

O trabalho define-se por uma dimensão descritiva de dados de literatura e, em complemento, por análises epistemológicas (cf. ABIB, 1996) que, amparadas em teses do Behaviorismo Radical, objetivam demarcar sobreposições e antagonismos entre diferentes modelos interpretativos de processos de ensino e de aprendizagem. Do ponto de vista epistemológico, mostrou-se pertinente salientar que não se tratava de adotar a perspectiva científica do Behaviorismo Radical como parâmetro para avaliar teses do modelo de mudança conceitual. Diferentemente, os procedimentos de pesquisa deveriam explicitar compromissos

estabelecidos pelas teses dos modelos interpretativos com a “leitura” das medidas produzidas ao se estudar o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos.

A revisão da literatura foi iniciada com os artigos clássicos de proposição do modelo, a saber, os de Posner et al. (1982), e de Hewson (1981). Da leitura de tais artigos, partimos para a busca de trabalhos de crítica e de revisão do modelo. Por meio de revisão bibliográfica efetuada principalmente junto a periódicos da área (tais como *International Journal of Science Education*, *Enseñanza de Las Ciencias*, *Science Education*, *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências*) chegamos a alguns autores (HEWSON e THORLEY, 1989; MARÍN, 1999; MOREIRA e GRECA, 2003; POZO, 2002). Outros já nos eram conhecidos de leituras anteriores (MORTIMER, 2000), e outros ainda se fizeram conhecidos através das referências dos autores que havíamos levantado até então (STRIKE e POSNER, 1992).

De posse de tais artigos, dado que grande parte das afirmações dos críticos do modelo baseava-se principalmente em trabalhos de terceiros, nos pareceu pertinente buscar junto aos textos das críticas e revisões aqueles artigos que pareciam fundamentá-los. Assim, a partir das referências de tais autores (HEWSON e THORLEY, 1989; MARÍN, 1999; MOREIRA e GRECA, 2003; MORTIMER, 2000; POZO, 2002; STRIKE e POSNER, 1992), chegamos a uma extensa lista de artigos que faziam menção direta ao modelo, tanto em posições favoráveis como desfavoráveis ao mesmo. Necessitávamos, pois, estabelecer um recorte. Considerando o interesse inicial de demarcar ou de caracterizar as dimensões das medidas comportamentais que fundamentavam as afirmações de diferentes autores sobre a ocorrência ou não de mudança conceitual, a ênfase recaiu em artigos que evidenciassem enfoque experimental no tratamento de tais questões. Deste recorte, mantivemos os artigos que mais explicitamente demonstravam a influência do modelo de mudança conceitual na elaboração de perguntas de pesquisa e

procedimentos, que não sem razão eram diretamente relacionados aos proponentes do modelo (HEWSON e HEWSON, 1983; HEWSON, 1985; ZIETSMAN e HEWSON, 1986).

Por fim, mostrou-se necessário explicitar as teses, inseridas nas referências bibliográficas sobre o Behaviorismo Radical e a Análise do Comportamento, que orientaram os posicionamentos a respeito das medidas comportamentais no contexto do modelo de mudança conceitual. Buscamos, pois, dentre os textos de B. F. Skinner, aqueles que versassem sobre alguns conceitos que estimávamos centrais para dimensionar convergências e divergências no tratamento dos processos de ensino e de aprendizagem, tais como controle de estímulos, o papel da teoria e a definição de significado. Além dos textos de Skinner, buscamos também textos de outros autores da Análise do Comportamento que viessem a complementar, tanto quanto esclarecer, alguns dos conceitos que garantem peculiaridade ao modelo proposto por Skinner (BAUM, 1999; CARRARA, 1994, 1998, 2004; TOURINHO, 1995).

Com a leitura e a análise do material anteriormente mencionado, a redação do trabalho, objetivou:

1. Estabelecer conceitos fundamentais do Behaviorismo Radical e da Análise do Comportamento (BAUM, 1999; CARRARA, 1994, 1998, 2004; SKINNER 1945, 1963, 1982, 1987, 1990, 1991; TOURINHO, 1995).
2. Descrever o Modelo de Mudança Conceitual tal como proposto inicialmente, nos primeiros anos da década de oitenta (HEWSON, 1981; POSNER et al, 1982; STRIKE e POSNER, 1985).
3. Ilustrar a difusão do modelo no âmbito da pesquisa em ensino e aprendizagem de conceitos científicos por meio da explicitação das medidas comportamentais estimadas como medidas de mudança conceitual (HEWSON e HEWSON, 1983; HEWSON, 1985; ZIETSMAN e HEWSON, 1986).

4. Apresentar os elementos que se constituíram em alvo (objeto) das revisões ao modelo propostas por seus proponentes (HEWSON e THORLEY, 1989; STRIKE e POSNER, 1992).
5. Apresentar as críticas ao modelo, revisões e novas propostas elaboradas por autores externos ao modelo (DUI, 1999; LINDER, 1993; MARÍN, 1999; MOREIRA e GRECA, 2003; MORTIMER, 2000; POZO, 2002).

Considerando a extensão de cada um dos cinco tópicos acima mencionados, pareceu-nos mais adequado intercalar as análises fundamentadas no Behaviorismo Radical ao final de algumas das etapas previstas até o item 5. Mais especificamente, ao final dos itens 3, 4 e 5.

A guisa de conclusão, no capítulo final procurou-se sintetizar as análises parcialmente elaboradas nas seções anteriores que compõem o trabalho.

3. DA CARACTERIZAÇÃO DO BEHAVIORISMO RADICAL E DA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO

Considerando o objetivo genérico do presente trabalho de efetuar uma análise comportamental das medidas de aprendizagem consideradas no âmbito do modelo de mudança conceitual, parece-nos pertinente iniciar com uma demarcação da acepção com a qual a expressão comportamental será empregada no texto.

Usualmente, o termo comportamental faz referência a uma tradição histórica em Psicologia denominada por Behaviorismo, sem, via de regra, a necessária especificação da modalidade de Behaviorismo considerada, ou com equívocos no estabelecimento de correspondências entre os protagonistas das modalidades e as respectivas características das mesmas, constatando-se que a determinados autores atribui-se a proposição de modalidades de Behaviorismo cujas características não se mostram, histórica e conceitualmente, vinculadas às teses que eles professaram.

A fim de elucidar o referencial teórico que norteia a análise empreendida neste trabalho, apresentaremos aqui uma breve distinção entre o Behaviorismo Radical e a modalidade do Behaviorismo que o precedeu, uma vez que grande parte das críticas infundadas dirigidas ao primeiro deve-se a uma compreensão equivocada e à confusão deste com o a versão professada por John B. Watson (1879-1958).

Pode-se afirmar que o Behaviorismo surge em 1913, com a publicação do artigo “Psychology as the Behaviorist Views It”, de John B. Watson, conhecido como o primeiro documento oficial da abordagem (cf. CARRARA, 1998)¹. Em tal artigo, Watson argumenta que a Psicologia falhou em seu intento enquanto ciência natural, em virtude da eleição da consciência

¹ Carrara (1998) aponta para o fato de que Watson teria sido melhor definido enquanto um “agente dos tempos”, representando em seu artigo as aspirações de mudança no campo da Psicologia já presentes à sua época.

enquanto objeto de estudo e da introspecção como método por excelência para seu estudo. Segundo Watson (1913), a Psicologia havia gerado perguntas especulativas que não eram passíveis de tratamento experimental, ao menos sob o método vigente. O método introspectivo, argumentava Watson (1913), gerava problemas no que diz respeito à reprodução dos resultados obtidos por um pesquisador pelos demais, e apontou a falta de objetividade e consenso relativos às definições dos conceitos em Psicologia àquela época. Para ele a psicologia deveria ser um ramo puramente objetivo e experimental da ciência natural (WATSON, 1913).

Watson criticava a recorrente analogia estabelecida entre os fenômenos comportamentais animais e supostos processos conscientes dos mesmos. Neste sentido, Watson afirmava que o estudo do comportamento animal não deveria diferir do estudo do comportamento humano, ambos fazendo parte de um esquema maior de investigação. Argumentava que o objeto de estudo da Psicologia deveria ser o comportamento como tal, sem alusão aos processos conscientes. Para ele, a Psicologia poderia ser escrita em termos de estímulo e resposta (WATSON, 1913). A relação entre estímulo e resposta à qual Watson se referia era a do reflexo e do reflexo condicionado, nos mesmos moldes dos estudos de I. Pavlov (cf. CARRARA, 2004; SKINNER, 1982). É a esta modalidade de Behaviorismo que se convencionou chamar de psicologia do estímulo-resposta.

Baum (1999) comenta que, apesar dos esforços de Watson para delimitar a Psicologia enquanto ciência do comportamento objetivamente observável, mesmo em seu tempo os behavioristas discutiam a propriedade de sua receita de ciência do comportamento.

“Não era claro o que *objetivo* queria dizer, ou em que consistia precisamente o *comportamento*. Como esses termos ficaram abertos à interpretação, as idéias dos behavioristas sobre o que constitui ciência e como definir comportamento divergiram ao longo dos anos.” (BAUM, 1999 p.28, grifo do autor)

Um dos fatores que contribuíram para as divergências entre os behavioristas foi a influência exercida pela doutrina do Operacionismo sobre a Psicologia. Um marco importante no surgimento do Operacionismo foi a obra do físico Percy Bridgman intitulada “Logic of Modern Physics” (1928, apud TOURINHO 1995). Nesta, Bridgman propõe uma revisão nos procedimentos até então utilizados na definição dos conceitos em Física. Tal como eram formulados, estariam sujeitos a sucessivas revisões, tais como as que as teorias de Einstein provocaram sobre os conceitos de tempo, espaço e comprimento absolutos de Newton. Para Bridgman, tais conceitos físicos deveriam ser definidos em termos igualmente físicos, isto é, em termos das operações experimentais conduzidas pelo cientista para seu estabelecimento e medição. Para este autor, então, “o conceito é sinônimo do conjunto correspondente de operações” (BRIDGMAN 1928, apud TOURINHO, 1995).

O operacionismo de Bridgman teve reflexo direto sobre o trabalho de alguns psicólogos behavioristas, tais como Edwing G. Boring e Skinner², porém de maneiras distintas. O Behaviorismo de Boring, denominado Behaviorismo Metodológico (TOURINHO, 1995), influenciado pelo Positivismo Lógico do Círculo de Viena, interpretou o operacionismo enquanto um conjunto de diretrizes metodológicas. Segundo este Behaviorismo, a importância exacerbada para questão da objetividade levaria a uma ciência dos fenômenos publicamente observáveis, cujo critério de verdade é o consenso público (TOURINHO, 1995). Tal behaviorismo distingue um mundo objetivo de um subjetivo, sendo somente possível uma ciência que dê conta do mundo objetivo, através de métodos objetivos que traduzissem em termos operacionais os termos

² Tal afirmação acerca da influência de Bridgman sobre o trabalho de Skinner, apesar de largamente difundida, não é consensual (cf. RIBES, 2003). Alguns autores, como Ribes (2003), afirmam que Skinner teria sido preferencialmente influenciado pelo Operacionismo de S. S. Stevens, que advogaria a análise operacional relacionada à denotação de objetos e eventos, sendo as definições operacionais especificações de procedimentos e resultados esperados com critério para estabelecer que os termos definidos são empiricamente significativos. Tal visão contrastaria com aquela de Bridgman, para quem a análise operacional envolveria a identificação das circunstâncias nas quais um conceito é utilizado. Tal discussão, no entanto, demanda um tratamento mais detalhado que foge ao escopo deste trabalho.

subjetivos utilizados em Psicologia até então, tais como consciência, por exemplo. Segundo tal perspectiva, a linguagem seria, por exemplo, um conjunto de símbolos referentes ao conteúdo da consciência (TOURINHO, 1995). Tais concepções trariam uma série de complicações às quais Skinner viria a responder. Para Skinner (1945/1972), o Behaviorismo Metodológico era uma tentativa de admitir algumas das mais poderosas asserções do Behaviorismo preservando ao mesmo tempo velhas “ficções explanatórias”.

O Behaviorismo Radical de Skinner vem a opor-se a tal tipo de operacionismo na Psicologia. A partir de seu artigo clássico “The Operational Analysis of Psychological Terms”, de 1945, Skinner esboça as principais diferenças entre sua proposta de behaviorismo e as demais. Uma das principais questões tratadas neste artigo é a da natureza dos eventos privados. Para os behavioristas metodológicos (e grande parte da Psicologia), eventos privados têm uma natureza diferente dos eventos públicos, sendo os primeiros considerados eventos “mentais” e os últimos, “físicos”. Assim, a sensação de dor é um evento privado, mental, de acesso exclusivo a quem a sente, enquanto que um aperto de mão é um evento público, físico, de acesso a mais de um observador. Sendo eventos de natureza diferente, os eventos públicos poderiam, no máximo, referir-se aos privados (como uma palavra escrita, física, se referiria a um “significado”, um evento mental). Skinner, no entanto, argumenta que tanto eventos públicos quanto privados têm a mesma natureza, e que se deveria abandonar a distinção entre eventos físicos e mentais, pelo abandono dos últimos. Eventos privados, para Skinner, são tão físicos quanto públicos. Tal argumento encontra-se em franca oposição àquele dos behavioristas metodológicos, que privilegiavam o estudo dos eventos públicos, em detrimento dos privados, justamente pela natureza não física destes últimos. O behaviorista radical admite a possibilidade de estudar eventos privados, ainda que de forma inferencial (SKINNER, 1945/1972). Skinner afirma ainda que a distinção público-privado é importante para os behavioristas metodológicos por enfatizar a

filosofia da verdade por consenso, em que “público é aquilo sobre o que se pode concordar por ser comum a dois ou mais concordantes” (1945/1972 p. 284, tradução nossa). A linguagem dos ou sobre os eventos privados mostrar-se-ia incompatível com a produção de consensos, sendo, com isso, descartado o tratamento científico para esta modalidade de evento.

Skinner substitui o critério da observação pública pelo critério da funcionalidade. O importante não é a descrição fisicalista da topografia de um comportamento, mas sim a descrição das relações funcionais entre o comportamento e as condições ambientais em que o comportamento ocorre.

Skinner advoga grande vantagem em se lidar com termos, conceitos ou constructos na forma em que são observados, enquanto respostas verbais. Assim, a definição operacional do significado de um termo, para Skinner, seria a descrição das circunstâncias sob as quais tal termo é emitido (1945/1972). Essa modalidade de operacionismo, em consonância com as teses de P. Bridgman, foi denominada de análise operacional.

A análise operacional define-se pela descrição de três termos: um estímulo, uma resposta e as conseqüências (efeitos) fornecidas pela comunidade verbal. As relações entre tais termos podem ser expressas da seguinte maneira: a comunidade reforça a resposta apenas quando é emitida na presença do estímulo. Assim, o reforçamento da resposta “vermelho” é contingente à presença de um determinado objeto, que se torna estímulo discriminativo (ou sinalizador) para a emissão eficiente da resposta “vermelho” (SKINNER, 1945, p. 275).

Para melhor compreensão do exposto no parágrafo anterior, faz-se mister esclarecer os conceitos presentes no mesmo. Deve-se compreender que o tipo de relação descrito anteriormente é definido como comportamento operante. O comportamento operante é aquele controlado por suas conseqüências, e sua distinção do comportamento respondente (ou reflexo) é fundamental para o esclarecimento do constante equívoco de chamar-se a análise do comportamento de

“psicologia do estímulo-resposta”. Por reforçamento entende-se o aumento da probabilidade futura da ocorrência de uma resposta dada a apresentação de um estímulo reforçador positivo ou a retirada de um estímulo aversivo. No caso citado, na presença de determinado objeto, a resposta “vermelho” é reforçada. Esse objeto diante do qual o operante verbal “vermelho” ocorre e é positivamente reforçado torna-se um evento (estímulo) discriminativo, ou seja, com função sinalizadora, para emissão eficiente da resposta “vermelho”, isto é, dizemos que a emissão da resposta vermelho está sob controle da presença desse objeto. A este processo damos o nome de controle de estímulo.

A noção de controle de estímulos descreve, portanto, uma relação de probabilidade: há maior chance de ocorrência da resposta verbal “vermelho” diante deste determinado objeto em função dos efeitos produzidos pela sua emissão diante do mesmo no passado.

Baum (1999) coloca que estímulo, neste caso, significa contexto, e que controle significa “mudar a frequência ou probabilidade de uma ou mais ações”. Uma resposta é mais ou menos provável de acordo com o contexto em que ela ocorre. Assim, supondo uma situação na qual, tanto o aprendiz, quanto a comunidade verbal responsável pela liberação de conseqüências para as ações do aprendiz compartilham de uma mesma condição estimuladora. Nesse caso, a resposta operante “vermelho” na presença de um objeto vermelho é mais provável do que na presença de um objeto verde (devido à história de reforçamento da resposta “vermelho” diante de objetos de tal cor). O objeto vermelho é chamado de “estímulo discriminativo”, e é diferente de um estímulo eliciador de um comportamento reflexo. Um estímulo discriminativo serve de ocasião para a ocorrência de uma resposta, no sentido em que a resposta “vermelho” só será reforçada diante de um objeto vermelho, e não de um verde, por exemplo. O comportamento reflexo depende apenas do estímulo eliciador³, enquanto o comportamento operante depende das conseqüências

³ Na medida em que tal comportamento foi selecionado na história da espécie. Sendo assim, a emissão do

(estímulos reforçadores positivos ou aversivos) que ocorrem em um determinado contexto (estímulo discriminativo)⁴.

A noção de comportamento selecionado pelas consequências assemelha-se à seleção natural das espécies. Para Skinner (1963; 1991), a Psicologia, enquanto ciência do comportamento dos organismos, é parte da Biologia. Há semelhanças entre a seleção natural das espécies e a seleção dos comportamentos pelas consequências, na medida em que novos comportamentos e novos genomas emergem quando novas variações são selecionadas pelas suas consequências.

Em seu último artigo (1990) Skinner falou sobre os três tipos ou níveis de variação e seleção dos quais o comportamento é produto, a saber: o filogenético, o ontogenético e o cultural. O primeiro nível diz respeito à seleção natural, responsável pela evolução da espécie e, por consequência, do comportamento da espécie. Como tal seleção prepara a espécie apenas para um futuro que se assemelhe ao passado selecionador, o segundo nível de seleção, o condicionamento operante, vem a suprir a necessidade de preparar o organismo para o ambiente presente. Através do condicionamento operante, certas características do comportamento do organismo são selecionadas pelo ambiente que não é estável o suficiente para desempenhar qualquer papel na evolução da espécie. O ponto fraco desse nível de seleção é que ela deve esperar pela variação, um processo que é normalmente lento. O condicionamento operante carece de resolver o problema da primeira ocorrência das respostas, antes de terem sido reforçadas. Assim, o terceiro

comportamento reflexo depende também da história filogenética do organismo.

⁴ Na realidade, o foco do Behaviorismo Radical concentra-se na análise das condições diante das quais são emitidas respostas que se mostram sensíveis aos seus efeitos. Na literatura da Análise do Comportamento, as condições que antecedem à emissão dessas respostas sustentam duas funções: as funções discriminativas e as funções motivacionais (CUNHA e ISIDRO-MARINHO, 2005). Outro aspecto relevante concentra-se na tese, segundo a qual, o controle de estímulos não se constitui num processo exclusivamente seletivo (BAUM, 1999; CATANIA, 1999). A liberação de consequências positivas ou aversivas, tanto quanto de eventos aversivos, contingentes à emissão de uma dada resposta diante de determinados estímulos não restringe o controle a tais estímulos. O termo generalização de estímulos descreve essa expansão: eventos diferentes daqueles originalmente sinalizadores dos efeitos (reforçadores ou aversivos) adquirem a propriedade de controlar a emissão das mesmas respostas.

nível de seleção, o cultural, vem a suprir tal necessidade, a partir da evolução de processos que permitiram aos organismos tomarem vantagem do comportamento adquirido por outros. Assim, através da imitação e da instrução, os organismos passaram a entrar em contato com contingências de reforço com as quais talvez levassem muito tempo (e com conseqüências muitas vezes aversivas) para entrar em contato. Neste sentido, muitas das críticas dirigidas ao Behaviorismo Radical enquanto excessivamente empirista, suposto defensor de um organismo enquanto “tabula rasa”, mostram-se carentes de fundamento, posto que Skinner sempre admitiu a influência dos outros dois níveis de seleção (além do condicionamento operante), para a determinação do comportamento. No entanto, o que Skinner (1990) frisava era que o objeto primário da ciência do comportamento era o segundo nível de seleção, enquanto o primeiro seria objeto da etologia e o terceiro, como objeto de parte da antropologia.

Uma vez deslocado o objeto de estudo da Psicologia, da consciência para o comportamento, cabe perguntar qual o lugar da consciência numa análise behaviorista. Skinner afirma que estar consciente é reagir ao próprio comportamento de forma verbal, e que é, portanto, um produto social. “O indivíduo torna-se consciente do que está fazendo apenas após a sociedade ter reforçado respostas verbais que dizem respeito a seu comportamento como fonte de estímulos discriminativos”. (SKINNER, 1945/1972, p. 281, tradução nossa).

Neste sentido, todo o comportamento é inconsciente, tornando-se consciente à medida que o ambiente verbal fornece as contingências necessárias ao comportamento de auto-observação (SKINNER, 1990). Em outras palavras, o que Skinner (1990) chama à atenção é que consciência é também comportamento, e que, como qualquer outro comportamento, necessita de um ambiente que lhe sirva de ocasião para sua ocorrência (no caso, quando somos chamados a atentar para nossos próprios eventos privados), bem como é controlado por suas conseqüências.

Tais características do Behaviorismo Radical apontam para seu compromisso com a previsão e controle dos fenômenos comportamentais. Em adotar um critério de verdade funcional, Skinner aproxima-se de uma perspectiva pragmatista, de uma verdade instrumental. Nas palavras de Skinner:

“O critério último para a boa qualidade de um conceito não é se duas pessoas entram em acordo, mas se o cientista que usa o conceito pode operar com sucesso sobre seu material – sozinho, se precisar” (SKINNER, 1945/1972 p. 284-285, tradução nossa).

O Behaviorismo Radical foi fortemente influenciado também pelo trabalho “The Science of Mechanics”, de Ernst Mach (1960, apud BAUM 1999), principalmente no que diz respeito à concepção de explicação científica enquanto descrição econômica e abrangente dos fenômenos em termos familiares. Segundo Baum (1999), uma descrição pragmática do comportamento inclui seus fins e o contexto no qual ocorre, justamente o diferencial introduzido por Skinner no estudo do comportamento.

Por privilegiar a dimensão descritivo-observacional dos fenômenos, freqüentemente B. F. Skinner e seu trabalho têm sido classificados como ateóricos ou antiteóricos (cf. CARRARA, 1994; 2004), apresentando um desinteresse por conjecturas e uma superficialidade no exame das relações entre variáveis que controlam o comportamento humano. No entanto em um de seus artigos mais conhecidos, Skinner (1950/2005) discute a importância e/ou necessidade de teorias no campo da aprendizagem. O que Skinner entende por teoria em tal artigo é:

“qualquer explicação de um fato observado que apele a eventos que ocorrem em algum outro lugar, em algum outro nível de observação, descrito em termos diferentes e medido, se tanto, em dimensões completamente diferentes” (p. 115).

Skinner (1950/2005) apresenta, então, três tipos de teoria no campo da aprendizagem que satisfazem a tal definição, quais sejam: teorias “neurofisiológicas”, “mentalistas” e “conceituais”. As teorias do primeiro tipo são aquelas que, para explicar a aprendizagem, referem-se a supostas

alterações no sistema nervoso. As teorias do segundo tipo buscam eventos mentais (tais como gosto, expectativa, etc.) para explicar as causas da aprendizagem. As teorias do terceiro tipo, por sua vez, apresentam eventos explicativos que não são diretamente observados, sendo sistemas de representação (como se considerar as alterações do Sistema Nervoso Central não como alterações reais, bioquímicas ou fisiológicas, mas como alterações num sistema representativo).

Para Skinner (1950/2005) estes três tipos de teoria trazem um problema adicional para o estudo da aprendizagem e do comportamento. Atribuir as causas do comportamento a um evento neural, mental ou conceitual, ainda mantém em aberto a necessidade de explicar tal evento. Segundo Skinner, a teoria oferece uma falsa sensação de segurança ao oferecer uma explicação para certos fenômenos que, em última instância, pouco ou nada auxiliam em sua compreensão. Skinner questiona inclusive a justificação de uma teoria por seu valor em gerar pesquisa. Para ele, a pesquisa produtiva nem sempre requer uma teoria para guiá-la (SKINNER, 1950/2005). No entanto, é necessário salientar novamente que a teoria à qual Skinner se refere não é a “coleção de dados uniformes”, “uma representação formal dos dados, reduzida a um número mínimo de termos”, mas sim aquela que se refira a um outro sistema dimensional para a explicação dos fatos (SKINNER, 1950/2005, p. 124). Estas teorias favoreceriam o que Skinner chamou de uma “relutância em tomar o que aparece diante dos olhos em um experimento de aprendizagem como um dado básico” (p. 107). Não se deve, no entanto, interpretar esta postura de Skinner como um ingênuo apego ao experimentalismo puro, pois conforme Carrara (2004), Skinner admitia seus limites “uma vez que este pouco fertiliza a inspiração de novas hipóteses desafiadoras na ciência” (p. 113).

Uma vez que o Behaviorismo Radical fornece referenciais para análise de fenômenos usualmente investigados em contextos educativo/escolares, vale considerar suas influências, enquanto referenciais de análise, no estudo de fenômenos escolares.

3.1. **BEHAVIORISMO RADICAL, ENSINO-APRENDIZAGEM E EDUCAÇÃO.**

Alguns autores recentemente discutiram as influências da Análise do Comportamento na implementação de estratégias de ensino área educacional (CARRARA 2004; KUBO e BOTOMÉ, 2001; LUNA, 2002). Estes sustentam consenso em afirmar que a proposta behaviorista radical foi (e tem sido) mal compreendida sendo, por exemplo, constantemente confundida com a proposta behaviorista ortodoxa watsoniana (CARRARA, 2004). Como bem expressou Luna (2002, p.147), “inadmissível é que as pessoas escrevam críticas sem se darem ao trabalho de estudar a obra criticada. Que se escrevam textos em que se afirmam posições de Skinner que ele passou anos negando”. Do exposto até aqui, esperamos que alguns desses mal-entendidos tenham sido esclarecidos. A fim de clarificarmos outros que ainda possam existir, acerca especificamente das possíveis influências das teses do Behaviorismo Radical na orientação, planejamento, execução e interpretação de medidas produzidas nos estudos sobre processos de ensino e de aprendizagem, gostaríamos de expor ainda as seguintes considerações.

Conforme afirma Carrara (2004), o cuidado com a clareza na especificação de objetivos comportamentais, característica das mais caras à Análise do Comportamento, foi levado a exacerbação tal que conduziu ao descrédito do procedimento. Este autor afirma que as tentativas de formulação de objetivos comportamentais muitas vezes faziam das próprias definições o assunto central, levando a uma aparência de ensino

“segmentado, reducionista, tecnicista e atomizado, em que, decerto, a posterior reunião dos comportamentos altamente particulares ensinados não conseguiria representar ou constituir-se no próprio objetivo educacional maior então proposto” (CARRARA, 2004, p. 121)

Botomé (1981, apud KUBO e BOTOMÉ, 2001) propõe a substituição da expressão “objetivo comportamental” por “comportamentos-objetivo”, ao esclarecer que a noção de comportamento não é redutível a algo igual a classes de respostas apresentadas por um organismo, mas sim correspondente à relação entre a classe de respostas de alguém e o ambiente em que a classe de respostas é apresentada. Tal reformulação apresenta-se em perfeita consonância com a noção de comportamento operante de Skinner, noção esta que sempre se apresenta enquanto relação entre o ambiente e as respostas do organismo.

Sob uma perspectiva Behaviorista Radical, os substantivos “ensino” e “aprendizagem”, enquanto processos, são mais adequadamente descritos pelos verbos “ensinar” e “aprender”, fazendo referência, respectivamente, ao fazer do professor e às ações do aluno em decorrência desse fazer (KUBO e BOTOMÉ, 2001). Dito de outra maneira, “a mudança na interação dos alunos com seus respectivos meios como resultado do trabalho de um professor é o que indica que houve aprendizagem produzida por um ensino” (KUBO e BOTOMÉ, 2001, p.168). Programar e avaliar a extensão de tal mudança está entre as atribuições de um analista do comportamento.

Portanto, diante de tais características do Behaviorismo Radical enquanto perspectiva interpretativa de medidas comportamentais (o fazer do aluno) e de suas alterações em relação com o ambiente e mediante o fazer do professor, parece-nos pertinente que se empreenda uma análise, à luz do Behaviorismo Radical, do modelo de mudança conceitual, dada sua larga difusão no âmbito do ensino de ciências, e da controvérsia por ele gerada. Admite-se, como hipótese orientadora deste trabalho, que o Behaviorismo Radical propicia ferramentas capazes de uma avaliação da pertinência das críticas dirigidas ao modelo e da própria proposta de avaliação dos resultados obtidos através de sua utilização, tal como apresentada por seus proponentes. No entanto, é necessário primeiro que se descrevam as principais características do modelo, suas

possíveis aplicações e condições de avaliação, que é o que será empreendido no próximo capítulo.

4. DA PROPOSTA INICIAL DO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL.

4.1. O MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL DE POSNER ET AL. (1982)

O modelo de mudança conceitual (POSNER et al., 1982) surge no início da década de oitenta, que segundo Moreira e Greca (2003) pode ser qualificada como a “época das concepções alternativas” (p.301, tradução nossa). Havia se tornado lugar-comum a crença de que a aprendizagem é o resultado da interação entre o que é ensinado ao estudante e suas idéias e concepções correntes, as assim chamadas “concepções alternativas” (POSNER et al., 1982), fato que impulsionou propostas metodológicas de investigação que priorizavam inventariar as idéias e conhecimentos sustentados pelos alunos antes do contato formal com as condições de ensino. Grande parte dos estudos desenvolvidos no período centrou-se na identificação das concepções alternativas, confirmando a existência e relevância do conhecimento prévio para a aprendizagem de teorias científicas (MOREIRA e GRECA, 2003).

A partir da identificação das concepções alternativas e do estudo das razões de sua persistência frente ao ensino de novas concepções, emergiu a necessidade de modelos que viabilizassem uma compreensão dos processos que definem a interação entre as idéias correntes de um estudante e as idéias novas e incompatíveis (POSNER et al., 1982). Apesar de Piaget (1974, apud POSNER et al., 1982) já haver desenvolvido uma teoria a respeito, sua suposição era de que o progresso do conhecimento científico é essencialmente estrutural e não conceitual, havendo, pois, a necessidade de trabalhos que enfocassem mais os conteúdos das idéias dos aprendizes do que as supostas estruturas subjacentes (POSNER et al., 1982).

Assim, Posner et al. (1982) apontam para a inexistência, até então, de uma “teoria bem articulada explicando ou descrevendo as dimensões substantivas dos processos pelos quais os

conceitos centrais e organizadores de uma pessoa mudam de um conjunto de conceitos para outro, incompatível com o primeiro” (pág. 211, tradução nossa). Os autores acreditam que uma fonte importante de hipóteses concernentes a tal assunto seria a filosofia da ciência daquela época, cujo debate central era o de como conceitos alteram-se sob o impacto de novas idéias ou informações (POSNER et al., 1982).

Os autores apontam como pressuposto central de seu estudo a aprendizagem enquanto atividade racional. Ou seja, aprender seria compreender e aceitar idéias porque são vistas como inteligíveis e racionais (POSNER et al., 1982). O estudante faz julgamentos baseados em evidência disponível, não significando isto, no entanto, que fatores motivacionais ou afetivos não sejam importantes para o processo de aprendizagem. Ao afirmar que a aprendizagem é uma atividade racional, os autores dizem buscar

“focar atenção no que a aprendizagem é, não sobre do que a aprendizagem depende. Aprendizagem diz respeito a idéias, sua estrutura e a evidência para elas. Não é a simples aquisição de um conjunto de respostas corretas, um repertório verbal ou um conjunto de comportamentos.” (pág. 212, tradução nossa).

Os autores afirmam então que a aprendizagem, tal como a investigação, é mais bem vista como um processo de mudança conceitual.

Posner et al. afirmam haver uma suposta analogia entre os mecanismos que regem a mudança conceitual na aprendizagem e aqueles que regem a mudança conceitual no contexto da filosofia da ciência, mais especificamente sob a visão filosófica de ciência de Thomas Kuhn (2001). Este filósofo apresenta uma concepção de desenvolvimento da ciência que pressupõe dois períodos distintos e consecutivos, chamados respectivamente ciência normal e ciência revolucionária. No período de ciência normal, os cientistas trabalhavam para solucionar problemas, sob um determinado paradigma que define que espécies de problemas devem ser estudados, que critérios são usados para avaliar uma solução e que procedimentos experimentais

são julgados aceitáveis. Conforme as pesquisas avançam, há novos problemas que se apresentam, e que podem mostrar-se insolúveis sob este paradigma. Tais problemas são chamados “anomalias”, e quando há um acúmulo de anomalias, teria lugar então uma mudança de paradigma. A esse período de “acomodação” do novo paradigma Kuhn chamou ciência revolucionária (KUHN, 2001).

Neste sentido, Posner et al. (1982) identificam processos análogos aos descritos por Kuhn nos mecanismos que regem a mudança conceitual na aprendizagem, quais sejam: a assimilação e a acomodação. A assimilação ocorre quando um estudante é capaz de lidar com um novo fenômeno baseado apenas em seus conceitos existentes (tal como nos períodos de ciência normal, segundo a visão de Kuhn). A acomodação ocorre quando os conceitos correntes do estudante não são suficientes para que ele compreenda um novo fenômeno, sendo necessária a *substituição* de seus conceitos centrais (fato que, segundo os autores, Kuhn chamaria de “revolução científica”; POSNER et al. 1982, p.212).

Para os autores, a aprendizagem como um processo racional de investigação envolve ainda um aspecto adicional. A aprendizagem ocorreria contra o pano de fundo dos conceitos correntes do estudante. Sem tais conceitos, diante de um novo fenômeno, o estudante não seria capaz de organizar sua investigação, tampouco de elaborar questões e saber o que contaria como respostas, ou distinguir aspectos relevantes de irrelevantes. Esses conceitos que cumprem a função de governar a mudança conceitual foram denominados por “ecologia conceitual”. Apontam que sua teoria encontra-se em direta oposição ao que chamam de empirismo tradicional que, numa interpretação mais restrita e absoluta, corresponderia a supor que não há nada na mente que não tenha estado antes nos sentidos. Tal pressuposto haveria de requerer que as pessoas fossem capazes de aprender algo na total ausência de quaisquer conceitos prévios. Os autores afirmam acreditar que tal fato seja impossível, uma vez que uma mente que começasse

como uma tabula rasa assim permaneceria, por faltar-lhe meios de investigar a experiência (POSNER et al., 1982). Diferentemente, e de modo mais coerente, uma interpretação Behaviorista Radical de uma perspectiva empirista consistiria em supor que a aprendizagem de novos conceitos e de novas informações não dependeria da organização prévia de conteúdos pelo aprendiz. Ao invés de se supor a existência de tábulas rasas, a hipótese concentra-se em admitir que novas aprendizagens poderiam prescindir dos conhecimentos já sustentados pelo estudante.

Posner et al. (1982) definem como foco do modelo as "mudanças conceituais radicais que descrevemos como acomodações" (p. 213, tradução nossa). Deste modo, enquanto um modelo interpretativo, parece-nos que a ênfase recaiu na especificação e na descrição das condições necessárias para a manifestação da mudança conceitual, bem como dos aspectos da ecologia conceitual que governam a seleção de novos conceitos.

Há pelo menos quatro condições que, segundo os autores, são comuns a todos os casos de acomodação (POSNER et al. 1982, p. 214):

- (1) Deve haver insatisfação com os conceitos existentes, isto é, antes de assumir um novo conceito, é de se supor que o indivíduo tenha se deparado com um número de anomalias tal que suas concepções prévias já não possam resolvê-las;
- (2) O novo conceito deve ser inteligível, isto é, o indivíduo precisa construir ou identificar uma representação coerente do novo conceito;
- (3) O novo conceito deve ser inicialmente plausível, isto é, ele deve pelo menos parecer ter a capacidade de resolver os problemas gerados pelos conceitos prévios, bem como ser consistente com outros conhecimentos já possuídos pelo indivíduo;
- (4) O novo conceito deve sugerir a possibilidade de um programa de pesquisa frutífero, isto é, deve ter o potencial de ser estendido a outras áreas de pesquisa.

Com relação aos aspectos da ecologia conceitual que governam a seleção de novos conceitos, são apontados alguns tipos de conceitos tidos como mais importantes, tais como (1) anomalias, (2) analogias e metáforas (que serviriam para sugerir novas idéias e torná-las inteligíveis), (3) compromissos epistemológicos (divididos em ideais explanatórios e visões gerais sobre o caráter do conhecimento) (4) conceitos e crenças metafísicas (que selecionariam tipos de explicações e seriam, por vezes, imunes de refutação empírica direta) e (5) outros conhecimentos, como conhecimentos em outros campos. Destes, os autores apontam dois, em particular, que se mostraram guiando o processo de mudança de uma concepção para outra, a saber, as anomalias e as suposições fundamentais sobre ciência e sobre conhecimento (POSNER et al., 1982).

As anomalias proveriam um conflito cognitivo que prepararia a ecologia conceitual do estudante para uma acomodação. A acomodação de novos conceitos seria mais provável na medida em que o estudante tomasse mais seriamente uma anomalia, tornando-se assim insatisfeito com seus conceitos correntes. (POSNER et al. 1982).

Quanto às suposições fundamentais sobre ciência e sobre conhecimento, os autores afirmam que estas formam a base sobre a qual os estudantes julgariam novos conhecimentos. Para que uma mudança conceitual seja racional é necessário que o estudante disponha dos padrões de julgamento necessários para tal, isto é, que compartilhe das crenças previstas pelo novo conceito. Caso contrário, os estudantes serão forçados a aceitar um novo conceito de maneira não racional, por exemplo, simplesmente porque o professor assim afirmou ou por mera memorização.

Por fim, os autores sugerem algumas estratégias de ensino direcionadas à acomodação (mudança conceitual), quais sejam (POSNER et al., 1982, p. 225-226):

- (1) Desenvolver palestras, demonstrações, problemas e laboratórios que possam ser usados

para criar conflitos cognitivos nos estudantes.

- (2) Organizar a instrução para que os professores possam perder uma porção substancial de seu tempo em diagnosticar erros no pensamento do estudante e identificando movimentos defensivos utilizados pelos estudantes para resistir à acomodação.
- (3) Desenvolver os tipos de estratégias que os professores poderiam incluir em seu repertório para lidar com os erros dos estudantes e movimentos que interfiram na acomodação.
- (4) Ajudar os estudantes a compreender o conteúdo científico por representar o conteúdo em múltiplos modos (verbal, matemática, concreto-prático, pictórico) e por ajudar os estudantes a traduzir de uma representação para outra.
- (5) Desenvolver técnicas de avaliação para auxiliar o professor a rastrear o processo de mudança conceitual nos estudantes.

O professor deveria ainda assumir dois papéis adicionais, além de os de clarificador de idéias e apresentador de informações, a fim de facilitar a acomodação: o de adversário, no sentido de tutor socrático, e de modelo de pensamento científico (POSNER et al., 1982).

4.2. CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS SOBRE O MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL (HEWSON, 1981)

Peter W. Hewson, um dos co-autores do clássico artigo de 1982, publicou, em 1981, um trabalho no qual já havia referência ao artigo publicado no ano subsequente, e que, por ocasião do trabalho de 1981, encontrava-se no prelo. Hewson (1981) apresenta reflexões adicionais para a caracterização do modelo de mudança conceitual. O que antes fora chamado por Posner et al. (1982) como "assimilação" é chamado por Hewson (1981) como captura conceitual, isto é, a reconciliação de um novo conceito com conceitos existentes, sem a necessidade de alterações

substantivas nos conhecimentos prévios do aluno. E o que fora chamado por Posner et al. (1982) como "acomodação" é chamado por Hewson (1981) como troca conceitual, isto é, a substituição de um conceito anterior por um novo.

Hewson (1981) afirma, no entanto, que o modelo de Posner et al. (1982) parte da premissa que a concepção prévia e a nova concepção apresentada são irreconciliáveis para o aprendiz, e que se esta condição for relaxada, o modelo pode facilmente ser modificado para incluir também o que ele chama de captura conceitual (assimilação, nos termos de POSNER et al.). Considerando-se, então, uma pessoa cujas concepções incluem uma concepção C, e supondo-se que esta pessoa fosse exposta a uma concepção C', a nova concepção C' poderia: (1) ser rejeitada ou (2) incorporada em três diferentes formas: (a) sendo memorizada por repetição, (b) substituindo C e reconciliando-se com as demais concepções pelo processo de troca conceitual ou (c) reconciliar-se com as concepções existentes, incluindo C, pelo processo de captura conceitual.

O que determinaria a ocorrência de uma destas possibilidades seria a resposta a três questões: "qual é o status de C? Qual é o status de C'? C' pode ser reconciliada com C?" (HEWSON 1981, p. 389, tradução nossa). O status de uma concepção, para Hewson (1981), é representado pela medida em que uma concepção é inteligível (I) (isto é, não plausível, tampouco e frutífera), inteligível e plausível (IP) (mas não frutífera) ou inteligível, plausível e frutífera (IPF). Uma concepção não pode ser frutífera sem ser plausível, nem plausível sem ser inteligível. Assim, a resposta das duas primeiras questões depende da obtenção das quatro condições discutidas por Posner et al. (1982) e também apresentadas por Hewson (1981). A resposta à terceira pergunta apontaria uma quinta condição: se são as concepções C e C' reconciliáveis. Segundo Hewson (1981), duas concepções são reconciliáveis para qualquer pessoa se ambas parecem ser inteligíveis. Se em adição uma delas é plausível, então a outra tem que ser plausível

para que ambas sejam reconciliáveis. Assim, o processo de troca conceitual se daria pelo aumento do status de C' e a diminuição do status de C, de modo que as concepções tornam-se mutuamente irreconciliáveis.

No tocante às implicações para o ensino de ciências, Hewson (1981) apenas reafirma as proposições de Posner et al. (1982).

4.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE APRENDIZAGEM E COMPREENSÃO SOB O PONTO DE VISTA DA MUDANÇA CONCEITUAL (STRIKE E POSNER, 1985)

Num artigo posterior, Strike e Posner (1985) objetivaram caracterizar o que significa entender algo e fazer algumas observações sobre como o entendimento deve ser promovido. Começam por estabelecer a noção de significado, a qual consideram central para a compreensão do entendimento. Segundo os autores, entender uma idéia é saber o que ela significa, usando significado num sentido lingüístico. A relação entre significado e verdade seria a seguinte: uma proposição não precisa ser verdadeira para ser significativa. O que parece é que a significância é pressuposta pela verdade, no sentido de que apenas proposições significativas possam ser verdadeiras ou falsas (STRIKE e POSNER, 1985).

Os autores afirmam ainda que, para alguns filósofos, conhecer o que uma proposição significa é precisamente, e nada mais que, conhecer as condições sob as quais a proposição seria verdadeira (AYER, 1976; WITTGENSTEIN, 1921/1961 apud STRIKE e POSNER, 1985), sendo esta visão da relação entre significado e verdade aceita pelos autores, com algumas qualificações. No entanto, estes afirmam não formular a idéia como tradicionalmente tem sido formulada (STRIKE e POSNER, 1985).

Para os autores, captar o significado de uma idéia é normalmente uma maneira de ver como uma idéia é interpretada ou aplicada num certo contexto conceitual. Assim, as “idéias tornam-se significativas quando se encaixam em um nicho conceitual, de uma determinada maneira. Quando uma acomodação é requerida, a dificuldade é que o contexto no qual uma nova idéia será entendida é incerto” (STRIKE e POSNER, 1985, p. 227, tradução nossa). Portanto, para que uma nova idéia seja acomodada, é necessário que as idéias correntes sejam “tecidas num novo padrão em que a nova idéia se encaixe” (STRIKE e POSNER, 1985, p. 227, tradução nossa). Em outras palavras, é necessário criar um novo contexto conceitual no qual os novos conceitos sejam entendidos. A criação desse contexto envolve estratégias para o atendimento das quatro condições apontadas por Posner et al. (1982) para a ocorrência de mudança conceitual (insatisfação com o conceito atual, inteligibilidade do novo conceito, plausibilidade do novo conceito e garantia de programas de pesquisa frutíferos). Estratégias para o atendimento de tais condições seriam, por exemplo, a geração de anomalias para conceitos correntes (gerando insatisfação com os conceitos correntes e aumentando a plausibilidade dos novos), o uso de metáforas (aumentando a inteligibilidade dos novos conceitos), entre outras (STRIKE e POSNER, 1985).

Em resumo, para se entender uma idéia, é necessário que esta se encontre num contexto conceitual que permita sua significação. A criação de tal contexto envolve o atendimento das condições necessárias para a acomodação. No entanto, os autores afirmam que tal expansão do conceito de entendimento não permite a conclusão que entender seja o mesmo que acomodar. “Fazê-lo seria perder a distinção entre entendimento e comprometimento” (STRIKE e POSNER, 1985, p. 225, tradução nossa). Segundo os autores, é possível que uma pessoa compreenda uma idéia sem, no entanto, aceitá-la. A fim de clarificar tal afirmação, os autores propõem a seguinte diferenciação (STRIKE e POSNER, 1985, p. 225-226):

- (1) Entendimento mínimo: o nível requerido para uma pessoa começar a aceitar a possibilidade de verdade ou razoabilidade de uma nova concepção. Uma pessoa com este nível de entendimento é capaz de aplicar o conceito em problemas simples e estereotipados, mas não verá como a idéia pode ser usada em situações mais complexas.
- (2) Entendimento mais completo: a pessoa vê uma vasta gama de implicações da concepção e é capaz de aplicá-la a situações novas e complexas.
- (3) Acomodação: envolve não apenas entendimento, mas um grau de aceitação. Afirar que uma acomodação ocorreu adiciona à idéia de entendimento a noção de comprometimento ou crença. A concepção é aceita.

Com tal distinção os autores pretendem, portanto, diferenciar níveis crescentes de entendimento de um conceito, tendo a acomodação (ou mudança conceitual) como fenômeno que envolveria, além do entendimento, a aceitação do conceito. No entanto, os autores não deixam claro o que viria a caracterizar a aceitação da concepção por parte do estudante. No entanto, afirmam que é difícil julgar a ocorrência de uma acomodação diante de um entendimento mínimo da nova concepção, mesmo não sendo o entendimento completo condição *sine qua non* para a sua aceitação (STRIKE e POSNER, 1985).

4.4. RESUMO

O modelo de mudança conceitual surge no início da década de oitenta e, partindo do pressuposto que a aprendizagem é o resultado da interação entre o que é ensinado ao estudante e suas idéias ou conceitos correntes, busca responder à seguinte pergunta: através de que processos os conceitos centrais e organizadores de uma pessoa mudam de um conjunto de conceitos para outro, incompatível com o primeiro? Para seus proponentes, a aprendizagem é uma atividade

racional e, tal como a investigação, é mais bem vista como um processo de mudança conceitual (POSNER et al. 1982).

A partir de modelos extraídos da filosofia da ciência (mas especificamente, aponta-se a proposta de KUHN, 1962/2001), os autores distinguem duas formas de mudança conceitual, às quais chamam assimilação (ou captura conceitual) e acomodação (ou troca conceitual) (POSNER et al. 1982; HEWSON, 1981). A assimilação ocorre quando não é necessária uma reestruturação dos conceitos correntes do aprendiz para que um novo conceito seja aprendido. A acomodação ocorre quando é necessária a reorganização ou substituição dos conceitos centrais do aprendiz para que o novo conceito seja aprendido (POSNER et al., 1982).

A fim de que ocorra mudança conceitual, quatro condições precisam ser atingidas: deve haver insatisfação com a concepção corrente, a nova concepção precisa ser inteligível, precisa ser plausível e garantir programas de pesquisa frutíferos (POSNER et al., 1982). A extensão em que tais condições são atingidas é chamada status da concepção, e para que ocorra mudança conceitual é necessário então que o status da nova concepção torne-se maior que o da concepção corrente (HEWSON, 1981).

Os conceitos que governam a mudança conceitual são chamados ecologia conceitual (POSNER et al., 1982). Para que uma idéia seja entendida, ela deve encaixar-se na ecologia ou contexto conceitual do aprendiz. Caso contrário, é necessária a criação de um novo contexto conceitual onde a nova idéia encaixe-se. A criação de tal contexto envolve o atendimento das quatro condições necessárias para a mudança conceitual. No entanto, entender uma idéia não significa acomodá-la. A acomodação envolve, além do entendimento, a aceitação da idéia.

O capítulo 2 ocupou-se com a caracterização do modelo de mudança conceitual. O modelo preconiza que a aprendizagem de conceitos científicos define-se por processos de

acomodação cuja manifestação depende de um conjunto de condições discutidas nas referências consultadas.

De particular pertinência para o presente trabalho coloca-se a descrição das medidas comportamentais que sustentariam correspondência com a caracterização de mudança conceitual anteriormente especificada.

No próximo capítulo buscou-se descrever e discutir a visibilidade que as medidas comportamentais de mudança conceitual teriam ostentado em alguns estudos experimentais publicados na década de oitenta e fundamentados no respectivo modelo.

5. ESTUDOS DE CASO: INCIDÊNCIAS DO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL EM INVESTIGAÇÕES SOBRE O ENSINO E A APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

Neste capítulo descrevem-se, a título de estudos de caso, três exemplos de investigações que ilustram a incidência das teses do modelo de mudança conceitual no âmbito da pesquisa em Educação em Ciências. Esses estudos foram publicados entre 1983 e 1986, ou seja, são posteriores aos trabalhos de Hewson (1981) e de Posner et al. (1982) e, por sua vez, antecederam aos artigos de revisão do modelo (HEWSON e THORLEY, 1989; STRIKE e POSNER, 1992). O critério de seleção dos artigos discutidos a seguir se fundamentou no procedimento de investigação adotado nesse estudo. Considerando que a fase seguinte desse trabalho consiste numa análise de alguns artigos de revisão do modelo de mudança conceitual, estimou-se consistente apresentar, como ilustração da incidência do modelo no campo da pesquisa, alguns dos trabalhos mencionados nos artigos de revisão.

5.1. HEWSON E HEWSON, 1983.

O estudo de Hewson e Hewson (1983), baseado no modelo de aprendizagem por mudança conceitual, sugere que a aprendizagem de diferentes conceitos (científicos) necessita de diferentes estratégias de ensino para diferentes alunos. Os autores descrevem quatro estratégias, a saber: integração, diferenciação, troca e ligação conceitual. Definem integração como a tentativa de integrar⁵ novos conceitos com conceitos existentes, ou diferentes conceitos existentes uns aos outros. O alvo definido da diferenciação é diferenciar conceitos existentes em conceitos mais

⁵ As definições das estratégias aparecem aqui enquanto simples traduções do exposto no texto dos autores. Em outras palavras, a utilização do verbo no infinitivo para descrever a definição das estratégias, ainda que redundante, é característica do texto original dos autores, aqui mantido por motivo de fidelidade textual.

definidos, separados, porém proximamente relacionados. “O estudante precisa ver que o que era plausível em uma situação não o é mais em uma outra diferente e mais complexa” (HEWSON e HEWSON, 1983 p. 773, tradução nossa). A estratégia de troca objetiva trocar uma concepção existente por uma nova, porque ambas se contradizem e não podem, portanto, serem ambas plausíveis. “Uma vez que um estudante não iria trocar uma concepção plausível por uma que é vista como não plausível, torna-se necessário criar insatisfação com a concepção existente bem como mostrar que a nova concepção tem mais poder explanatório e preditivo que a antiga” (HEWSON e HEWSON, 1983 p. 773). Por fim, a ligação conceitual tem como objetivo “estabelecer um contexto apropriado no qual conceitos abstratos importantes possam ser ligados com experiências comuns significativas” (HEWSON e HEWSON, 1983 p. 733, tradução nossa). Tais definições não são mais claras no que diz respeito ao fazer do professor e do aluno em relação a tais estratégias, ou seja, não se explicita o que o professor fazia quando se utilizava de uma de tais estratégias, tampouco o que o aluno fez quando da utilização de tais estratégias por parte do professor.

A pesquisa envolveu quatro passos: (1) a identificação das concepções de estudantes concernentes a massa, volume e densidade; (2) o desenvolvimento de material de instrução usando o conhecimento prévio dos alunos e estratégias de instrução sugeridas pelos princípios da mudança conceitual; (3) a aplicação da estratégia de instrução para um grupo específico de estudantes para os quais o conhecimento anterior acerca destes conceitos tivesse sido previamente identificado; (4) a avaliação da eficácia da estratégia experimental comparada com uma estratégia tradicional usada como controle.

Participaram 90 estudantes de ensino médio com idades variando entre 13 e 20 anos de duas escolas diferentes de Soweto. Os grupos controle e experimental foram constituídos, respectivamente, por 44 e 46 estudantes. A similaridade conceitual dos estudantes dos dois

grupos foi estabelecida por meio dum pré-teste. Após a aplicação de uma entrevista clínica, os dados encontrados eram validados por um teste de papel e caneta, que avaliava a extensão na qual os estudantes identificavam as afirmações dadas com concepções alternativas típicas ou com concepções científicas ortodoxas. O teste foi também usado como um pré-teste para identificar a similaridade conceitual ou não dos dois grupos e como pós-teste no qual o efeito das estratégias de instrução poderiam ser comparadas usando-se escores de mudança (HEWSON e HEWSON, 1983 p. 734). O teste consistia no estudante indicar se as afirmativas dadas eram corretas, incorretas ou se eles não haviam entendido a afirmação ampliando suas respostas no espaço providenciado depois de cada afirmativa. O teste consistia em 30 itens que eram categorizados em seis diferentes sub-testes de concepções relacionadas com conceitos científicos e alternativos de massa, volume e densidade. Um exemplo de um item de teste era o seguinte:

A madeira flutua na água porque não tem massa. Correto/incorreto/não entendi.

Motivo:.....

O item era pontuado da seguinte maneira: um ponto no sub-teste para "concepção alternativa de massa" caso a resposta fosse "correto". Se a resposta fosse "incorreto" ou "não entendi", não era atribuído nenhum ponto (HEWSON e HEWSON, 1983, p. 735). Portanto, a eficácia das estratégias de ensino baseadas no modelo de mudança conceitual, comparados com a das estratégias tradicionais dar-se-ia pela comparação dos escores dos pré e pós-testes.

O material de instrução foi direcionado para o incremento do número de concepções científicas possuídas pelos alunos, tanto no grupo controle quanto no grupo experimental. Consistia de unidades sobre massa, volume, densidade e a propriedade particulada da matéria,

escritas em forma de apostilas. Os estudantes desenvolviam experimentos, respondiam questões baseadas em suas observações e calculavam diferentes quantidades.

O grupo controle trabalhou com o material fundamental, usado em conjunto com o livro texto *New Structure General Science Form 1* (PAHL, FOURI e MAKUNGA, 1975, *apud*. HEWSON e HEWSON, 1983). Para este grupo foram empregadas estratégias de integração exclusivamente, usando exposições, discussões, experimentos e demonstrações, por exemplo.

No caso do grupo experimental, o material era também direcionado para a diminuição do número de concepções alternativas possuídas pelos estudantes, além do aumento das concepções científicas. Seu material consistia do material fundamental o qual era incluído em materiais de ensino especialmente preparados. Usava o mesmo formato de apostilas dos materiais controle e para ele eram empregadas as quatro estratégias de ensino discutidas anteriormente, começando pela ligação conceitual, imediatamente seguida de estratégias de diferenciação e troca. Finalmente, o tópico da unidade era ensinado usando uma estratégia de integração.

Em termos de resultados, os dados mostraram redução do número de alunos apresentando concepções alternativas e aumento do número de alunos apresentando concepções científicas. As medidas comportamentais de mudança conceitual consideradas consistiram na identificação por escrito da correção ou não de afirmações concernentes às concepções alternativas e científicas, sendo expressos dados de grupos de alunos e não dados individuais, o que poderia ilustrar, de modo mais preciso, as alterações efetuadas por determinados alunos.

Em termos de comentários adicionais ao primeiro artigo exposto, caberiam algumas considerações. Supor que, após a exposição às condições experimentais, a identificação correta de acertos e de erros nas afirmações já exibidas no pré-teste constitui-se em medida de mudança conceitual corresponde admitir que as condições experimentais delineadas foram suficientes para produzir tal mudança. Por seu turno, seria necessário reconhecer que, metodologicamente, as

identificações corretas de acerto e de erro não poderiam expressar efeitos de outros fatores que produziram uma aprendizagem incompatível com aquela que define a mudança conceitual, apesar de se registrar elevação no número de identificações corretas.

Assim, tal elevação não poderia corresponder a níveis intermediários de compreensão (cf. STRIKE e POSNER, 1985), tampouco à mera repetição de noções científicas explicitamente ensinadas nas condições experimentais às quais os alunos foram explicitamente expostos.

No âmbito de uma análise comportamental, a ênfase recai em especificar as evidências que autorizam relacionar funcionalmente (cf. BAUM, 1999, cap. 6) as medidas produzidas (elevação no número de identificações corretas) com as condições experimentais delineadas e, em acréscimo, indicar que tal relação funcional define a manifestação da acomodação com aceitação, portanto, de uma aprendizagem por mudança conceitual. Mostra-se plenamente admissível que a manifestação de identificação corretas esteja funcionalmente relacionada com as características das condições experimentais às quais os alunos foram expostos. Mas, expor os alunos às condições planejadas e constatar elevação no número de identificações corretas, no contexto da análise comportamental defendida nesse trabalho, não se mostra suficiente para inferir a ocorrência de mudança conceitual. Como seria possível demonstrar que as condições experimentais planejadas no estudo de Hewson e Hewson (1983) mostraram-se suficientes para produzir a acomodação com aceitação que define a aprendizagem conceitual, de modo que a elevação do número de identificações corretas mostrar-se-ia refratária a qualquer outro tipo de efeito (ou controle) das condições planejadas?

5.2. HEWSON, 1985

O segundo trabalho considerado para efeito de estudo de caso foi a pesquisa realizada por Hewson (1985), na qual foram programadas interações de estudantes (adolescentes) com um programa de computador desenvolvido para investigar a aprendizagem do conceito de velocidade. Segundo Hewson (1985, p. 685), existem implicações diretas do modelo de mudança conceitual para o delineamento de práticas de ensino, dentre as quais caberia destacar: (1) Diagnóstico. É necessário saber se um dado estudante tem ou não em consideração uma dada concepção alternativa, o que somente pode ser feito usando-se um teste diagnóstico; (2) Remediação - a diminuição do status da concepção. O modelo indica que é razoável assumir que um estudante mantém uma concepção porque seu status é, no mínimo, inteligível e plausível (IP). No entanto, se esta concepção é irreconciliável com outra nova a ser ensinada, então, é impossível para o status da nova concepção subir a IP até que o status da concepção existente diminua. Isto significa que é necessário voltar-se para a antiga concepção com a intenção explícita de criar insatisfação com esta, diminuindo, portanto, seu status; (3) Remediação - o aumento do status. Para tornar uma nova idéia inteligível ao estudante, é necessário o esforço despendido pelos professores para explicá-la.

O programa utilizado por HEWSON (1985) foi projetado para dirigir-se a uma concepção alternativa de velocidade, diagnosticando, inicialmente, estudantes que usam um critério de posição para julgar quando dois objetos movem-se com a mesma velocidade, e posteriormente, promovendo seqüências de remediação cujo alvo era persuadir estes estudantes a mudar para um critério aceito cientificamente. Consistia de três fases. Na fase de introdução, o estudante se familiarizava com os controles usados para a entrada de respostas e era informado sobre a tarefa, a saber, identificar em que momentos os dois carros exibidos no monitor estavam movendo-se à mesma velocidade. A fase diagnóstica consistiu de seis corridas diferentes entre os dois carros. A instrução era pressionar o botão quando o estudante achasse que os carros

moviam-se na mesma velocidade. Ao fim das seis corridas, o estudante tinha um escore para o critério correto (C), para o critério de posição (P), e para respostas aleatórias (X). Um escore de 0 ou 1 em qualquer categoria era desconsiderado. Um estudante cujo escore fosse $C > 4$, $P < 2$ e $X < 2$ era considerado competente, era congratulado e o programa era finalizado. Todos os outros estudantes eram dirigidos à fase de remediação do programa. Esta fase consistiu de duas corridas que, de acordo com o modelo de mudança conceitual, foram designadas para apontar problemas em usar o critério de posição para comparar velocidades. Ao estudante era solicitado que pensasse em ambas as corridas em termos da seguinte questão, que era mostrada no topo da tela: “estão ambos os carros movendo-se à mesma velocidade - quando estão no mesmo lugar?”. Na primeira corrida o carro B ficava parado no centro da tela enquanto o carro A deslocava-se de um lado a outro da tela numa velocidade constante. Na segunda corrida, ambos os carros mantinham a mesma velocidade através da tela, o carro A mantendo uma distância constante atrás do carro B. Ao fim da primeira corrida, as seguintes questões eram perguntadas: em qualquer estágio da corrida (1) estavam os carros no mesmo lugar, ao mesmo tempo? (2) estavam os carros movendo-se à mesma velocidade? Respostas incorretas a estas perguntas eram indicadas ao estudante, e este tinha a opção de repetir as corridas. Depois que as duas questões eram respondidas, a primeira corrida era resumida da seguinte forma: “uma vez nesta corrida, eles estiveram no mesmo lugar ao mesmo tempo (o centro da tela), mesmo que um estivesse em movimento e o outro em repouso. Então a resposta à pergunta no topo da tela é 'Não!'” (HEWSON, 1985, p. 687, tradução nossa). Ao fim da segunda corrida, as perguntas são repetidas e a corrida é resumida da seguinte forma: “em nenhum estágio desta corrida eles estiveram no mesmo lugar juntos. No entanto eles estiveram sempre se movendo à mesma velocidade. Então, carros não precisam estar no mesmo lugar para mover-se à mesma velocidade” (HEWSON, 1985, p. 687, tradução nossa). Após o término da fase de remediação, o estudante tinha a opção de repetir a fase de diagnóstico

ou desistir.

Os principais resultados indicaram um significativo aumento do escore C e diminuição do escore P, após a fase de remediação, nas respostas individuais dos sujeitos. Num grupo de 7 estudantes, houve um aumento de 24 no número de respostas C e uma diminuição de 17 no número de respostas P. Noutro grupo de 14 estudantes, houve aumento de 29 no número de respostas C e diminuição de 29 no número de respostas P. Em alguns casos individuais, estudantes que demonstraram aumento no escore C não apresentaram diminuição no escore P, por vezes apresentando também aumento no escore P. A medida comportamental utilizada para a avaliação da ocorrência ou não de mudança conceitual, neste caso, foram respostas de identificação de velocidades equivalentes de carros simulados em computador, mediante a pressão de um botão. Em entrevistas e questionários posteriores à aplicação do programa, era também solicitado aos estudantes que respondessem oralmente ou por escrito qual o critério correto que então utilizavam para comparar velocidades.

Para uma análise comportamental das medidas de aprendizagem de noções científicas caberia indagar se a identificação correta da equivalência de velocidades expressaria a acomodação com aceitação de noções científicas incompatíveis com noções prévias do aprendiz. Na acepção comportamental professada neste trabalho, parece-nos nítido que a elevação do número de identificações corretas constitui-se em medida insuficiente para descrever os fatores funcionalmente relacionados com tal resultado. Um número maior de identificações corretas, após a exposição às condições que definem os procedimentos de remediação, pode não se constituir na medida de mudança conceitual, não por restrições de processos mentais inferidos a partir das ações públicas, mas antes, por limitações das condições metodológicas de ensino e de avaliação da aprendizagem das noções envolvidas.

5.3. ZIETSMAN E HEWSON, 1986.

O trabalho descrito em Zietsman e Hewson (1986), o terceiro estudo de caso, mostra-se muito semelhante a Hewson (1985). Os autores compararam o desempenho de alunos após seqüências de instrução utilizando o software descrito por Hewson (1985) e seqüências de instrução utilizando um aparato que permitia repetir o movimento relativo de duas bolas num trilho inclinado. Os autores buscavam responder às seguintes perguntas de pesquisa: (1) Há alguma diferença entre os conceitos de velocidade identificados usando-se o movimento relativo de objetos reais e uma simulação em microcomputador de tal movimento? (2) Há algum efeito sobre as concepções de velocidade de estudantes como resultado de seu trabalho através da parte diagnóstica do programa de computador? (3) Há algum efeito sobre as concepções de velocidade dos estudantes como resultado de seu trabalho através da parte de remediação do programa? Participaram 34 estudantes de uma escola de ensino médio e 40 calouros de um curso de física na Universidade de Witwatersrand. Uma amostra de vinte e dois calouros ocupou-se com a primeira pergunta. Foram direcionados para a segunda e terceira perguntas apenas aqueles estudantes identificados como possuindo a concepção alternativa de velocidade para investigar os efeitos das seqüências remediativas do programa. Ao todo, 13 estudantes secundários e 12 calouros foram identificados e aleatoriamente alistados para os grupos experimental e controle. Os estudantes secundários não haviam recebido instrução formal em cinemática. Os calouros receberam instrução intensiva em cinemática, em ambos os níveis secundário e universitário.

Foram usados dois testes diagnósticos como pré-teste. O primeiro (A.DT) envolvia a observação do movimento de dois objetos num trilho. Pequenas entrevistas não-estruturadas foram conduzidas enquanto os calouros eram testados desta maneira. O segundo pré-teste diagnóstico (MC.DT) consistia na primeira fase do programa descrito em Hewson (1985) e foi usado como pós teste em todos os casos. A seqüência de remediação (MC.RS) do programa de

Hewson (1985) foi usado como "tratamento" para os grupos experimentais e para o grupo controle de calouros na série de experimentos de tempo descrita a seguir. O registro do escore dos sujeitos no programa era semelhante ao de Hewson (1985), com a diferença de que era calculado um escore combinado (P+X) para determinar a diferença entre respostas corretas e incorretas. A pesquisa consistiu dos seguintes estágios:

Calouros:

- (1) A.DT e MC.DT foram administrados como pré-testes em ordem aleatória.
- (2) Sujeitos identificados como não possuindo uma concepção correta de velocidade foram alistados para os grupos experimental e controle.
- (3) Sujeitos do grupo experimental trabalharam em MC.RS.
- (4) Uma semana depois, MC.DT foi administrado para os sujeitos do grupo controle como segundo pós-teste.
- (5) Uma semana depois, MC.DT foi administrado para os sujeitos do grupo controle como pós-teste no experimento de série de tempo.
- (6) Três membros do grupo controle que ainda não eram competentes trabalharam em MC.RS.
- (7) Uma semana depois, MC.DT foi administrado para três membros do grupo controle como terceiro pós teste no experimento de série-tempo.

Estudantes secundários:

- (8) MC.DT administrado como pré-teste.
- (9) Sujeitos identificados como não possuindo uma concepção correta de velocidade foram alistados para os grupos experimental e controle.
- (10) Grupo experimental trabalhou em MC.RS.
- (11) Uma semana depois, MC.DT administrado para os grupos experimental e controle como

pós-teste.

O procedimento descrito incorporava três experimentos separados. De um lado, dois experimentos pré-teste/pós-teste grupo controle foram conduzidos para estudantes secundários e calouros. De outro, o grupo controle dos calouros foi usado num experimento de série-tempo (CAMPBELL e STANLEY, 1963 *apud*. ZIETSMAN e HEWSON, 1986), cuja essência é a presença de um processo periódico de medida do grupo com a introdução de uma mudança experimental (a seqüência remediativa) ao longo das medidas.

No tocante aos resultados, os autores não identificaram diferenças significativas na maneira a qual os estudantes responderam ao movimento relativo de objetos reais e à simulação de tal movimento num microcomputador. Os dados demonstraram semelhança àqueles apresentados pelo estudo descrito por Hewson (1985), com diminuição do escore P e aumento do escore C. Segundo os autores, tal resultado confirmaria a conclusão de Hewson e Hewson (1983) de que a razão para a aquisição de conceitos científicos fora a diminuição ou mesmo eliminação das concepções alternativas. As medidas comportamentais utilizadas para a avaliação dos resultados neste estudo foram as mesmas do estudo de Hewson (1985), com adição de respostas orais coletadas nas entrevistas aplicadas durante o A.DT. Embora não haja transcrição das entrevistas, há a transcrição de algumas das respostas dadas, sugerindo que as entrevistas eram direcionadas a produzir descrições verbais orais, por parte dos estudantes, acerca dos fenômenos observados durante o A.DT. Os estudantes que responderam que as bolas (carros) moviam-se à mesma velocidade quando mantinham a mesma distância entre si eram classificados como utilizando o critério correto (C). Estudantes que respondessem que as bolas (carros) moviam-se à mesma velocidade quando estavam na mesma posição eram classificados como utilizando o critério de posição (P). Tais respostas verbais serviram apenas para a comparação com as

respostas obtidas no pré-teste MC.DT. Todas as medidas de pós-testes eram aferidas mediante o teste MC.DT, isto é, a simulação no computador.

De modo recorrente, parece-nos pertinente salientar que, para uma análise comportamental, um aumento no número de identificações corretas pode não corresponder à diminuição ou eliminação de concepções alternativas, como sugerido por Zietsman e Hewson (1988). Nítida e publicamente, a elevação no número de identificações corretas expressa uma substituição de respostas: para as mesmas condições de estimulação registradas no pré-teste, após as condições planejadas de remediação, respostas distintas foram emitidas. Admitir a insuficiência destas substituições de respostas públicas para sustentar inferências sobre a ocorrência ou não de mudança conceitual não nos parece legitimar a defesa de processos mentais, dada a superficialidade das medidas comportamentais consideradas.

A análise comportamental advogada no presente trabalho, mantendo-se consistente com as orientações do Behaviorismo Radical, atribui a qualificação de insuficiente e de superficial, não às respostas, mas às condições planejadas de ensino e de avaliação das medidas que fundamentaram inferências sobre a ocorrência ou não de mudança conceitual. Mostra-se devidamente documentado pela literatura que atribuir tal qualificação para as respostas publicamente observáveis pode exercer uma função retórica de rejeição indevida de um tratamento comportamental, sem que com isso, se realize o que nos parece primordial, a saber, esclarecer em que extensão as condições efetivamente dispostas nas investigações empíricas satisfazem as características das condições de ensino e de avaliação necessárias (quicá suficientes) para a manifestação da mudança conceitual.

5.4. RESUMO

O Quadro 1 expressa uma síntese dos aspectos mais relevantes salientados nos três artigos analisados, a saber, as perguntas que justificaram a realização dos respectivos estudos, os procedimentos de coleta adotados e as medidas comportamentais que fundamentaram inferências sobre a ocorrência de mudança conceitual.

Quadro 1 – Perguntas de pesquisa, procedimentos de coleta de dados e medidas comportamentais dos trabalhos de Hewson e Hewson (1983), Hewson (1985) e Zietsman e Hewson (1986).

	Hewson e Hewson (1983)	Hewson (1985)	Zietsman e Hewson (1986)
Pergunta de pesquisa	Há algum efeito nas concepções de estudantes sobre velocidade como resultado de programas de instrução baseados no MMC?	Há algum efeito nas concepções de estudantes sobre velocidade como resultado de seu trabalho através de um programa de computador?	Há alguma diferença entre concepções de velocidade identificadas usando-se o movimento relativo de objetos reais e uma simulação de movimento em computador? Há algum efeito nas concepções de estudantes sobre velocidade como resultado de seu trabalho através de um programa de computador?
Procedimento de coleta de dados	Entrevistas clínicas, pré e pós testes escritos, contendo afirmações relativas a concepções científicas e alternativas	Programa de computador representando corridas de carros, constituído de 3 fases: introdução, diagnóstico e remediação	Entrevistas clínicas após testes diagnósticos derivados da observação do movimento de objetos reais. Programa de computador representando corridas de carros, constituído de 3 fases: introdução, diagnóstico e remediação
Medidas comportamentais	identificação por escrito da correção ou não de afirmações concernentes às concepções alternativas e científicas	Identificação de velocidades equivalentes de carros simulados em computador, mediante a pressão de um botão	Identificação verbal oral de velocidades equivalentes de objetos reais e de carros simulados em computador, mediante a pressão de um botão

Do ponto de vista metodológico, cabe salientar as semelhanças e diferenças entre os procedimentos dos artigos apresentados, principalmente no tocante às relações funcionais entre as fases de cada procedimento.

No artigo de Hewson e Hewson (1983), foram ministrados pré-testes que traziam respostas escritas contendo afirmações de correção ou incorreção relativas a concepções alternativas e científicas. Tais dados viriam a ser comparados com aqueles auferidos pelo mesmo teste, aplicado após a intervenção dos pesquisadores. Tal intervenção consistia de aulas cujo conteúdo era o presente nos testes, a saber, unidades sobre massa, volume e densidade. Não há uma descrição clara nem transcrição do conteúdo das aulas, apenas afirmando os autores que o grupo experimental freqüentou aulas nas quais os professores se utilizavam das quatro estratégias descritas (integração, diferenciação, troca e ligação conceitual), e que o grupo controle freqüentou aulas nas quais foi utilizada apenas a estratégia de integração conceitual. Apesar do pós teste demonstrar um maior aumento no número de identificações corretas de concepções alternativas e científicas para o grupo experimental, estimamos que não se pode afirmar claramente que o aumento se deu em virtude (inclusiva ou exclusivamente) do procedimento de ensino, sequer da utilização específica das quatro estratégias.

O artigo de Hewson (1985) apresenta um estudo sobre aprendizagem de conceitos relativos a velocidade mediante a utilização de um programa de computador. Após uma fase chamada de diagnóstica, os sujeitos classificados como possuidores de uma concepção alternativa de velocidade relativa (baseada num critério de posição dos objetos em movimento) eram encaminhados a uma fase de remediação, na qual foram expostos a novas situações de movimento de objetos, ao fim das quais um texto era apresentado. Tal texto afirmava, num dos casos, que apesar de os dois objetos estarem presentes ao mesmo tempo numa mesma posição, estes não se moviam na mesma velocidade; em outro caso, o texto afirmava que apesar de os

objetos moverem-se à mesma velocidade o tempo todo, não se encontravam numa mesma posição num mesmo momento. Diante de tal exposição o sujeito era novamente direcionado à fase diagnóstica, na qual era reavaliado. No caso deste experimento, estimamos que o aumento da frequência de respostas de identificação corretas não satisfaria o critério para o estabelecimento de mudança conceitual, por limitações do próprio aparato metodológico.

Por fim, o artigo de Zietsman e Hewson (1986) apresenta um delineamento semelhante ao do experimento descrito em Hewson (1985). A diferença se dá, principalmente, pela adição de uma fase anterior à experimentação em microcomputador, na qual parte dos sujeitos era exposta a um aparato mecânico de funcionamento análogo às simulações de computador, diante das quais os sujeitos eram entrevistados, fornecendo respostas verbais acerca dos fenômenos observados. Os autores afirmam que o aumento das identificações corretas de velocidade equivalente, tal como no experimento de Hewson (1985), expressaria mudança conceitual ocorrida nos sujeitos. Reiterando nossas considerações relativas ao experimento de Hewson (1985), acrescentamos que a substituição de respostas, por parte dos alunos, não configuraria critério para mudança conceitual, ao menos nos moldes propostos por seus autores.

Mesmo diante das diferenças metodológicas descritas na condução das investigações sobre mudança conceitual, em linhas gerais, os seus respectivos autores admitiram a obtenção de medidas comportamentais consistentes com a hipótese da ocorrência da "mudança conceitual". A semelhança metodológica entre os três trabalhos é expressa, apenas, pela estrutura pré-teste, intervenção, pós-teste. Tanto a intervenção quanto os testes diferiam no primeiro experimento e nos dois últimos, e a relação funcional entre cada etapa dos procedimentos dos três experimentos não nos parece clara.

Diante do exposto, apresentaremos, em seguida, algumas considerações adicionais, acerca do modelo de mudança conceitual tal como proposto e dos estudos experimentais fundamentados no mesmo, que ilustrariam sua difusão.

6. CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS DO BEHAVIORISMO RADICAL SOBRE O MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL E SOBRE TRABALHOS EMPÍRICOS FUNDAMENTADOS NO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL (HEWSON E HEWSON, 1983; HEWSON 1985; ZIETSMAN E HEWSON, 1986).

Parece-nos que o conceito central do modelo de mudança conceitual seja o da acomodação, descrito como o processo através do qual um novo conceito substitui ou reorganiza as idéias ou concepções sustentadas por um estudante, sendo apresentado como sinônimo de aprendizagem. Para os autores, a aprendizagem é uma atividade racional, “é fundamentalmente vir a compreender e aceitar idéias por serem vistas como inteligíveis e racionais” (POSNER et al., 1982, p. 212, tradução nossa). A utilização do termo “aprendizagem” num sentido amplo, sem especificação adicional do tipo de conteúdo a ser aprendido nos parece descuidado, ainda que pelo contexto infira-se que os autores referem-se especificamente à aprendizagem de conceitos científicos (cf. POSNER, 1982 p. 212). Tal aspecto nos chama a atenção pela qualificação da aprendizagem enquanto atividade racional. Em outras palavras, os autores afirmam que aprender é, diante de uma argumentação persuasiva, abandonar concepções ou idéias e aceitar novas. Seria uma questão de opção racional deliberada, na qual o aluno decide por esta ou aquela concepção, de acordo com sua ecologia conceitual (crenças metafísicas, por exemplo). Este é um dos aspectos com relação aos quais o modelo de mudança conceitual é próximo ou análogo à filosofia de ciência de Thomas Kuhn. Para Kuhn (2001), a mudança dos paradigmas se dá por uma opção adjetivada, também, de racional. O cientista, deliberadamente, opta por adotar um determinado paradigma em detrimento de outro.

Ora, como visto no capítulo primeiro, uma das principais críticas de Skinner (1950/2005) incidiu sobre o mentalismo presente em determinados tipos de teorias de aprendizagem. Por mentalismo entende-se o apelo a eventos ditos mentais (tais como gosto, expectativa, etc.), ou

seja, de natureza não física e, portanto, insubordinados aos modelos de compreensão de fenômenos físicos, para explicar as causas da aprendizagem e do comportamento em geral. Como anteriormente apontado, o problema para tais tipos de explicação encontra-se na necessidade adicional da explicação do próprio evento mental ao qual se apela. Skinner (1963) ilustra tal dificuldade ao usar o exemplo do que ele chama de “homúnculo”, um pequeno homem que supostamente viveria dentro das cabeças das pessoas, controlando seus comportamentos. “Os desejos do pequeno homem tornam-se os atos do homem observado por seus colegas” (p. 951, tradução nossa). Seu argumento é que a explicação é bem sucedida apenas na medida em que o comportamento do homúnculo possa ser negligenciado. Assim, quando se argumenta que um cientista ou um estudante escolhe esta ou aquela teoria ou concepção, de maneira “racional” (ou seja, de acordo com algo chamado razão ou mente), o que se faz é o mesmo que atribuir a decisão a algo que se encontra em outro lugar, num outro nível observacional (no caso, a razão ou a mente).

Parece-nos, contrariamente, que o processo de aprendizagem não se dê desta maneira, no que diz respeito à decisão ou escolha por parte do estudante. Skinner (1945) ressalta a importância do ambiente na seleção das respostas de um organismo, quando introduz a noção de análise operacional. Para Skinner, se um estudante comporta-se verbalmente afirmando esta ou aquela concepção, alternativa ou científica, o faz de acordo com as condições ambientais na presença das quais a resposta é apresentada, bem como de acordo com as conseqüências que foram apresentadas a respostas passadas semelhantes a ela.

Sob este ponto de vista, poder-se-ia argumentar, segundo os próprios autores, que sua preocupação não é com o que depende a aprendizagem (que à primeira vista parece ser a preocupação Behaviorista Radical), mas o que a aprendizagem é (POSNER et al., 1982, p. 212). Sobre o que é a aprendizagem, os autores respondem de forma positiva (afirmando que a

aprendizagem é atividade racional relacionada a idéias, sua estrutura e a evidencia para elas) e negativa (afirmando que ela não é a simples aquisição de um conjunto correto de respostas, um repertório verbal ou um conjunto de comportamentos).

Em primeiro lugar, cabe ressaltar que, sob uma perspectiva pragmática, descrever um fenômeno é explicá-lo. Ao descreverem-se as relações entre o comportamento verbal do estudante, suas condições prévias e as conseqüências apresentadas a tais comportamentos, o pragmatista (e o behaviorista radical o sendo) entende tais relações como explicadas e, neste sentido, fala-se do que a aprendizagem é (modificação do comportamento de um organismo através da variação comportamental e seleção ambiental), ao mesmo tempo em que se fala sobre do que ela depende. Em segundo lugar, a explicação do que é aprendizagem segundo Posner et al. (1982), ao negá-la enquanto aquisição de repertório verbal ou comportamental, os deixa numa situação delicada no que diz respeito à aferição da ocorrência ou não da aprendizagem (entendida ali por mudança conceitual). Qual(is) é(são) a(s) medida(s) comportamental(is) que definem a ocorrência ou não da mudança conceitual? Do exposto por Posner et al., seriam “idéias, suas estruturas e a evidência para elas” (p. 212, tradução nossa). Mas como se tem acesso às idéias e suas estruturas? Ou ainda, de que natureza são as evidências para elas? Se forem estas de natureza física, é provável que sejam as respostas verbais dadas pelos alunos relativas às perguntas feitas pelos pesquisadores e/ou professores, como dá a entender o artigo (cf. POSNER, 1982). Retorna-se à questão da natureza dos eventos privados, tal como tratada no capítulo primeiro. O apelo da análise do comportamento é que se lide com eventos da mesma natureza, compreendendo-se que eventos privados e públicos o são.

Ainda sobre o conceito de aprendizagem de Posner et al. Quando os autores afirmam que aprender é aceitar e compreender idéias, há de se perguntar o que os autores entendem por compreensão e aceitação. Segundo Strike e Posner (1985) captar o significado de uma idéia é

maneira de ver como uma idéia é interpretada ou aplicada num certo contexto conceitual. Ou seja, o significado de uma idéia é definido pelo contexto onde ela está inserida.

Para Skinner (1945), define-se o significado de um termo de maneira a princípio semelhante, pois para ele o significado de um termo depende das circunstâncias sob as quais o termo é emitido. A diferença está no fato de Skinner afirmar que o significado de um termo refere-se mais às contingências de reforço às quais foi exposto o comportamento de quem emite o termo. Segundo Strike e Posner, o contexto que serve de pano de fundo para o julgamento do significado de um termo é eminentemente conceitual (e, portanto, não físico). Em sua distinção entre compreensão e aceitação, estes autores identificam a compreensão ou entendimento enquanto a capacidade da pessoa em usar o termo em determinados contextos. A aceitação dar-se-ia somente quando o conceito fosse acomodado. No entanto, não ficam claros os critérios para determinar-se a ocorrência ou não da aceitação do termo. O que nos parece é que, mais uma vez, a aceitação é algo que se encontra em outro lugar, que é atribuição de um homúnculo, usando o termo de Skinner. A aceitação não pode prescindir de ações, de intercâmbios expressos em interação com determinadas condições de ensino, mas fundamentalmente não se reduz a tais manifestações. É a natureza do contexto conceitual (STRIKE e POSNER, 1985), aliada à existência de bases racionais para a mudança conceitual (cf. POSNER et al., 1982) que determinam a ocorrência da mudança conceitual.

Em se supondo que sob determinadas condições de ensino, uma dada manifestação definiria a compreensão e a aceitação, ainda assim torna-se difícil escamotear uma indagação pragmática: para onde o educador deve olhar, ou seja, quais seriam as dimensões que deveriam se tornar alvos de programas de formação docente para o ensino de conceitos científicos: a caracterização e o delineamento das condições que tornam mais favoráveis as mudanças de repertórios verbais ou as práticas argumentativas que, em defesa da irredutibilidade dos processos

que definem a aprendizagem, parecem desviar a ênfase de uma demarcação das relações de controle de estímulo que, dispostas nas interações físicas e não internas, definem o alcance e as características da aprendizagem?

Poder-se-ia pensar que, do exposto, todos os passos descritos para o processo da mudança conceitual ocorreriam num mesmo campo dimensional, a saber, um “mental”, conceitual. Se este for o caso, cabe perguntar, ao lado de Skinner, como eventos físicos (a instrução do professor, mediante comportamento verbal, portanto físico) podem afetar eventos não físicos (as concepções do aluno)? Se, por outro lado, compreende-se que as concepções do aluno (comportamento verbal privado) só podem ser acessadas mediante seu comportamento verbal público, faz-se necessária a descrição das condições na presença das quais tais comportamentos ocorrem, bem como as conseqüências apresentadas a estes comportamentos, para que se possa averiguar se possíveis mudanças no comportamento verbal dos alunos que correspondam à mudança conceitual foram ou não fruto das condições de ensino programadas pelos professores.

Talvez resida neste aspecto a principal importância do modelo, segundo os autores: em especificar as condições para a ocorrência da mudança conceitual (acomodação), tal como descritas no artigo de Posner et al. (1982). Sendo assim, é mister que se descrevam, mediante o estudo de trabalhos experimentais que se fundamentam no modelo de mudança conceitual, as medidas comportamentais que fundamentam a inferência da ocorrência ou não de mudança conceitual, bem como as condições sob as quais tais medidas ocorreram.

O trabalho de autoria de Hewson e Hewson (1983), parte da premissa de que o atendimento das quatro condições apontadas como necessárias para a ocorrência de mudança conceitual depende de diferentes estratégias de ensino relativas a diferentes conceitos científicos, respectivamente. Uma vez que as estratégias descritas são classificadas como “estratégias de ensino”, é de se esperar que se refiram ao comportamento do professor de ensinar, ao fazer do

professor. Assim, por exemplo, definem a estratégia de integração como a tentativa de integrar novos conceitos a conceitos existentes, ou diferentes conceitos existentes uns aos outros. Espera-se, portanto, que quem “integre” tais conceitos seja o professor. Acreditamos que a utilização de substantivos como “integração”, “diferenciação” e “troca” podem gerar confusão no que diz respeito aos objetivos do professor com cada estratégia. A estratégia ou procedimento chamado integração por vezes confunde-se com seu objetivo, ocasionalmente chamado também de integração. Assim, pode-se entender que o professor desempenha a “integração” dos conceitos a fim de “integrar” dois ou mais conceitos. Tal maneira de descrição dos procedimentos nos diz pouco ou nada sobre o resultado pretendido em termos do fazer do aluno. Nessa linha de raciocínio, supondo que a integração defina ações executadas pelo professor para ensinar, uma medida de aprendizagem não se constituiria na integração pelo aluno, mas sim nas ações, nas respostas que ele fornece para a integração efetuada pelo professor, como, por exemplo, repetir tal integração direta ou indiretamente na resolução de exercícios.

Supondo, diferentemente, a hipótese de que, na realidade, a integração, embora apresentada como técnica de ensino, faça referência às ações do aluno. Neste caso, teríamos um duplo problema: primeiro, a hipótese é omissa em descrever e especificar quais são as ações que definem a integração, ou seja, o que faz quem integra; segundo, separa, de modo comprometedor, a especificação das ações que definem o “integrar” das condições de ensino (antecedentes e conseqüentes) diante das quais tais ações são emitidas.

Na base da crítica behaviorista radical está a necessidade da proposição de vínculos entre as medidas que definem a ocorrência da aprendizagem de conceitos com as características das condições que, possivelmente, tornam mais prováveis a ocorrência dessas medidas.

Segundo Posner et al. (1982), a ocorrência de mudança conceitual é sinônimo de aprendizagem, porém vimos que sob uma perspectiva behaviorista radical, aprendizagem

(produzida por ensino) refere-se ao que acontece com o aluno como decorrência do fazer do professor (ensinar), ou seja, como o comportamento do aluno se altera (se é que se altera) (KUBO e BOTOMÉ, 2001). Assim, é de se esperar que se possam definir alterações possíveis no comportamento dos alunos que indiquem a ocorrência de mudança conceitual (aprendizagem de conceitos). Assim, no estudo de Hewson e Hewson (1983), o que se esperava que o aluno fizesse a fim de que se concluísse a ocorrência de mudança conceitual, era que tanto a frequência das respostas “correto” para afirmações contendo concepções científicas, quanto a frequência das respostas “incorreto” para afirmações contendo concepções alternativas, aumentasse. Quando os pesquisadores se deparam com um aumento da frequência de respostas afirmativas relativas a concepções científicas, é de se supor que houve alguma reestruturação em seus conceitos, ou apenas uma alteração no discurso do aluno (neste caso, representado por suas afirmativas por escrito)? Parece-nos mais razoável afirmar que o que se esperava com o procedimento era uma mudança no comportamento dos estudantes, e não uma mudança em suas concepções. Se se define que mudança nas concepções é mudança no comportamento verbal dos alunos, nos parece pouco econômico (dum ponto de vista pragmático) falar-se em conceitos ao invés de respostas relativas a determinados contextos. De modo reincidente: a ênfase na insuficiência do dado para a compreensão do fenômeno pode desviar a atenção das dimensões que efetivamente permitem a caracterização e a implementação de mudanças (correções, aperfeiçoamentos) nas medidas.

Neste sentido, seria pertinente perguntar, diante dos resultados obtidos através dos procedimentos, a saber, elevação no número de identificações corretas de acerto e de erro em determinadas afirmações, se tais medidas mostram-se funcionalmente relacionadas com condições que satisfazem as exigências do modelo. Uma vez que o modelo não fornece diretrizes metodológicas específicas para a obtenção da mudança conceitual, deve-se examinar especificamente os procedimentos de cada experimento, a fim de estabelecer as possíveis

relações funcionais entre o procedimento e os resultados obtidos, verificando a coerência das interpretações acerca destes últimos com o aventado pelo modelo. Acreditamos que as descrições dos procedimentos, derivadas das exigências impostas por uma análise comportamental, podem ampliar a visibilidade, tanto das condições nas quais determinados fenômenos ocorrem, quanto dos próprios fenômenos diretamente relacionados com a aprendizagem de noções científicas em contexto escolar, estimados como medidas comportamentais da mudança conceitual.

Por exemplo, nos estudos de Hewson (1985) e Zietsman e Hewson (1986), o que se esperava do aluno, enquanto ilustração da ocorrência de mudança conceitual, era que a frequência das pressões ao botão aumentasse nas situações em que os dois veículos exibidos na tela do computador apresentassem, por um determinado período de tempo, uma mesma distância. Retomando a análise operacional dos significados, proposta por Skinner (1945), a pergunta “o que é comprimento” seria satisfatoriamente respondida dando-se uma descrição geral das circunstâncias em que a resposta “comprimento” é emitida. Da mesma forma, no caso dos estudos de Hewson (1985) e Zietsman e Hewson (1986), o que “é velocidade equivalente” pode ser respondido descrevendo-se as situações em que a resposta ocorre, isto é, quando dois objetos deslocam-se a uma mesma distância por um determinado período de tempo. Neste sentido, o aluno que responde corretamente pressionando o botão quando tais condições são satisfeitas não o faz por “ter o conceito” de velocidade equivalente, nem mesmo por ter “trocado seu conceito de velocidade por um outro”. Do exposto nos estudos, ele o faz porque foi ensinado a fazê-lo. Em ambos os experimentos, estudantes que não apresentassem o comportamento esperado durante a fase de diagnóstico do programa passavam pela fase de remediação, na qual se pedia ao estudante que respondesse se (1) os carros estavam no mesmo lugar, ao mesmo tempo e se (2) os carros moviam-se à mesma velocidade. Respostas incorretas a estas perguntas eram indicadas ao aluno, e ao final desta fase as respostas corretas eram então apresentadas aos alunos. Ora, se na fase

posterior os experimentadores verificam um aumento na frequência de respostas corretas, é mais seguro dizer que os alunos comportaram-se daquela determinada maneira não porque houve um “aumento no status da concepção científica”, mas sim porque as contingências programadas promoveram reforçamento positivo das respostas corretas diretamente ensinadas e a supressão do reforçamento (inclusive, com indicação de erro) para as incorretas.

Gostaríamos de salientar que esta crítica não se refere especificamente à qualidade ou eficiência do procedimento em obter os resultados esperados, uma vez que os próprios autores afirmam sucesso. A crítica refere-se à interpretação dada aos resultados obtidos, em relação com as medidas esperadas pelo modelo. Os autores afirmam a ocorrência de uma alteração nos conceitos dos alunos quando, diferentemente, pode-se falar numa alteração no comportamento dos alunos, restrito especificamente àquele contexto em que ocorreu.

Os procedimentos descritos objetivaram, segundo os autores, o aumento do status das concepções científicas dos alunos, bem como a diminuição do status das concepções alternativas dos mesmos. No entanto, o que é descrito como resultado do procedimento é um aumento ou diminuição da frequência de determinados comportamentos, e não um aumento ou diminuição do status de concepções. Para Skinner (1977), o tipo de interpretação dada pelos autores é aquela dada pelos psicólogos cognitivos que, segundo ele, estudam as relações entre organismo e ambiente sem, no entanto, lidar com elas diretamente, mas através de substitutos internos os quais se tornam objeto de sua ciência. Assim, no caso do modelo de mudança conceitual, ao invés de buscar-se explicitar as relações entre o comportamento do professor enquanto ambiente que altera e controla o comportamento do aluno (e vice-versa), busca-se estudar variáveis de outra natureza (mentais) que supostamente controlam o comportamento dos alunos. Segundo Hewson e Hewson (1983), por exemplo, a aprendizagem de conceitos científicos é função da diminuição ou mesmo eliminação de concepções alternativas (entidades mentais). Para esses autores, se um aluno

responde desta ou daquela determinada maneira, é porque o status de uma concepção é maior que o status de outra, e são estas concepções que governam o comportamento do aluno. Isto fica explícito quando, por exemplo, Zietsman e Hewson perguntam-se se “há algum efeito sobre as concepções de velocidade de estudantes como resultado de seu trabalho através da parte diagnóstica do programa de computador” (1986, p. 31, tradução nossa). Tal pergunta pode ser respondida apenas na medida em que se possa ter acesso às concepções dos alunos. Argumentar-se ia que se tem acesso às concepções dos alunos mediante o comportamento destes, pois este se refere às concepções. O que tentamos argumentar, no entanto, é que os comportamentos dos alunos não se referem às suas concepções, mas sim às condições ambientais nas quais eles ocorrem e que os sucedem. Insistir em atribuir o comportamento às concepções corresponderia, no operacionismo que define o Behaviorismo Radical, a manter a pertinência da questão: e as concepções, por sua vez, estariam funcionalmente relacionadas com quais eventos?

Tendo-se efetuado a avaliação destes três trabalhos, cuja escolha justifica-se pela posterior referência a eles em artigos de revisão de autoria dos proponentes do modelo de mudança conceitual, passaremos então, no capítulo que se segue, à análise das referidas revisões. Buscou-se, no capítulo seguinte, salientar as medidas comportamentais referidas pelos autores como indicadoras da ocorrência ou não de mudança conceitual, bem como ilustrar que, possivelmente, a interpretação dada às mesmas possa apresentar algumas falhas, sob um ponto de vista behaviorista radical, que resultaria em possíveis problemas para a apreciação do modelo por parte de seus críticos. No entanto, não se exclui a possibilidade de que a crítica aqui apresentada já tenha sido coberta pelos próprios proponentes do modelo, nos artigos de revisão por eles publicados. Desta feita, buscaremos no próximo capítulo verificar a ocorrência ou não de tal possibilidade, bem como avaliar as possíveis contribuições adicionais que estes artigos tenham apresentado acerca do modelo de mudança conceitual.

7. DAS ANÁLISES E REVISÕES DO MODELO

Foram descritos e, posteriormente, analisados, neste capítulo, artigos de revisão do modelo de mudança conceitual de autoria de seus proponentes. Dois artigos publicados na década que sucedeu à apresentação dos trabalhos de Hewson (1981), Posner et al. (1982) e Strike e Posner (1985), a saber, os trabalhos de Hewson e Thorley (1989) e Strike e Posner (1992) foram selecionados.

7.1. HEWSON E THORLEY, 1989.

Em 1989, Hewson e Thorley publicaram uma revisão do modelo de mudança conceitual, considerando também algumas das críticas dirigidas, até então, ao modelo (por exemplo, BRUMBY, GARRARD e AUMAN, 1985; GIL e CARROSCOSA, 1985; GUIDONI, 1985; HASHWEH, 1986; WEST e PINES, 1983). Os autores centraram atenção nas condições propostas por Posner et al. (1982) necessárias para que uma pessoa experiencie mudança conceitual. Após esboçar resumidamente as condições sem acréscimos ao proposto originalmente por Posner et al. (1982) e Hewson (1981), os autores revisaram os meios pelos quais o modelo e as condições, em particular, influenciaram o modo de proposição de pesquisas, orientando determinadas decisões, opções e interpretações por parte de seus autores. Consideraram o tipo de evidência necessária para decidir se as condições são atingidas, e a evidência que os estudantes dão acerca do status de suas concepções. Por status de uma concepção compreende-se "a extensão pela qual a concepção atinge as três condições (ser inteligível, plausível e frutífera). Expresso nestes termos, o modelo de mudança conceitual está relacionado à mudança, isto é, aumento ou diminuição, do status das concepções" (p.542, tradução nossa).

Segundo os autores, diversos trabalhos foram influenciados pelo modelo de mudança conceitual no projeto de seqüências de instrução (por exemplo, HEWSON e HEWSON, 1983; HEWSON, 1985; ROGAN, 1988; ZIETSMAN e HEWSON 1986). Buscaram avaliar em que medida estes trabalhos explicitavam ou não, em suas metodologias, estratégias para o diagnóstico e alteração do status das concepções. Apontam que, embora todos os estudos avaliados afirmassem sucesso em promover mudança conceitual, a relevância específica do modelo de mudança conceitual no projeto, e especialmente na implementação das estratégias de diagnóstico e alteração do status das concepções é, com freqüência, menos que clara (HEWSON e THORLEY, 1989; p. 544).

Hewson e Hewson (1983), por exemplo,

"fornecem a primeira implementação relatada do modelo de mudança conceitual, lidando com o conceito de densidade. Aqui, a tradução no modelo de instrução apóia-se nas idéias de integração conceitual, diferenciação, troca e ligação, largamente causadas através de discussão. Infelizmente, mais uma vez, o papel das condições nas interações em sala de aula e outras situações de aprendizagem é difícil de ser julgado" (HEWSON e THORLEY, 1989, p. 544, tradução nossa).

Dois outros trabalhos analisados (HEWSON, 1985; ZIETSMAN e HEWSON, 1986) utilizavam seqüências de instrução deliberadamente projetadas para diminuir o status de concepções alternativas e aumentar o status de concepções científicas de posição e velocidade. Os autores afirmam que as intervenções provaram-se efetivas em causar mudança conceitual, fornecendo suporte para o valor do modelo de mudança conceitual no projeto de instrução. No entanto, os dados que ilustrariam o papel desempenhado pela inteligibilidade e plausibilidade das concepções, como vistas pelos estudantes, está indisponível. "Sem tais dados, o modelo, enquanto um modelo de aprendizagem, não pode ser considerado como tendo sido propriamente testado" (p.544, tradução nossa).

Hewson e Thorley (1989) apontam duas possíveis razões para a falta de tentativas cuidadosas de implementação do modelo: (1) o modelo de mudança conceitual poderia ser percebido como incompleto ou inválido enquanto um modelo de aprendizagem; (2) embora adequado enquanto um modelo de aprendizagem, as idéias de aumento e diminuição de status de concepções poderiam ser consideradas difíceis de traduzir em materiais curriculares e transações de sala de aula. Alinhando-se à segunda possibilidade, os autores voltam-se para o potencial supostamente inexplorado do modelo de mudança conceitual para a interpretação de interações de sala de aula.

Afirmam, pois, que dada a importância dos status das concepções para a mudança conceitual, são necessários meios para monitorá-los em sala de aula, e que os eventos de sala de aula requerem interpretação. Há, no entanto, problemas em determinar o status das concepções de um estudante quando “apenas conteúdo explícito é discutido”. A inteligibilidade de uma afirmação para o aprendiz pode ser verificada facilmente, caso o estudante não expresse dúvida sobre o mesmo. No entanto, não se conhece o significado que o estudante dá àquela afirmação, nem se a mesma é plausível ou frutífera. A plausibilidade depende de a concepção estar conectada a outras concepções que o estudante estime como verdadeiras, que só podem ser verificadas se ele fizer afirmações adicionais e fornecer as conexões entre tais afirmações e a afirmação original. O mesmo se dá em relação a quanto a concepção é frutífera (HEWSON e THORLEY, 1989).

Assim, para que o status das concepções possa ser avaliado, os autores afirmam serem necessários comentários dos próprios aprendizes sobre suas concepções, pois as condições apontadas como necessárias para a ocorrência de mudança conceitual referem-se ao ponto de vista do aprendiz. Os professores devem então ser capazes de "diagnosticar as concepções que os estudantes usam para interpretar fenômenos e monitorar o status de velhas e novas concepções

nas mentes dos estudantes. Eles devem, portanto, incluir em seu repertório questões que eliciem comentários sobre o status, isto é, que encorajem metacognição" (HEWSON e THORLEY, 1989; p. 551, tradução nossa). Assim como os professores, também os estudantes deveriam ser capazes de primeiro tornar-se conscientes de seus próprios processos de mudança conceitual, para depois monitorar suas próprias concepções, bem como as de seus pares. (HEWSON e THORLEY, 1989).

7.2. STRIKE E POSNER, 1992.

Em 1992, Strike e Posner propuseram uma revisão do modelo originalmente proposto em 1982. Nesta revisão, os autores assumem que a proposta submetida não descrevia uma visão detalhada da aprendizagem que poderia ser aplicada diretamente em sala de aula. Afirmam também que a teoria não é uma teoria geral de desenvolvimento cognitivo, mas sim uma tentativa de sugerir como conceitos que se provaram resistentes à instrução poderiam ser alterados. Também admitem que sua “teoria não é apoiada em nenhuma evidência experimental. Diferentemente, aponta aqueles tipos de evidência que a pesquisa em filosofia e história da ciência sugeriu como relevantes para maiores revisões conceituais” (p. 155). Sem abandonar os compromissos epistemológicos assumidos em seu trabalho de 1982, os autores apresentam três pontos questionáveis do modelo.

Em primeiro lugar salientam que em sua formulação original freqüentemente falaram como se as concepções alternativas ou concepções prévias fossem claramente articuladas e simbolicamente formuladas. Esta suposição já não lhes parece mais óbvia. Mostra-se, ao contrário, duvidosa em dois aspectos. Primeiro, é inteiramente possível que concepções alternativas, principalmente aquelas de aprendizes mais novos, existam em formas icônicas de

representação. Segundo, pode ser que tais concepções alternativas inexistam em qualquer forma de representação, mas sim como vários fatores na ecologia conceitual que funcionam para selecionar alguma representação de uma concepção alternativa quando houver oportunidade para tal. A principal implicação de tal revisão está no fato de que a primeira formulação do modelo de mudança conceitual enfatizava a importância de criar-se insatisfação com as concepções correntes. No entanto, a ênfase é apropriada apenas nos casos em que as concepções alternativas existam em formas altamente articuladas e sejam suportadas por evidência e história de uso eficaz. Se uma concepção alternativa é fracamente conceitualizada e tende a ser preferida pelo estudante por algo em sua ecologia conceitual, seriam mais adequadas estratégias que foquem desenraizar tais aspectos de sua ecologia conceitual que geram a concepção alternativa, substituindo-os por outros conceitos (STRIKE e POSNER, 1992).

Uma segunda suposição que parece implícita na primeira formulação é que as concepções científicas, bem como as alternativas, são afetadas pela ecologia conceitual, mas não são elas mesmas parte desta ecologia. Elas, no entanto, devem ser vistas como partes da ecologia conceitual e todas as partes desta devem ser vistas como dinâmicas e em constante interação e desenvolvimento. Esta revisão é necessária, segundo os autores, pelo fato de as concepções científicas e/ou alternativas influenciarem novas percepções ou idéias, por proverem “categorias perceptuais” (p. 160, tradução nossa). As concepções alternativas poderiam, portanto, mascarar ou levar a uma interpretação errônea de contra-exemplos.

Uma terceira dificuldade com a formulação inicial de sua teoria era sua tendência em ver a mudança conceitual como essencialmente racional. Tal suposição, segundo os autores, deixa escapar variáveis importantes como a motivação do aluno. Sobre este aspecto, os autores ainda afirmam que, por vezes, o problema que o aluno está resolvendo em sala pode não ser o problema científico, mas sim um problema acadêmico, por exemplo. Seria necessário incluírem-se

variáveis motivacionais, bem como visões sobre o objeto de estudo, em uma descrição de uma ecologia conceitual, a fim de evitar-se a aprendizagem por memorização, por exemplo.

Tais críticas sugeriram cinco conclusões específicas acerca das modificações requeridas na teoria, sendo elas:

- (1) Uma gama maior de fatores deve ser levada em conta na tentativa de descrever a ecologia conceitual de um aprendiz. Motivos e objetivos e suas fontes institucionais e sociais precisam ser consideradas. A idéia de uma ecologia conceitual, portanto, precisa ser maior que os fatores epistemológicos sugeridos pela história e filosofia da ciência;
- (2) Concepções científicas correntes e concepções alternativas não são apenas objetos sobre os quais a ecologia conceitual do aprendiz atua; são elas próprias parte da ecologia conceitual do aprendiz. Portanto, devem ser vistas em interação com outros componentes;
- (3) Concepções científicas e concepções alternativas podem existir em diferentes modos de representação e em diferentes graus de articulação. Elas podem não existir, mas podem facilmente parecer existir, porque sob instrução ou em pesquisa elas são geradas por outros elementos da ecologia conceitual;
- (4) Uma visão desenvolvimentista de ecologias conceituais é necessária;
- (5) Uma visão interacionista de ecologias conceituais é necessária.

Por fim, Strike e Posner (1992) afirmam serem os dois últimos pontos os mais importantes de sua revisão, posto que “no estudo da mudança conceitual, devemos notar que todos os elementos têm histórias de desenvolvimento e que tais histórias não podem ser entendidas aparte de sua interação com outros elementos da ecologia conceitual do aprendiz” (p. 163).

Parece-nos, portanto, que os dois trabalhos (HEWSON e THORLEY, 1989; STRIKE e POSNER) reconheceram falhas no modelo, tanto do ponto de vista metodológico, relativo à sua implementação junto a práticas educativas, quanto do ponto de vista conceitual. Tendo exposto o conteúdo das revisões efetuadas pelos próprios proponentes do modelo (revisões internas), apresentaremos a seguir algumas considerações acerca de tal conteúdo.

7.3. CONSIDERAÇÕES DO BEHAVIORISMO RADICAL ACERCA DOS ARTIGOS DE REVISÃO INTERNA DO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL (HEWSON E THORLEY, 1989; STRIKE E POSNER, 1992).

Um aspecto crítico, da perspectiva de uma análise comportamental, evidenciado por Hewson e Thorley (1989) é o reconhecimento de dificuldades metodológicas associadas ao estudo e à mensuração do status que as concepções alternativas e científicas adquirem para o aluno. Em 1992, o artigo salienta outra natureza de dificuldades: desta feita, as dificuldades estariam concentradas na identificação dos fatores capazes de afetar ou influenciar, principalmente, as concepções científicas. Nesse contexto, avaliamos que uma análise comportamental mostra-se relevante na identificação e descrição de fatores funcionalmente relacionados com as variações de status que definem a aprendizagem de noções científicas, de modo a ampliar as análises críticas já elaboradas pelos proponentes do modelo.

Ainda Hewson e Thorley (1989), analisando o trabalho de Hewson e Hewson (1983), afirmam que as estratégias de ensino utilizadas então, a saber, de integração, diferenciação, troca e ligação conceitual eram causadas através de discussão. No capítulo anterior propusemos o questionamento acerca de tais estratégias serem atribuições relativas ao fazer do professor ou, contrariamente, relativas ao fazer do aluno. Em outras palavras, se quem efetuava a ligação, integração, etc. era o professor ou o aluno. Pareceu-nos mais provável que as estratégias se

referissem ao fazer do professor. No entanto, Hewson e Thorley (1989) parecem admitir que a integração seja tarefa do aluno. Tal confusão nos remete a um exemplo de Skinner (1977) acerca da associação de estímulos no paradigma reflexo. Skinner cita o clássico experimento em que se soa uma campainha antes de alimentar um cão faminto. Repete-se o procedimento diversas vezes e o cão passa a salivar quando soa a campainha. Segundo Skinner, a explicação mentalista tradicional (e que se mostra, na terminologia de POSNER et al., 1982, resistente à instrução) é que o cão “associa” a campainha com a comida. Mas, como Skinner argumenta, quem associa a campainha com a comida é o experimentador, não o cão. A associação é o nome do procedimento desempenhado pelo experimentador. O cão saliva quando ouve a campainha. “Não temos evidência que ele o faz por causa de um substituto interno das contingências” (SKINNER, 1977, p. 97, tradução nossa).

Em outros termos, podem ser elaboradas suposições muito elegantes sobre o que aconteceu dentro do cão quando ele interagiu com as operações executadas pelo experimentador. Na interpretação behaviorista radical ora advogada, o comprometimento é marcado pelo desvio de foco: quando são priorizadas discussões sobre propriedades dessas suposições em detrimento de refinamentos das análises funcionais envolvendo propriedades das operações e dimensões relevantes das ações do aprendiz.

Adaptando o exemplo anterior ao contexto do trabalho de Hewson e Thorley (1989), parece-nos que uma inversão semelhante se manifesta quando as ações explícita e intencionalmente executadas no ambiente com o qual o aprendiz interage no presente ou manteve contato no passado – ações para as quais os repertórios verbais que as descrevem não foram devidamente desenvolvidos – são colocadas no interior do aprendiz, como algo de natureza não física que se expressa, por sua vez, sob a forma de respostas publicamente observáveis.

Sob uma perspectiva behaviorista radical, o “responsável” sobre as possíveis alterações no comportamento do aluno são as contingências de reforçamento às quais tal comportamento encontra-se submetido. Neste sentido, quando os autores afirmam que “o papel das condições nas interações em sala de aula e outras situações de aprendizagem é difícil de ser julgado” (HEWSON e THORLEY, 1989 p. 544, tradução nossa), afirmam também que pouco pode se dizer acerca do que controlou efetivamente o comportamento dos alunos na ocasião da coleta dos dados. Concluem inclusive que, sem tais dados, não se pode considerar o modelo propriamente testado (cf. HEWSON e THORLEY, 1989, p. 544). No entanto, a preocupação refere-se especificamente ao papel desempenhado pelas estratégias de aumento ou diminuição do status da concepção. Como já salientamos anteriormente neste trabalho, faz-se necessário especificar quais são os procedimentos desempenhados pelo professor/pesquisador para que ocorra o aumento ou diminuição do status das concepções, para que ocorra a mudança conceitual. Caberia, portanto, perguntar se os efeitos de tais procedimentos sobre o fazer do aluno sustentam consistência ou correspondência com as variações no status das concepções. Não fica claro se tais efeitos encontram-se funcionalmente relacionados com as ações definidas pelas técnicas citadas e não por fatores estranhos e/ou indesejáveis.

Hewson e Thorley (1989) salientam que determinados procedimentos de pesquisa mostram restrita capacidade de fornecer visibilidade para os fenômenos de variação de status no contexto das interações dos alunos com as condições de ensino. Ou estamos diante da insuficiência de recursos metodológicos para produzir as medidas comportamentais que definem a aprendizagem de noções científicas (que parece ser a posição dos autores) ou, diferentemente, diante da necessidade de rever as propriedades dos parâmetros e das medidas comportamentais que definem tal aprendizagem.

Segundo os autores, para que o professor possa diagnosticar o status das concepções do aluno, é necessário que o aluno fale a respeito de suas próprias concepções. Portanto, as medidas de variação de status das concepções parecem depender de condições diretamente planejadas e executadas pelo professor. No âmbito de uma análise comportamental, tanto o planejamento, quanto a execução dependem da proposição de procedimentos que permitam a investigação de relações funcionais entre as condições dispostas pelo professor e as medidas comportamentais estimadas como relevantes para as aprendizagens envolvidas. São necessários instrumentos que permitam investigar e documentar relações de funcionalidade entre os eventos envolvidos, de modo a se evitar que dadas condições planejadas produzam efeitos indesejados, ou que os efeitos que definem as variações de status desejadas mostrem-se funcionalmente relacionados com condições distintas daquelas planejadas e executadas.

Assim, variações de status de concepções, numa leitura behaviorista radical, é comportamento, ou seja, define-se por relações e não por respostas isoladas. A análise operacional da variação de status impõe a identificação das propriedades funcionais que definem os saberes dos alunos sobre o conteúdo conceitual ministrado.

Por seu turno, Strike e Posner (1992) dão a entender que sua teoria se direciona mais diretamente a auxiliar professores a elaborar seqüências instrucionais, quando afirmam, por exemplo, que a formulação inicial da mesma não é uma teoria geral de desenvolvimento cognitivo, mas sim uma tentativa de sugerir como conceitos que se provaram resistentes à instrução poderiam ser alterados. No entanto, em seu trabalho de revisão, estes autores não citam especificamente alterações esperadas no fazer do professor, a fim de que o modelo possa ter melhor implementação. Argumentam que se deveria considerar que as concepções alternativas nem sempre se encontram “conceitualizadas”, indo ao encontro da posição de Hewson e Thorley (1989) sobre a importância da “consciência” dos estudantes acerca de suas próprias concepções.

Afirmam também que as próprias concepções alternativas poderiam levar a erros de interpretação, por parte dos alunos, acerca de novas concepções e que, portanto, estas deveriam ser melhor consideradas. Por fim, apontam para a necessidade de levar-se em conta variáveis motivacionais que pudessem influenciar a aprendizagem, ao contrário da sobre-racionalização da mudança conceitual como presente na proposta inicial do modelo.

Considerando-se, hipoteticamente, que as variáveis motivacionais citadas por Hewson e Thorley (1989) fazem referência à relação funcional entre as respostas e o contexto em que elas ocorrem, talvez estivéssemos diante de uma abordagem próxima à proposta pelas críticas empreendidas nos capítulos anteriores. No entanto, não parece ser este o caso, uma vez que os autores insistem que o comportamento dos alunos ao responder é controlado por suas concepções, e não às condições programadas pelo professor. É interessante considerar que os autores propõem uma revisão ao modelo justamente por perceber que, muitas vezes, não se pode nem mesmo falar em “concepção alternativa”, uma vez que por “concepção” se compreende algo “conscientizado”. Talvez então não coubesse admitir que sejam estas concepções que controlam o comportamento do aluno ao responder, levando inclusive a erros de interpretação do novo material a ser aprendido, mas sim as condições de ensino que o professor programa.

De qualquer maneira, dentre os objetivos da análise comportamental empreendida nesse trabalho, cabe mencionar que a opção por um determinante internalista não se justifica pela exclusão desta dimensão por uma ciência do comportamento, como interpretações equivocadas do Behaviorismo Radical poderiam apregoar. Parece-nos nítido que a defesa de uma perspectiva mentalista-internalista impõe compromissos antagônicos com a interpretação behaviorista radical. A consciência de saberes alternativos seguramente compreende níveis distintos de formalização. No âmbito de uma interpretação behaviorista radical tal consciência é atuar, verbalmente ou não

verbalmente⁶, diante de determinadas situações intencionalmente planejadas ou não. Provavelmente, afirmar que os determinantes das respostas dos alunos nos diferentes mecanismos de avaliação são os efeitos dessas interações expressas em ações verbais e não verbais poderia acusar relativos consensos entre interpretações distintas dos processos de ensino e de aprendizagem de conceitos científicos. Entretanto, enquanto tais efeitos, no contexto do modelo de mudança conceitual, são internalizados sob a nomenclatura de concepções, no modelo behaviorista radical procura-se manter a determinação no contexto das interações e na natureza física das elaborações derivadas destas interações como estratégia para não desviar o foco das dimensões sob as quais incidirão ações voltadas para o aperfeiçoamento dos processos de ensino e de aprendizagem de conceitos, compromisso último do traço pragmático do Behaviorismo Radical (cf. BAUM, 1999).

Quando os autores esboçam modificações para o modelo, a fim de considerar as possíveis falhas do mesmo, afirmam necessidade de consideração de visões desenvolvimentistas e interacionistas de ecologias conceituais. Parece-nos que advogar a necessidade de se considerar "visões" desenvolvimentistas ou interacionistas possivelmente não se constitui em condição suficiente para, no plano metodológico, instrumentalizar a investigação sobre os processos que definem o ensino e a aprendizagem de noções científicas. A identificação e a descrição das medidas comportamentais que definem tal aprendizagem devem ser complementadas pela especificação dos fatores que podem exercer efeitos sobre tais medidas e pela proposição de estratégias que permitam a caracterização desses efeitos, enquanto recurso para intervenções.

As considerações críticas sobre o modelo de mudança conceitual não estiveram restritas aos proponentes do modelo. Ao contrário, diferentes autores ocuparam-se da análise das

⁶ É importante ter presente a distinção de acepções, no Behaviorismo Radical, entre verbal e vocal (SKINNER, 1957; 1986). Existem operantes verbais, ou seja, classes de respostas sensíveis aos seus efeitos, cujo reforçamento é mediado pela ação de uma comunidade, embora tais respostas não sejam vocais. Um exemplo imediato e ilustrativo é a linguagem de sinais utilizadas por pessoas surdas.

principais características do mesmo, bem como de possíveis efeitos que tais características sustentariam para a educação científica.

No capítulo seguinte apresentamos uma seleção destas análises compreendendo publicações das duas últimas décadas, com posterior exame das dimensões do modelo de mudança conceitual que tais análises priorizaram.

8. DAS CRÍTICAS PROVENIENTES DE AUTORES DISTINTOS DOS PROPONENTES DO MODELO

Apresentaremos agora algumas das principais críticas ao modelo de mudança conceitual, formuladas por autores externos a este, ou seja, autores distintos daqueles proponentes do modelo (DUIT, 1999; LINDER, 1993; MARÍN, 1999a, 1999b; MOREIRA e GRECA, 2003; MORTIMER, 2000; POZO, 2002). Diferentemente dos capítulos anteriores, buscaremos apresentar as críticas agrupadas por assunto e não por autor, em virtude da constante sobreposição de argumentos encontrada nos diversos textos de crítica ao modelo.

Como bem assinala Marín (1999, p. 80), as críticas ao modelo de mudança conceitual podem ser classificadas em dois grandes grupos:

1. Críticas que se realizam no plano do ensino, avaliando resultados, apreciando incoerências ou restrições, ressaltando dificuldades para alcançar objetivos de ensino, etc.
2. Críticas que se fazem sobre as bases epistemológicas que dão fundamento ao modelo de mudança conceitual.

Partindo de tal classificação, esboçaremos as principais críticas ao modelo relativas ao primeiro grupo para, em seguida, apresentarmos aquelas referentes ao segundo grupo. Ao final do capítulo, apontaremos as principais semelhanças e/ou diferenças destas críticas com aquelas apresentadas por uma análise comportamental do modelo de mudança conceitual.

8.1. CRÍTICAS REALIZADAS NO PLANO DO ENSINO

Talvez a principal crítica apresentada ao modelo de mudança conceitual refira-se ao fato de o modelo admitir que concepções alternativas devam ser substituídas por concepções científicas, sem que seja possível o convívio entre tais concepções. Posner et al. (1982) falam

tanto de assimilação como de acomodação enquanto processos de mudança conceitual, porém deixam claro que o foco principal de sua teoria é a acomodação, isto é, a troca de uma concepção (ou conjunto de concepções) por outra (ou outro conjunto). Mortimer (2000), por exemplo, identifica dois tipos de estratégias de ensino que geradas pelo modelo de mudança conceitual, diferenciadas por explicitarem ou não as idéias prévias dos alunos no processo de ensino. Sobre tais estratégias, Mortimer (2000) afirma:

“As estratégias de ensino-aprendizagem descritas parecem ter, explícita ou implicitamente, uma expectativa comum em relação às idéias prévias dos estudantes: elas deverão ser abandonadas e/ou subsumidas no processo de ensino.” (p. 58)

No entanto, o autor referido argumenta que não parece ser verdade que pessoas que possuam conceitos científicos acerca de um determinado assunto tenham abandonado o uso de conceitos ditos alternativos. Como exemplo, Mortimer (2000, p. 60) cita o caso de uma pessoa com formação científica que diz, no cotidiano, vestir uma blusa de lã porque “é quente”, apesar de saber que a blusa serve na verdade como isolante térmico, impedindo a perda de calor do corpo para o ambiente, e não como fonte de calor. Assim, o autor segue citando autores que afirmam não haver meios de se extinguir concepções alternativas (SOLOMON, 1983, apud MORTIMER 2000) ou mesmo a coexistência de concepções supostamente antagônicas (CHI, 1991; SCOTT, 1987, 1991 apud MORTIMER, 2000), acessadas em contextos apropriados.

Também Pozo (2002) parece argumentar no mesmo sentido, ao afirmar que a aprendizagem científica não implica em abandonar os processos e conteúdos da ciência intuitiva, mas sim integrar tais formas de representar o mundo em um novo sistema de conhecimento científico em que adquirem novo significado.

“O conhecimento científico não pode substituir as outras formas de saber, mas sim pode integrar hierarquicamente algumas delas, redescrevendo (quer dizer exemplificando) suas predições e ações.” (POZO, 2002)

Assim também Duit (1999) afirma que uma interpretação construtivista rejeita a idéia de substituição com base num grande conjunto de dados empíricos de estudos sobre mudança conceitual. Em suas palavras:

“há que se afirmar que não há um único estudo listado na literatura de pesquisa sobre concepções de estudantes (CHARMICHAEL et al., 1999; PFUNDT e DUIT, 1994) nos quais uma concepção particular de um estudante das profundamente arraigadas pudesse ser completamente extinta e substituída por uma nova idéia. A maioria dos estudantes mostra que velhas idéias basicamente permanecem “vivas” em contextos particulares e que há apenas sucesso bastante restrito relativo à aceitação de novas idéias”. (p. 270, tradução nossa)

Neste mesmo sentido, Moreira e Greca (2003) afirmam que “é tempo, em definitivo, de abandonar o termo ‘mudança conceitual’ e modelos que o sugerem como ‘substituição conceitual’” (p. 312). Para esses autores, evolução, desenvolvimento, enriquecimento conceitual e discriminação de significados são idéias mais promissoras por não implicarem em troca de conceitos ou de significados.

Marín (1999a), por sua vez, apresenta um conjunto de críticas que pode ser sumarizado da seguinte maneira:

1. A aplicação do modelo de mudança conceitual é restrita aos casos de alunos que possuem uma idéia prévia fortemente arraigada.
2. Uma situação ou experimento que pode ser considerado conflito pelo professor não implica que o seja necessariamente para o aluno e, portanto, o uso das condições apontadas por Posner et al. como necessárias para que ocorra mudança conceitual (a saber, (1) insatisfação com a concepção existente, (2) inteligibilidade da nova concepção, (3) plausibilidade da nova concepção e (4) garantia de programas de pesquisa frutíferos) não são suficientes.
3. A aprendizagem de conteúdos científicos é mais complexa do que o modelo de mudança conceitual pressupõe, dada a ocorrência de outras possibilidades. “É freqüente que as idéias

que o aluno organiza antes do ensino convivam com as acadêmicas, utilizando-se umas ou outras em função do contexto onde se vão aplicar” (p. 90).

Marín (1999a) afirma também que os trabalhos de pesquisa dedicados a provocar mudança conceitual evidenciam enorme dificuldade para que esta se dê, em consonância com os autores anteriormente citados. Em outro artigo (1999b), suas críticas apontam ainda para a confusão existente em considerar-se mudança conceitual como sinônimo de aprendizagem e, por conseguinte, considerar-se tipos de mudança conceitual como tipos de aprendizagem. Também Duit (1999) afirma que “algumas vezes o termo [mudança conceitual] parece ser apenas outra palavra para ‘aprendizagem’” (p. 262). Tal identificação, segundo Marín (1999b, p. 110) acaba por fundamentar toda uma investigação de ensino e aprendizagem na “teoria da mudança conceitual” ou na “visão construtivista da mudança conceitual” quando esta não passa de uma orientação didática dentre as muitas existentes no âmbito do ensino de ciências.

Do exposto, verifica-se certo consenso entre os diferentes autores que apresentam críticas ao modelo de mudança conceitual acerca da impropriedade da mudança conceitual enquanto substituição de uma concepção por outra. Os diversos autores parecem advogar ser mais provável que as concepções ditas alternativas não sejam extintas ou subsumidas, divergindo, no entanto, acerca de o que de fato ocorreria, no que diz respeito às concepções dos alunos, quando da ocorrência de aprendizagem científica. Em geral, diferentes autores apresentam diferentes explicações para o fenômeno, sendo que tais explicações muitas vezes derivam dos compromissos epistemológicos assumidos por cada autor. Sendo assim, apresentaremos, a seguir, algumas das principais críticas do segundo grupo descrito por Marín (1999a), ou seja, críticas que se fazem no âmbito das bases epistemológicas do modelo de mudança conceitual. Veremos que diferentes embasamentos epistemológicos correlacionam-se com diferentes proposições alternativas ao modelo de mudança conceitual.

8.2. CRÍTICAS RELACIONADAS ÀS BASES EPISTEMOLÓGICAS DO MODELO

Talvez a totalidade de críticas dirigidas às bases epistemológicas do modelo de mudança conceitual esteja diretamente relacionada com perspectivas epistemológicas distintas e, portanto, propostas alternativas ao modelo baseadas nestas últimas.

Mortimer (2000), por exemplo, aponta problemas na adoção, por parte dos autores do modelo de mudança conceitual, da rota kuhniana na aprendizagem científica. Segundo esse autor, os problemas de tal visão não seriam apenas relacionados à transposição do modelo filosófico para o contexto do ensino-aprendizagem, mas pela própria natureza do modelo. Assim, argumenta que a aprendizagem de ciências poderia ser mais bem descrita como uma evolução de perfis conceituais, ao contrário de um processo de mudança conceitual (pautado num modelo de revolução científica). O modelo de perfil conceitual fundamenta-se na noção de perfil epistemológico, proposta por Bachelard (1940, apud MORTIMER 1995, 2000). Para ele, apenas uma doutrina filosófica seria insuficiente para descrever todas as formas de pensar quando se tenta explicar um simples conceito. Assim, propõe uma escala graduada de discussão, que seria a noção de perfil epistemológico. Para Bachelard, é possível para cada indivíduo traçar seu perfil epistemológico para cada conceito científico. Tal perfil é composto por zonas, cada qual relacionada a uma perspectiva filosófica específica, baseada em compromissos epistemológicos distintos (MORTIMER, 1995, 2000). Para cada zona do perfil epistemológico haveria uma possível explicação para um determinado conceito.

Ainda Mortimer (1995, 2000) introduz algumas características ao perfil epistemológico de Bachelard, preferindo denominar sua proposta de perfil conceitual. Embora o perfil conceitual tenha características em comum com o perfil epistemológico, como a hierarquia entre diferentes zonas, há elementos a serem acrescentados. Dentre eles, a distinção entre características

ontológicas e epistemológicas de cada zona do perfil, bem como a determinação dos níveis “pré-científicos” pelos compromissos epistemológicos e ontológicos dos indivíduos, e não por escolas filosóficas de pensamento. Assim, para Mortimer (1995, 2000), poder-se-ia admitir a convivência das idéias prévias de um aluno com aquelas ditas científicas considerando-se que cada uma delas corresponderiam a zonas distintas de um mesmo perfil conceitual, sendo cada uma dessas zonas acessadas em contextos distintos.

Já Pozo (2002) descreve a aprendizagem científica como um processo de mudança representacional, ao contrário de mudança conceitual. Para este autor,

“adquirir conhecimento não implica em substituir representações ou objetos de conhecimento por outros, mas sim multiplicar perspectivas ou atitudes epistêmicas a respeito destes objetos, integrando-as a uma única teoria ou agência cognitiva que redescreva as relações entre estes componentes num outro nível.” (tradução nossa)

Pozo (2002) afirma que aprender ciência requer redescrever a experiência do mundo físico em novos níveis representacionais possíveis apenas mediante instrução. Certas formas de conhecimento científico teriam maior potência representacional, ou excesso de conteúdo empírico (num sentido lakatosiano) do que outras formas de conhecimento mais simples, porém de grande funcionalidade cognitiva.

Mortimer (2000) identifica sua perspectiva com a de Pozo (POZO e GÓMEZ CRESPO, 1998, apud MORTIMER, 2000), dizendo ser esta compatível com a idéia de construção de novas zonas de um perfil conceitual e da tomada de consciência desse perfil.

Outros autores, como Moreira e Greca (2003), preferem falar de aprendizagem de conceitos científicos em termos de modelos mentais e invariantes operatórios. Para tais autores, é preferível imaginar o desenvolvimento conceitual em termos de construção e de discriminação de significados, em detrimento da substituição de concepções que, segundo eles, é “uma visão que

nos recorda o enfoque comportamentalista de instalar e extinguir comportamentos no repertório do aprendiz” (p. 312, tradução nossa).

Marín, por seu turno, afirma que o ponto fraco do modelo de mudança conceitual é

“a aceitação pouco crítica, por parte de seus defensores, do pressuposto de que os mecanismos de mudança conceitual dos quais dá conta a filosofia da ciência são análogos ou semelhantes aos que poderiam ocorrer no sujeito”. (MARÍN, 1999a, p. 90, tradução nossa)

Para esse autor, tal aceitação se dá em virtude da formação exclusivamente científica da maioria dos que publicam no domínio do ensino-aprendizagem de ciências, com pouca ou nenhuma interação com outras áreas de conhecimento (MARÍN, 1999a). Acerca da transposição de modelos da filosofia da ciência para o âmbito do ensino-aprendizagem de ciências, questiona:

“Por que fazer uma proposta didática partindo de uma suposta analogia entre desenvolvimento científico e cognição do aluno quando é possível fazê-la com dados e argumentos teóricos tomados diretamente desta?” (MARÍN, 1999a, p. 90, tradução nossa)

Portanto, no caso das críticas relativas à base epistemológica do modelo de mudança conceitual, parece que os autores sustentam consenso em admitir que o modelo kuhniano de ciência não devesse ser transposto diretamente para o contexto do ensino-aprendizagem de ciências. No entanto, diante de tal crítica, diversas perspectivas se levantam, propondo alternativas ao modelo de mudança conceitual, tais como evolução conceitual, desenvolvimento conceitual, enriquecimento conceitual, discriminação de significados, entre outros.

8.3. CONSIDERAÇÕES DO BEHAVIORISMO RADICAL ÀS CRÍTICAS EXTERNAS AO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL

Esboçaremos agora alguns comentários, de uma perspectiva Behaviorista Radical, acerca das principais críticas externas ao modelo de mudança conceitual, buscando salientar

semelhanças e/ou diferenças entre um enfoque comportamental e os diversos enfoques ora apresentados.

Dentre as críticas apresentadas ao modelo de mudança conceitual referentes ao primeiro grupo, há ainda uma de especial interesse, apresentada por Linder (1993). Esse autor apresenta críticas a partir de uma perspectiva fenomenográfica, desenvolvida por Marton (1981, 1984, 1986 apud LINDER, 1993). Linder (1993) faz distinções entre duas perspectivas relativas à definição de concepções: uma perspectiva baseada em um modelo mental e uma baseada na experiência⁷. A perspectiva de modelo mental exprime as concepções enquanto construtos tangíveis “dentro da cabeça”, compostos de padrões proposicionais de raciocínio. A perspectiva baseada na experiência, tal como descrita pela abordagem fenomenográfica, exprime concepções enquanto caracterizações de categorias de descrição refletindo relações entre pessoa e mundo. Em outras palavras, a perspectiva fenomenográfica não impossibilita representação interna, no entanto não sustenta nenhuma afirmação sobre sua exata natureza, ou mesmo existência.

Assim, de uma perspectiva fenomenográfica, a mudança conceitual é atingida através da alteração da relação da pessoa com um contexto.

Ser capaz de perceber contextos diferentemente significa alguém ser capaz de diferenciar entre eles. Mudar a relação de alguém com um contexto específico significa que esse alguém mudou como pessoa. (LINDER, 1993, p. 294)

Tal afirmação, guardadas as devidas diferenças de embasamento filosófico, soa muito parecida com a que se ouviria de um behaviorista radical, para quem os dados obtidos em estudos relativos à mudança conceitual, acerca da expressão, por parte dos alunos, de comportamentos que corresponderiam a ambas concepções alternativas e científicas relativas a um mesmo fenômeno, seriam exemplo de controle de estímulos, posto que dado determinado contexto, tal

⁷ Os termos, no original, são “mental model-based” e “experientially based”.

resposta é mais provável. De especial destaque é a seguinte citação de Skinner (1991) acerca do papel das representações, aprendizagem e memória, numa clara crítica ao representacionismo:

Cópias ou representações desempenham um papel importante nas teorias cognitivas sobre aprendizagem e memória [...]. Quando precisamos descrever alguma coisa que já não está presente, o ponto de vista tradicional é o de que recuperamos a memória, a cópia anteriormente armazenada. Numa análise comportamental, as contingências de reforçamento mudam a maneira pela qual respondemos a estímulos. *É uma pessoa mudada, não algo memorizado, que o foi “armazenado”*. (p. 29, grifo nosso)

Embora outros críticos do modelo de mudança conceitual não partilhem de uma perspectiva não representacionista (ou talvez cética em relação às representações, como no caso de Linder), é dado que, em sua maioria, admitem que a aprendizagem de conceitos científicos é melhor descrita não como um processo de mudança conceitual, mas sim como um processo de aprendizagem de novos conceitos relacionados a determinados contextos. Ora, em uma perspectiva comportamental salienta-se justamente que a aprendizagem se dá a partir da interação do organismo com o ambiente, e que pode ser evidenciada a partir de sua análise funcional (cf. BAUM, 1999, SKINNER, 1945).

Assim, nos parece estranho que autores como Moreira e Greca (2003) afirmem que o desenvolvimento conceitual, entendido enquanto construção e discriminação de significados, seja distinto de um enfoque comportamental, uma vez que este corroboraria com a noção de substituição de concepções, ao estabelecer a instalação e extinção de comportamentos no repertório do aluno. Em primeiro lugar, haveria a necessidade da confirmação que esta fosse realmente a perspectiva comportamental (ou, neste caso, a perspectiva comportamental advogada neste trabalho). Como já argumentamos anteriormente, sob um ponto de vista Behaviorista Radical, devem-se estudar as relações funcionais entre as ações do professor e os supostos resultados de suas ações no fazer do aluno, a fim de que se pudesse ter mais clareza do que realmente se passa no contexto do ensino-aprendizagem de ciências. Neste sentido, arriscaríamos afirmar que, em consonância com diversos dos críticos aqui citados, uma perspectiva

comportamental esperaria que o aluno se comportasse de maneira a evidenciar a discriminação contextos. O conceito de controle de estímulo implica justamente na afirmação de que o aluno comporta-se de maneiras distintas por encontrar-se sob controle de contextos distintos. Tomando-se o conceito de significado (de um termo) tal como definido por Skinner (1945), ou seja, como definido pela descrição das circunstâncias na qual o termo foi emitido, quando se fala em “discriminação de significados”, nada nos impede de compreender que tal discriminação refere-se à discriminação de contextos. Tal aproximação continuará impossível enquanto se assumir que significados, conceitos e idéias sejam entidades que povoem a mente dos alunos, de natureza distinta dos processos comportamentais, ou seja, daquilo que o estudante faz, enquanto classes de ações emitidas sob dado contexto e produzindo, direta ou indiretamente, determinados efeitos.

Um outro ponto importante a ser salientado nas críticas apresentadas ao modelo, referentes às suas bases epistemológicas, diz respeito à pergunta apresentada por Marín (1999a) quanto à necessidade de transposições de modelos da filosofia da ciência para o contexto do ensino-aprendizagem de ciências. Tal questionamento nos parece bastante semelhante com a crítica de Skinner (1950) às teorias de aprendizagem. O argumento de Skinner, tal como já salientamos, vai contra aquele tipo de teorias que, para explicar determinado fenômeno, utiliza-se de termos e medidas em dimensões completamente diferentes e de outra natureza. Assim, Marín (1999a) parece fazer um “apelo aos dados” semelhante ao de Skinner, afirmando ser possível produzir-se propostas didáticas a partir de dados e argumentos teóricos tomados diretamente do que ele chama de cognição do aluno. É claro que a direção tomada por Marín (1999a) daí por diante é diferente daquela que um analista do comportamento tomaria.

Desta feita, diante de tais aparentes semelhanças, vale lembrar que a diferença crucial da interpretação Behaviorista Radical acerca dos fenômenos de aprendizagem encontra-se numa base epistemológica diversa daquela adotada pela grande maioria dos críticos do modelo de

mudança conceitual. A análise do comportamento tem a contribuir com a clareza do tratamento das medidas comportamentais envolvidas no processo, posto que tal definição por parte dos autores da área, como demonstrado ao longo do trabalho, deixa a desejar. Mesmo as propostas dos críticos externos ao modelo de mudança conceitual, ainda que divergentes deste, deixam a desejar no que diz respeito ao estabelecimento de medidas para a aprendizagem de conceitos científicos, expressa nas mais diversas formas, como evolução conceitual, desenvolvimento conceitual, enriquecimento conceitual, discriminação de significados, dentre outros.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, tivemos como hipótese orientadora a suposição de que, na tentativa de caracterização dos processos que definem a aprendizagem de conceitos científicos, tanto os proponentes do modelo de mudança conceitual, quanto os críticos considerados no âmbito dessa investigação, evidenciaram um enfoque demasiadamente restritivo das medidas comportamentais geradas no contexto das pesquisas sobre ensino e aprendizagem de conceitos científicos. Por seu turno, o Behaviorismo Radical propicia ferramentas capazes de uma avaliação da pertinência das críticas dirigidas ao modelo e da própria proposta de avaliação dos resultados obtidos através de sua utilização, tal como apresentada por seus proponentes.

Neste sentido, verificamos que os autores proponentes do modelo (POSNER et al., 1982, HEWSON, 1981) esforçam-se por definir as condições necessárias para a ocorrência de mudança conceitual, visto que a aprendizagem de noções científicas é definida não pela coexistência de distintas concepções, mas pela eliminação, pela substituição, pelo abandono das concepções que precederam o contato com as condições de ensino.

A partir de uma análise comportamental, dá-se ênfase em especificar as evidências que nos permitam relacionar funcionalmente (cf. BAUM, 1999), no contexto de atividades de ensino baseadas no modelo de mudança conceitual, as medidas produzidas com as condições experimentais delineadas, bem como indicar que tal relação funcional expressa as mudanças que definem as aprendizagens envolvidas. Diante da análise dos trabalhos empíricos levados a cabo pelos autores proponentes do modelo, seria plenamente admissível que a manifestação de identificações corretas de concepções científicas, para ficarmos apenas num exemplo, esteja funcionalmente relacionada com as condições experimentais às quais os alunos foram expostos. No entanto, a simples exposição e constatação da elevação (e não experimentais) das identificações corretas mostram-se insuficientes para inferir a ocorrência de mudança conceitual,

sob uma perspectiva comportamental. Mais ainda, sob a ótica dos próprios autores (HEWSON e THORLEY, 1989), pouco fica claro acerca do papel do atendimento das condições para a mudança conceitual proposta por Posner et al. (1982), bem como do aumento ou da diminuição do status de cada concepção (cf. HEWSON e THORLEY, 1989).

Do ponto de vista de uma análise comportamental, um estudante comporta-se verbalmente afirmando esta ou aquela concepção, alternativa ou científica, segundo as condições ambientais na presença das quais a resposta é apresentada, bem como de acordo com as conseqüências que foram apresentadas a respostas passadas semelhantes a ela (SKINNER, 1945).

Em verdade, insuficientes ou superficiais não seriam as respostas produzidas mediante a exposição dos alunos às condições de ensino, mas sim as próprias condições planejadas de ensino e de avaliação das medidas, que fundamentaram inferências sobre a ocorrência ou não de mudança conceitual. Não fica claro em que extensão as condições dispostas nas investigações empíricas satisfazem as características das condições de ensino e de avaliação necessárias para a manifestação da mudança conceitual.

Mesmo supondo que sob determinadas condições de ensino uma dada manifestação do aluno definiria a compreensão e aceitação de uma concepção e, portanto, a mudança conceitual, ainda restaria definir se programas de formação docente deveriam focar a caracterização e o delineamento de condições para mudanças de repertórios verbais ou, diferentemente, deveriam privilegiar práticas argumentativas que desviem a ênfase da demarcação das relações de controle de estímulo.

Como apontado ao longo do trabalho, grande parte da discussão apresentada pelos autores do modelo em suas revisões do mesmo focam atenção em aspectos como os do tratamento insuficiente, na literatura experimental da área, de variáveis como o status das concepções, bem como da ausência de variáveis (por exemplo, emocionais) na definição da ocorrência ou não de

mudança conceitual. De uma perspectiva comportamental, caberia argüir se tais variáveis expressariam ou não a relação funcional entre respostas e contexto em que ocorrem, tal como demandada por uma análise comportamental. No entanto, tal como demonstrado, os autores insistem numa visão teórica que distancia o olhar do pesquisador das relações funcionais observáveis nos fenômenos estudados, para um outro nível, de medidas e natureza diferentes. A principal consequência de uma perspectiva representacionista, tal como advogada pelos autores, seria a da provável incontrolabilidade dos processos em sala de aula, dada a incapacidade de quem planeja o ensino (no caso, o professor) de verificar a eficiência de suas intervenções em alterar o fazer do aluno. Tal verificação mostrar-se-ia possível mediante a análise funcional das relações entre as condições dispostas (antecedentes e conseqüentes), o fazer do professor e o fazer do aluno.

Os críticos externos ao modelo parecem sustentar consenso em admitir uma visão mais voltada para o ensino de conceitos a serem discriminados em virtude do contexto de ocorrência, em detrimento de uma visão de substituição de respostas, bem como restrições no alcance explicativo da analogia proposta com o modelo de T. Kuhn.

Em síntese, a tese de que a aprendizagem de noções científicas define-se pela substituição de concepções e a defesa da analogia entre os processos de mudança do conhecimento científico e a aprendizagem de conceitos científicos seriam igualmente alvo de uma crítica behaviorista radical. No entanto, esta crítica não se mostra sobreposta às críticas apresentadas anteriormente.

Nítidamente, as críticas expostas no capítulo 8 concentram ênfase em discussões teóricas e filosóficas sobre os efeitos, no aprendiz, de interações com determinadas condições de ensino e de avaliação. A forma da resposta pouco nos informa sobre suas funções. A adesão às propostas interpretativas expostas no capítulo 8 parece não depender da visibilidade da forma das respostas, mas, talvez, de compromissos epistemológicos cuja compreensão pode ser muito cara para

professores que cotidianamente se deparam com o compromisso de ensinar conceitos científicos e de interpretar medidas comportamentais de aprendizagem.

Segundo o Behaviorismo Radical, tanto a analogia, quanto o debate sobre as relações entre aprendizagens, substituição e coexistência de noções nos alunos afastam a discussão de uma compreensão mais refinada das modalidades de controle de estímulo envolvidas nas diferentes ações emitidas pelos alunos em interação com condições de ensino. Em outros termos, as noções (concepções) prévias, bem como aquelas a serem ensinadas são formas de ação, são classes de respostas selecionadas por determinadas comunidades verbais e que, certamente, cumprem funções nos respectivos contextos em que são emitidas. Procedimentos de ensino eficazes podem eliminar fontes que mantêm a manifestação dos “saberes” prévios, ou seja, podem tornar funcionalmente equivalentes as manifestações de saberes aprendidos num dado contexto A, em outro contexto B. Contudo, é perfeitamente possível que práticas de ensino que garantem a expressão de saberes científicos em determinados contextos (p. ex., na escola) mostrem-se inoperantes para evocar tais saberes em outros contextos. Assim, práticas que ensinam as diferenças entre um isolante térmico e uma fonte de calor podem garantir que o aluno saberá repetir tais diferenças em contextos escolares (“saber que” ou “saberes declarativos”). Entretanto, essas mesmas práticas podem em nada instruir o aluno sobre como se comunicar com pessoas para as quais fazer tais distinções em nível verbal em nada altera as interações com seu ambiente social. Segundo a análise comportamental ora advogada, estamos diante de uma nítida restrição no alcance das práticas de ensino. Tal restrição, por sua vez, amplia as possibilidades da manifestação das ações que, para a história de interação desse aluno, garantem comunicação com um ambiente distinto do escolar.

Ampliar o alcance da aprendizagem das noções científicas para contextos distintos da escola pressupõe a compreensão de processos de ensino e de aprendizagem, principalmente das

propriedades funcionais das noções (saberes) prévios, bem como daqueles que se deseja ensinar. Garantir a funcionalidade de determinados repertórios (saberes) num dado contexto A não se constitui em condição suficiente para a manifestação deste mesmo repertório aprendido em contextos distintos de A. Certamente que tal insuficiência abre espaço para discussões em torno do que define aprender: substituições ou coexistências? Parece-nos, contudo, que são discutidos os efeitos do alcance das práticas de ensino adotadas. Segundo a análise comportamental exposta neste trabalho, especificar quais são os comportamentos relevantes e quais são as estratégias que poderiam ampliar as possibilidades de sua manifestação em diferentes contextos mostra-se um encaminhamento que possivelmente cumprirá, de modo mais efetivo, a função de instrumentalizar ações educativas no contexto escolar. Discutir metáforas acerca dos efeitos das interações sobre o aprendiz pode proporcionar saberes declarativos (“saber que”) relevantes para o professor. Funções instrucionais desses saberes declarativos para as ações dos professores em sala de aula constitui-se em objeto de investigações posteriores com incontestável relevância.

Estima-se que as descrições das ações dos aprendizes em interação com condições de aferição de conhecimentos prévios, assim como a descrição dos conhecimentos construídos em interação com as condições de ensino, permanecem invariavelmente circunscritas a determinados contextos e podem restringir sobremaneira o alcance com o qual se supõe que as alterações observadas correspondam ao sentido atribuído à mudança conceitual. Identificar a consistência com a qual determinadas alterações ou mudanças de status manifestam-se e são mantidas nos padrões de interação do aprendiz com distintas e variadas situações de ensino e de aprendizagem mostra-se, à luz de uma análise comportamental, como um recurso diretamente comprometido com duas diretrizes importantes para a área de Ensino de Ciências: (1) com a melhoria dos critérios de análise dos fenômenos estimados relevantes para as pesquisas e intervenções nessa área; e (2) com a necessidade, já explicitada na literatura pertinente (CARVALHO e GIL-

PÉREZ, 2001a; 2001b), de programas de formação profissional (inicial e continuada) de docentes priorizarem estratégias que garantam a ampliação significativa das habilidades dos docentes para propor condições e práticas variadas e bem fundamentadas para a construção das distintas modalidades de conteúdos curriculares e para a interpretação das medidas comportamentais decorrentes da execução dessas condições e práticas.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIB, J.A.D. Epistemologia, transdisciplinaridade e método. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v.12, n. 3, p. 219-229, 1996.

BRIDGMAN, P. **The logic of modern physics**. New York: The McMillan Company, 1928.

BAUM, W. **Compreender o Behaviorismo**: Ciência, comportamento e cultura. Porto Alegre: ArtMed Editora, 1999.

BRUMBY, M.; GARRARD, J.; AUMAN, J. Student Perceptions of the Concept of Health. **European Journal of Science Education**, v. 7, n. 3 p. 307-323, 1985.

CARRARA, K. Implicações dos conceitos de teoria e pesquisa na Análise do Comportamento. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 10, n. 1, p. 41-47, 1994.

_____. **Behaviorismo Radical**: Crítica e Metacrítica. Marília: UNESP-Marília-Publicações; São Paulo: FAPESP, 1998.

_____. **Introdução à Psicologia da Educação**: Seis Abordagens. São Paulo: Avercamp Editora, 2004.

CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o ensino de Ciências. In: _____ (org.). **Ensino de Ciências**: Unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2004, p. 1-17.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de Ciências: Tendências e inovações**. 6ª edição. São Paulo: Cortez Editora, 2001a.

_____. O saber e o saber fazer do professor. In: CASTRO, A. D.; CARVALHO, A. M. P. (orgs.) **Ensinar a ensinar**: A didática para a escola fundamental e média. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2001b, p. 107-124.

CATANIA, A. C. **Aprendizagem**: Comportamento, linguagem e cognição. Porto Alegre: ArtMed Editora, 1999.

CUNHA, R.; ISIDRO-MARINHO, G. Operações estabelecadoras: Um conceito de motivação. In: ABREU-RODRIGUES, J. e RIBEIRO, M. R. (Orgs.) **Análise do Comportamento**: Pesquisa, teoria e aplicação. Porto Alegre: ArtMed Editora, 2005, p. 27-44.

DUIT, R. Conceptual Change Approaches in Science Education. In: SCHNOTZ, W.; VOSNIADOU, S.; CARRETERO, N. (Orgs.) **New Perspectives on Conceptual Change**. Elsevier, 1999, p. 262-282.

GIL-PÉREZ, D.; CARROSCOSA ALIS, J. Science Learning as a Conceptual and Methodological Change. **European Journal of Science Education**, v. 7, n. 3, p. 231-236, 1985.

GUIDONI, P. On Natural Thinking. **European Journal of Science Education**, v. 7, n. 2, p. 133-140, 1985.

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

HASHWEH, M. Z. Toward an explanation of conceptual change. **European Journal of Science Education**, v. 8, n. 3, p. 229-249, 1986.

HEWSON, P. W. A Conceptual Change Approach to Learning Science. **European Journal of Science Education**, v. 3, n. 4, p. 383-396, 1981.

_____. Diagnosis and remediation of an alternative conception of velocity using a microcomputer program. **American Journal of Physics**, v. 53, n. 7, p. 684-690, jul 1985.

HEWSON, P. W.; HEWSON, M. G. Effect of Instruction Using Students' Prior Knowledge and Conceptual Change Strategies On Science Learnig. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 20, n. 8, p. 731-743, 1983.

HEWSON, P. W.; THORLEY, N. R. The conditions of conceptual change in the classroom. **International Journal of Science Education**, v. 11(special issue), p. 541-553, 1989.

KUBO, O.; BOTOMÉ, S. Ensino-aprendizagem: Uma interação entre dois processos comportamentais. **InterAção**, v. 5, p. 133-171, 2001.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2001.

LINDER, C. J. A Challenge to Conceptual Change. **Science Education**, v. 77, n. 3, p. 293-300, 1993.

LUNA, S. Contribuições de B.F. Skinner para a Educação. In: PLACCO, V. (org.) **Psicologia e Educação: Revendo contribuições**. São Paulo: EDUC/FAPESP, 2002, p. 145-179.

MARÍN, N. Delimitando El Campo de Aplicación Del Cambio Conceptual. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, 80-92, 1999(a).

_____. Del cambio conceptual a la Adquisición de Conocimientos: Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual de J. M. Oliva. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17 n. 1, 109-114, 1999(b).

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. Cambio Conceptual: Análisis Crítico y Propuestas a la luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

MORTIMER, E. (1995) Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: Para onde vamos? In: **Escola de Verão para Professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia**, v. 3. Coletânea: Faculdade de Educação USP, p. 56-74.

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

POSNER, G.; STRIKE, K.; HEWSON, P.; GERTZOG, W. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

POZO, J. I. La Adquisición de Conocimiento Científico como un Proceso de Cambio Representacional. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 3, dez 2002. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol7/n3/v7_n3_a5.htm> Acesso em: 23 fev. 2006.

RIBES-IÑESTA, E. What is Defined in Operational Definitions? The Case of Operant Psychology. **Behavior and Philosophy**, v. 31, p. 111-126, 2003.

ROGAN, J. M. Development of a conceptual framework of heat. **Science Education**, v. 72, n. 1, p. 103-113, 1988.

SKINNER, B. F. The Operational Analysis of Psychological Terms. In: _____. **Cumulative Record**. New York: Appleton Century-Crofts, 1972, p. 272-286. (originalmente publicado em 1945).

_____. **Verbal behavior**. New York: Applenton-Century-Crofts, 1957.

_____. Behaviorism at fifty. **Science**, v. 140, p. 951-958, 1963.

_____. Why I am not a Cognitive Psychologist. **Behaviorism**, v. 5, p. 1-10, 1977.

_____. **Sobre o Behaviorismo**. São Paulo: Cultrix, 1982.

_____. The evolution of verbal behavior. **Journal of the Experimental Analysis of Behavior**, 45, 115-122, 1986.

_____. Whatever happened to Psychology as the science of behavior? **American Psychologist**, v. 42, n. 8, p. 780-786, 1987.

_____. Can Psychology be a science of mind? **American Psychologist**, v. 45, n 11, p. 1206-1210, 1990.

_____. **Questões recentes na Análise do Comportamento**. Campinas, SP: Papirus, 1991.

_____. Teorias de aprendizagem são necessárias? **Revista Brasileira de Análise do Comportamento**, v. 1, n. 1, p. 105-124, 2005.

STRIKE, K. A.; POSNER, G. J. A Conceptual Change View of Learning and Understanding. In: WEST, L. H. T.; PINES, A. L. **Cognitive Structure and Conceptual Change**. Orlando, USA: Academic Press, Inc., 1985, p. 211-231.

_____. A Revisionist Theory of Conceptual Change. In: DUSCHL, R. A.; HAMILTON, R. J. (Eds.) **Philosophy of Science, Cognitive Psychology and Educational Theory and Practice**. Albany, NY: SUNY, 1992, p. 147-176.

TOURINHO, E. Z. **O Autoconhecimento na Psicologia Comportamental de B. F. Skinner**. Belém: UFPA. CFHC, 1995.

ZIETSMAN, A. I.; HEWSON, P. W. Effect of Instruction Using Microcomputer Simulations and Conceptual Change Strategies in Science Learning. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 23, n. 1, p. 27-39, 1986.

WATSON, J. B. Psychology as the behaviorist views it. **Psychological Review**, n. 20, p. 158-177, 1913. Disponível em <<http://psychclassics.yorku.ca/Watson/views.htm>> Acesso em: 23 fev. 2006.