

**PENSAMENTO E CONHECIMENTO NA ESTRUTURAÇÃO DE TEORIAS:
UMA ABORDAGEM COGNITIVISTA DE RELEVÂNCIA PARA
A PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

Daniella dos Santos Medeiros¹

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

danimed@uol.com.br

Maria Cristina Dal Pian²

Programa de Pós-Graduação em Educação - UFRN

Educativa

dalpian@educativa.org.br

dalpian@eol.com.br

Resumo

Durante as últimas décadas, alguns pesquisadores em desenvolvimento cognitivo, dentre os quais Frank Keil (1989, 1992, 1994, 1996) e Susan Carey (1985, 1988, 1996; Carey e Spelke, 1994), têm destacado a natureza teórica das estruturas conceituais que caracterizam o pensamento de senso comum, em sua contraposição ao pensamento científico. Segundo eles, nossas explicações dos fenômenos que nos cercam recorrem a teorias intuitivas primárias que se tornam disponíveis ainda nos primeiros dois anos de vida da criança. Eles ressaltam, e concordam, que nós contamos com uma série de habilidades cognitivas que constituem sistemas conceituais adequados para lidar com conteúdos específicos, dada a natureza diferenciada das explicações e inferências em domínios particulares. Concordam também que as teorias primárias têm um papel importante na constituição de teorias, sejam elas intuitivas ou científicas. Mas divergem sobre quais são elas e sobre a passagem e/ou articulação de uma à outra. Carey, por exemplo, prioriza a teoria psicológica como predecessora no desenvolvimento do conhecimento biológico. Seria ela, por exemplo, que ofereceria suporte àquelas explicações de caráter biológico das crianças que se constituiriam como teoria biológica entre seis e dez anos. Por outro lado, Keil sustenta, através de uma série de experimentos, que a emergência de uma teoria biológica se dá a partir de uma teoria primária de caráter teleológico, diferente da teoria primária psicológica. Prioriza, assim, uma teoria de *design* como germe e organizadora do pensamento biológico. Na elaboração desta sua posição, Keil apresenta um conjunto de argumentos extremamente relevantes para repensarmos nossas abordagens e metodologias de modelagem do pensamento dos alunos, na perspectiva de utilização das teorias intuitivas no âmbito da pesquisa em ensino de ciências. Neste trabalho, fazemos uma apresentação e análise das posições de Susan Carey e Frank Keil, no sentido de destacar esta relevância, que se expressa por uma forte interação entre pensamento e conhecimento.

Visões sobre estruturação e emergência de teorias

A Visão de Susan Carey

¹ Apoio parcial CAPES.

² Apoio parcial CNPq.

Carey (1988) considera que as crianças, mesmo as bem pequenas, representam estruturas conceituais em forma de teorias, uma vez que elas formam corpos coerentes internamente e não fragmentos isolados. Inicialmente, as crianças contariam com apenas algumas poucas estruturas cognitivas – chamadas teorias primárias - possivelmente uma do tipo físico-mecânica e outra do tipo psicológico-intencional. Estas teorias serviriam como vínculos que restringiriam as hipóteses e inferências formuladas pelas crianças e atuariam facilitando seu aprendizado. O desenvolvimento cognitivo se daria, em parte, pelo surgimento de novas teorias a partir destas mais antigas, através da reestruturação dos conceitos mais importantes e do aparecimento de novos aparatos explicativos, dando origem a novos domínios. Nesse sentido, a posição adotada por Carey, se distingue de visões ditas tradicionais, que consideram que as mudanças conceituais que ocorrem ao longo do desenvolvimento são de domínio geral. Sua posição, identificada como alternativa, destaca então, mudanças de domínio específico.

Carey (1985, 1888) propõe dois tipos de mudança teórica, uma que ela chama de “reestruturação fraca” e outra que seria a “reestruturação forte”. A reestruturação fraca pode ser exemplificada pela mudança que se dá na passagem de leigo ou iniciante para especialista numa determinada área de conhecimento, na qual se reconhece uma diferenciação progressiva e uma integração hierárquica das estruturas existentes. Exemplos destes tipos de mudanças seriam as que ocorrem com o jogador de xadrez iniciante quando passa a ser um especialista, ou com o aluno iniciante das ciências físicas, ou da geologia na sua passagem para um nível mais especializado³. Neste caso, com o avanço rumo à especialização, aparecem novas relações entre os conceitos e novos esquemas que permitem tanto a solução de problemas novos quanto a modificação das soluções de problemas antigos.

Na passagem de iniciante para especialista, ocorrem tanto a acumulação de novos fatos e regras, quanto a reestruturação do conhecimento. Nesta reestruturação, os conceitos no sistema do especialista estão relacionados entre si de forma diferente do que no sistema do leigo. Novas interconexões permitem o surgimento de novos conceitos e esquemas abstratos que o iniciante não representa ou aos quais ele não tem acesso. Mas, segundo Carey, apesar destas mudanças significativas, não há o abandono de uma teoria altamente desenvolvida por outra, ficando caracterizada desta forma uma reestruturação “fraca”.

Acompanhando Carey, Chi et al. (1982) sugerem três métodos a serem utilizados na descrição das diferenças entre o iniciante e o especialista: (a) diagnose de erros ou falhas em conceitos na tentativa de caracterizar a teoria física intuitiva que os alunos trazem para a sala de aula; (b) análise das similaridades percebidas entre os elementos no domínio a fim de demonstrar que o especialista organiza seu conhecimento em termos de esquemas abstratos que o iniciante não utiliza; e (c) análise de processamento de informação de como os problemas são solucionados para verificar se este esquema segundo o qual o especialista organiza seu conhecimento permite que ele perceba a estrutura de um problema de um modo que o iniciante não consegue.

De acordo com Carey, na chamada reestruturação forte ou radical, teríamos uma mudança teórica análoga às mudanças radicais que ocorrem na história da ciência (Kuhn

³ Chi, Glasser and Rees (1982) desenvolvem exemplos interessantes sobre este tipo de mudança.

1977, 1992), nas quais novas teorias emergem a partir de outras mais antigas. Neste caso, ocorrem os mesmos processos encontrados na reestruturação fraca, mas além deles também temos sistemas conceituais sucessivos que vão se diferenciar um do outro de três formas: (a) no domínio dos fenômenos a que se referem, (b) na natureza das explicações utilizadas e (c) nos conceitos individuais encontrados nos sistemas. Todos estes três níveis de mudança acontecem juntos, ou seja, um novo domínio se sobrepõe sobre o da teoria mais antiga e estes fenômenos são articulados através de novos conceitos e explicados em termos de novas leis e mecanismos causais.

Como exemplo de reestruturação forte teríamos a transição da mecânica Aristotélica para a de Galileu, em que diversas coalescências e diferenciações podem ser caracterizadas. Aristóteles distinguia dois tipos fundamentais de movimento - natural (por exemplo, objetos caindo na terra, fumaça subindo, plantas crescendo) e violento (causado por um agente ativo, como o movimento de uma pessoa) - que eram explicados por meio de mecanismos totalmente distintos. Galileu, que trabalhava apenas com o movimento através do espaço, juntou os dois tipos, pois não via uma distinção significativa entre eles. Já na cinemática de Galileu, temos uma distinção chave que não existia na teoria Aristotélica - aquela entre velocidade média e velocidade instantânea, o que sugere mudanças ocorrendo não apenas a nível conceitual, mas também a nível ontológico. Aristóteles estava comprometido com a existência de lugares e estados naturais que tinham um papel explicatório importante em sua teoria, mas não Galileu. De acordo com Carey, estas mudanças conceituais e de comprometimento ontológico implicariam em mudanças de domínio e de caráter explicatório, caracterizando assim uma reestruturação do tipo forte.

Na história da ciência, normalmente se descrevem dois tipos gerais de mudanças teóricas. Num deles, um domínio teórico bem desenvolvido passa por uma revolução (como no domínio da mecânica, quando da já citada transição da teoria do impetus para a mecânica de Galileu, ou na passagem da mecânica Newtoniana para a de Einstein). No outro, um novo domínio teórico emerge a partir de um domínio (ou domínios) que já existia(m) anteriormente (como no caso do surgimento da biologia evolutiva, da psicologia, da química, da lógica e da geologia nos séculos XVIII e XIX). Na perspectiva de Carey, em ambos os casos está garantida a caracterização de reestruturação forte, uma vez que surgem novos domínios de fenômenos que requerem um novo aparato explicativo e muitas vezes até novos conceitos.

Uma das contribuições de Carey que expressa sua posição com relação às mudanças conceituais diz respeito exatamente ao surgimento do domínio da Biologia segundo este entendimento de reestruturação forte. Como vimos, Carey (1987) considera que as crianças, mesmo as bem pequenas, representam estruturas conceituais em forma de teorias. Uma vez que, inicialmente, a criança contaria com apenas dois conjuntos de teorias primárias, um do tipo físico/mecânico e outro psicológico/intencional, nos quais todos os conceitos estariam inseridos, surgiriam problemas de má inserção pois alguns conceitos seriam forçados a se encaixar em teorias inadequadas. Como exemplo, a autora trabalha com a separação da biologia a partir do domínio da psicologia. Para Carey, o domínio do pensamento biológico só emerge tardiamente ao longo do desenvolvimento cognitivo, normalmente por volta dos 6 ou 7 anos. Antes disto, as idéias e crenças das crianças sobre fenômenos e tipos biológicos fariam parte de uma teoria primária do tipo psicológica, o que causaria erros e distorções, impossibilitando, muitas vezes, a distinção entre fenômenos biológicos e psicológicos. Isto explicaria algumas dificuldades apresentadas por crianças desta faixa etária na análise de fenômenos biológicos.

Vejam os então como a autora descreve a emergência do domínio da biologia a partir da psicologia considerando os três tipos de mudança - de domínio, de aparato explicatório e de conceitos essenciais. Para a criança de 4 anos não haveria um domínio exclusivamente biológico. Ela colocaria funções e fenômenos biológicos junto com atividades tipicamente humanas. Por exemplo, funções biológicas como comer, respirar ou dormir seriam encaradas do mesmo modo que atividades como jogar e tomar banho. Fatos importantes sobre a função de comer incluiriam coisas como se você pode comer com as mãos ou se pode comer o doce antes do almoço. Estes fatos e atividades humanas são considerados como um domínio teórico, uma vez que as crianças utilizam uma estrutura explicatória coerente internamente para dar conta deles. Para crianças de 10 anos, o domínio biológico já estaria estabelecido.

Os fenômenos descritos acima estariam inseridos numa estrutura explicatória de caráter psicológico e social, já que incluiriam motivações individuais (fome, cansaço) e convenções sociais. Uma criança de 4 anos, indagada sobre porque as pessoas comem, poderá responder “*porque estão com fome*”, “*porque está na hora do jantar*” ou até “*para crescer*”, “*para ficar forte*”. Estas explicações não são biológicas, pois embora uma explicação biológica também seja teleológica (as funções biológicas são explicadas em termos do seu papel na manutenção da vida), ela não é intencional como as citadas acima. As crianças de 10 anos explicam funções como comer, respirar e se reproduzir de modo diferente das explicações intencionais das crianças de 4 anos. Assim, estaria caracterizada a mudança tanto a nível de domínio quanto de aparato explicatório.

Ainda segundo Carey (1987), a emergência da biologia intuitiva aos 10 anos de idade traria consigo uma mudança significativa no nível dos conceitos individuais. Apenas para exemplificar, teríamos a coalescência de dois tipos ontológicos distintos -*animal* e *planta*- em um único tipo ontológico distinto, *ser vivo*. Também ocorreriam diferenciações: a criança de 4 anos não distingue entre dois sentidos diferentes de “não vivo” -o de *morto* e o de *inanimado*. Desta forma teríamos uma mudança teórica com reestruturação do tipo forte em que um domínio novo -o da biologia- surgiria a partir de um domínio teórico já estabelecido que a autora considera como sendo o psicológico das teorias primárias⁴.

Atualmente, Carey (1994) admite a existência de mais um domínio de teorias primárias, o numérico, onde teríamos princípios de correspondência e sucessão unívoca (*one-to-one*).

A Visão de Frank Keil

Considerada no contexto das várias perspectivas sobre desenvolvimento conceitual e cognitivo, a visão de Frank Keil guarda concordâncias com a posição de Susan Carey. Tal como ela, Keil acredita que nós contamos com uma série de habilidades cognitivas que constituem sistemas conceituais adequados para lidar com conteúdos específicos, dada a natureza diferenciada das explicações e inferências em domínios particulares. Acredita também que estas teorias intuitivas têm um papel importante na constituição de teorias caracteristicamente científicas. Mas diverge de Carey sobre que teorias se manifestam mais cedo e sobre a passagem e/ou integração de uma à outra.

⁴ Para maiores esclarecimentos sobre os fenômenos estudados por Carey que evidenciariam o surgimento da biologia ver Carey (1987, 1988).

Keil (1994) discute a visão de Carey das teorias primárias propondo que se façam estudos e testes em diversos subdomínios da biologia para verificar se encontramos distorções compatíveis com a idéia de que o pensamento biológico estaria mesmo inicialmente inserido numa teoria primária psicológica. Senão, haveria a possibilidade de que um outro conjunto coerente de crenças estivesse organizando o pensamento biológico ou até mesmo que não houvesse nenhuma estrutura organizadora do tipo de teoria na qual os conceitos iniciais estariam inseridos. Neste sentido, Keil se empenha na análise de diversos aspectos do conhecimento biológico, realizando experimentos que cobrem diferentes fenômenos, como os que tratam das crenças sobre herança genética, sobre contágio biológico e causas e sintomas de doenças.

O autor acredita que as diferenças entre as crenças das crianças e dos adultos sobre propriedades transmissíveis pelos seres vivos à sua prole podem ser importantes no entendimento do surgimento do pensamento biológico. Para ele, ficou claro, em seus estudos, que embora crianças pequenas possam ter crenças diferentes das dos adultos sobre quais propriedades teriam maior probabilidade de serem herdadas e sobre quais mecanismos seriam mais plausíveis, estas crenças não estariam sendo guiadas por vínculos do domínio psicológico. Ao invés disto, surgem, de forma consistente, referências a propriedades que têm um papel funcional/fisiológico (Keil, 1992). Por exemplo, uma série de experimentos mostrou que crianças em idade pré-escolar atribuíam mais freqüentemente propriedades biológicas (por exemplo, *“têm pequenos ossos por dentro”*) a animais diferentes mas com relação de parentesco do que a animais similares mas não aparentados. Já com propriedades não biológicas (por exemplo, *“está muito sujo por ter brincado na lama”*), a atribuição era maior para os animais similares e sem parentesco do que para os outros. Assim, observa-se que propriedades biológicas induziriam projeções por hereditariedade e propriedades não biológicas, de natureza social/comportamental, isto é, projeções por similaridade fenomenológica. Keil ressalta que há uma separação do biológico e do comportamental, com uma ênfase perceptível na natureza funcional das propriedades dos seres vivos.

Também foram realizados estudos a fim de verificar se crianças pequenas percebiam a natureza específica do contágio biológico em contraposição ao “contágio” psicológico (riso, depressão, bocejo). Mesmo crianças pequenas separaram causas psicológicas e biológicas, respondendo que problemas comportamentais não seriam transmitidos (uma pessoa não “pega” este tipo de problema mesmo que fique em contato direto com pessoas afligidas).

As crenças sobre os agentes causadores de doenças também foram alvo de investigação. Num dos estudos, um agente causador de doenças foi chamado simplesmente de “coisa” para neutralizar associações com outros agentes conhecidos como germes e micróbios. Foram apresentadas três diferentes descrições da coisa: (a) uma descrição funcional ou teleológica que afirmava que a coisa precisava entrar no corpo e usar partes dele para fazer alguém ficar doente; (b) uma segunda descrição mecânica na qual a coisa se esfregava por dentro do corpo causando doença por dano físico, como por abrasão; e (c) por último, uma descrição intencional, que atribui objetivos e desejos à coisa que causa doenças.

A maioria dos adultos considerou que uma coisa biológica estaria envolvida na descrição teleológica. Já na descrição que implicava objetivos e desejos, eles apontaram que se trataria não apenas de uma coisa biológica, mas também psicológica (intencional). A

descrição mecânica sugeriria uma coisa não viva. Para as crianças de todas as idades, as entidades descritas tanto teleologicamente quanto intencionalmente eram indicadas como prováveis portadoras de características típicas de seres vivos (por exemplo, reprodução, locomoção, estrutura heterogênea). Entretanto, as crianças consideram que as coisas teleológicas/ funcionais, assim como as coisas mecânicas, não sabiam o que estavam fazendo. Já as coisas intencionais tiveram uma grande atribuição de conhecimento. Aparentemente, as crianças não fazem da coisa teleológica um agente com objetivos mentais. Para elas uma coisa pode ser biológica sem ser intencional.

Estes resultados indicam que as crianças não fazem simples analogias a seres biológicos intencionais quando raciocinam sobre entidades biológicas. Suas inferências parecem estar fortemente condicionadas por outros princípios, que se baseiam em noções de função e estrutura organizada. Quando lidam com questões pertencentes ao domínio da biologia, as crianças parecem privilegiar aspectos teleológico/funcionais e costumam associá-los fortemente a tipos biológicos.

Keil sustenta, com base nos resultados dos experimentos, que a emergência de uma teoria biológica se dá a partir de uma teoria de caráter teleológico, diferente da teoria psicológica. Prioriza, assim, ao lado das teoria primárias físico-mecânica e psicológico-intencional, uma teoria primária de *design* como germe e organizadora do pensamento biológico, em contraposição a Carey que prioriza a teoria psicológica como predecessora no desenvolvimento do conhecimento biológico.

Na elaboração que faz sobre da teoria primária teleológica, Keil recorre à idéia de *stance do design* tal como proposta por Dennett (1989). Neste sentido, seria o olhar teleológico que permitiria observar as coisas como se elas tivessem uma função, ou como se suas propriedades tivessem sido projetadas (*designed*) para determinados propósitos. Ela abriria perspectivas diferentes daquelas oferecidas pelas outras duas que, se consideradas isoladas, forneceriam explicações com perdas significativas de especificidade e/ou poder explicatório.

É sob tal perspectiva que Keil retoma o conceito de teleológico, isto é, como uma das formas do pensamento que estaria presente nas crianças, nos adultos e na história da ciência. Para Keil, a tais *stances*, estão associados *modes of construal* que vinculam os conceitos desde muito cedo e geram formas de explicações que estão em ressonância com alguns grupos de fenômenos específicos. Estes modos não são teorias ou conceitos reais, mas devem ser compreendidos como predisposições para interpretar padrões de relações. Os *modes of construal* são entidades que estão sempre buscando encontrar ressonâncias com a estrutura do mundo real e também com outros conjuntos de fenômenos. Como são em número relativamente pequeno, eles devem incorporar suficiente diversidade para nos permitir compreender os vários e diferentes padrões encontrados no mundo natural e social. Entretanto, tal diversidade não pode chegar ao ponto de dispersar o estudo dos conceitos em uma infundável cadeia de estruturas diferentes encerradas em pequenos domínios distintos.

Segundo o autor, os *modes of construal*, aparentemente, não incorporam crenças específicas sobre coisas biológicas. O que eles incorporam são inclinações para determinados tipos de explicações e arquiteturas funcionais que ajudariam a orientar o indivíduo cognitivamente em direção a coisas do tipo biológico. Nós, possivelmente, seríamos dotados de uns poucos *modes of construal* ou *stances*, tais como a psicológica, a física e a do *design*

(ou teleológica) e mais alguns. Nós utilizaríamos estas *stances* como base para adquirirmos *sistemas de crenças* mais sofisticados em diversos domínios específicos.⁵

Implicações relevantes da visão de Frank Keil

Para os estudos contemporâneos sobre conceitos, a proposta de Keil apresenta características cujos significados se contrapõem a entendimentos dos pesquisadores na área, seja na visão tradicional, como na alternativa.

Em primeiro lugar, podemos citar o significado da idéia de *crença*. Na área de ensino de ciências costuma-se utilizar esta palavra para expressar idéias ou conceitos alternativos, cujo conteúdo ou formulação apresenta-se como incorreto, incompleto, ou cientificamente inadequado. Por exemplo, enunciados que expressam a idéia de que “um mesmo algoritmo não pode estimar de modo exato a área de um quadrado e de um círculo”, por exemplo, ou a formulação que descreve o fato da temperatura provocar um aumento na dilatação de um sólido em termos do enunciado “quando aquecemos uma barra de ferro conseguimos obter uma barra de ferro mais longa” são tidos como inadequados.

Uma grande parte dos pesquisadores desta área ainda considera que crença é um elemento que não pode se fazer presente na ciência e que deve ser eliminado através do ensino. A ciência lida com argumentos na forma, por exemplo, de “*este gato é branco*” ou “*todos os gatos têm quatro patas*”; e não na forma “*ele acredita que este gato seja branco*” ou “*eu acredito que todos os gatos tenham quatro patas*”. Hoje, graças ao desenvolvimento de metodologias de análises de discurso e às possibilidades de representação de conhecimento com base em lógicas modais, semânticas e intencionais, por exemplo, enfatiza-se o papel importante que têm as crenças na construção de discursos científicos de natureza coletiva. Aqui, crenças têm uma outra conotação. Elas compõem, com o conhecimento e com aspectos como intenção, desejo, comprometimento e escolhas, o universo de características que dão sustentação às teorias e ao seu desenvolvimento. Neste sentido, são de domínio específico. Elas não apenas expressam nossa habilidade de pensar, mas de pensar *sobre* algo.⁶

Alguns pesquisadores, entretanto, ignoram em seus estudos sobre desenvolvimento conceitual, o quanto de crença existiu e ainda existe na formulação e sustentação de teorias. O significado que alguns deles dão às idéias alternativas é por isso mesmo direcionado apenas para perceber aspectos incorretos, incompletos ou não verdadeiros no âmbito das teorias científicas. Fato este que pode ser tratado como não problemático e acomodado, recorrendo-se às teorias de desenvolvimento cognitivo sustentadas pela visão tradicional que sugerem o domínio natural e sucessivo das estruturas de caráter geral responsáveis pela superação futura destas distorções. Outros pesquisadores não consideram esta composição de conhecimento e crença em seus estudos sobre modelos mentais ou nas metodologias de modelagem do conhecimento dos alunos sobre conceitos científicos. Quando o fazem, ainda têm dificuldades em conciliar tal perspectiva na abordagem de questões de desenvolvimento cognitivo tal como tratadas na visão tradicional, uma vez que esta prioriza a modelagem em termos de “*modelo das coisas e eventos no mundo*” e não em termos de “*modelo do pensamento sobre coisas e eventos no mundo*”.

Em segundo lugar, podemos citar o significado da idéia de *categoria*, tão caro aos estudiosos de conceitos científicos. Para Keil, as categorias mais fundamentais que organizam

⁵ Para outras visões sobre o surgimento do domínio da biologia em relações com a discussão sobre o teleológico, ver Atran (1996).

⁶ Ver a este respeito Dal Pian (1998).

e estruturam o conhecimento têm o caráter de *modes of construals*, devendo se distinguir do conjunto de crenças tais como acima mencionadas, mas completar com ele uma possível descrição de formas de pensar sobre um dado assunto. Diz ele⁷:

“No nosso relato sobre como o conhecimento se torna organizado em domínios e muda ao longo do tempo, poderíamos querer distinguir entre *modes of construal*, abrangentes, e conjuntos de crenças, específicos. Poderíamos ser dotados de relativamente poucos *modes of construal* (ou *stances*, se você preferir), tais como o mecânico, o intencional, e o teleológico (e talvez uma meia dúzia mais); mas poderíamos ser capazes de usá-los como sustentação na aquisição de sistemas de crenças mais elaborados, em um número extraordinário de domínios especializados.”

Desta forma, Keil pode abrir mão da necessidade do desenvolvimento cognitivo em estágios. Mas não pode dispensar a idéia de sistemas de crenças no seu sentido mais contemporâneo (e, conseqüentemente, dos domínios específicos e da própria introdução da *stance* teleológica ou do *design*); e nem pode dispensar o tratamento dos *modes of construal* e dos conjuntos de crenças associados a domínios específicos enquanto construtos, isto é, enquanto distinções em termos das quais nosso pensamento opera. Entretanto, ele não precisa dispensar a possibilidade de que os construtos sejam aprendidos através de procedimentos mais gerais (e nem se comprometer necessariamente à proposta de que estes sejam inatos). Diz Keil:⁸

“Mesmo que as stances mecânica, intencional e teleológica precedam e guiem a diferenciação de sistemas de crenças locais, estas três stances poderiam ser, elas mesmas, aprendidas através de procedimentos gerais de aprendizagem. [...] Se for o caso de uma ou todas estas stances serem aprendidas através de procedimentos gerais, esta descoberta seria, por si só, de um interesse extraordinário. Significaria que, em todo o mundo, seres humanos são expostos a padrões de regularidade que são tão coerentes e delimitados que procedimentos gerais, invariavelmente, extraem princípios abrangentes semelhantes para interpretar informação nestes domínios. Estes princípios iriam variar dramaticamente entre domínios, mas seriam compartilhados entre todos os indivíduos no âmbito de cada domínio. Eles seriam acessíveis unicamente aos seres humanos em oposição a outros animais, seja por uma grande diferença na experiência humana, ou pelo poder potencial adicional dos seus procedimentos gerais de aprendizagem.”

Para Keil, esta é uma questão ainda empírica que necessita esclarecer porque as *stances* universais primárias são tão rapidamente desenvolvidas e porque permanecem como vínculos (*constraints*) que restringem e guiam mudanças conceituais em momentos posteriores.

A abordagem de Keil diferencia-se assim de outras no âmbito da própria visão alternativa pela ênfase explícita que dá ao pensamento (em contraposição à teoria). Trata o pensamento na sua relação com o conhecimento e é desta forma que fornece uma explicação sobre como e porque as teorias emergem e se estruturam. Ela abre uma nova perspectiva para os estudos sobre formação de conceitos científicos que privilegia a emergência de *stances* associadas a conjuntos de crenças característicos num dado domínio. Este aspecto tem uma implicação metodológica. A escolha do nosso instrumento para elicitación e representação do conhecimento deve ser coerente com a possibilidade de apreendermos o pensamento das pessoas neste dado domínio, enquanto *modes of construal* associado a *sistemas de crenças*. Uma das técnicas disponíveis, que vem sendo sistematicamente utilizada com esse propósito

⁷ Keil (1994), p. 251.

⁸ Op. Cit.

no estudo de conceitos de interesse para o ensino de ciências é a técnica de *Repertory Grid*⁹. Através do uso de construtos, ela requer a atenção do pesquisador às distinções em termos das quais as pessoas pensam em situações ou domínios contextualizados. Apesar de antiga (foi proposta por Kelly, 1955), esta técnica vem sendo recentemente resgatada nas tentativas de construção de repositórios de informação em experiências educacionais que enfatizam a construção e aquisição de conhecimentos com significado por parte de agentes intencionais, em contextos colaborativos.

Referências

ATRAN, S. (1996) Causal Constraints on Categories and Categorical Constraints on Biological Reasoning Across Cultures. In Dan Sperber, David Premack and Ann James Premack (eds.) *Causal Cognition – A Multidisciplinary Debate*. A symposium of the Fyssen Foundation. New York: Oxford University Press. Pp: 205-233

CAREY, S. (1985). *Conceptual Change in Childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.

CAREY, S. (1987). Theory Change in Childhood. In: B. Inhelder, D. de Caprona and A. Cornu-Wells (Eds.) *Piaget Today*, 141-163.

CAREY, S. (1988). Reorganization of Knowledge in the Course of Acquisition. In: Sidney Strauss (Ed.) *Ontogeny, Phylogeny and Historical Development*. Norwood, N.J.: Ablex Publishing Corporation.

CAREY, S. and SPELKE, E. (1994). Domain-specific knowledge and conceptual change. In: L. A. Hirschfeld and S. A. Gelman (eds) *Mapping the Mind*, Cambridge, MA: Cambridge University Press. 169-200.

CAREY, S. (1996). On the Origin of Causal Understanding. In Dan Sperber, David Premack and Ann James Premack (eds.) *Causal Cognition – A Multidisciplinary Debate*. A Symposium of the Fyssen Foundation. New York: Oxford University Press. Pp: 268-308.

CHI, M., GLASSER, R. e REES, E. (1982) Expertise in Problem Solving. In: R. Sternberg (Ed.) *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol.1) Hillsdale, NJ: Erlbaum.

DAL PIAN, M. C. (1998) O Papel das Crenças na Estruturação de Domínios Teóricos e na Sustentação de Discursos Compartilhados. *Projeto Integrado*. CNPq.

DENNETT, D.C. (1989) *The Intentional Stance*. Cambridge, MA: The MIT Press.

FEIJÓ, S. T. B., CRUZ, A. M. P. e DAL PIAN, M. C. (1999) Modelling Concepts of Space for Pedagogical Purposes. *Proceedings*. 9th. International Conference on the teaching of Mathematical Modelling and Application. Lisbon, Portugal.

KEIL, F.C. (1989) *Concepts, Kinds and Conceptual Development*. Cambridge, MA: The MIT Press.

KEIL, F.C. (1992) The Origins of an Autonomous Biology. In Gunnar, M.R. and Maratsos, M. (eds.) *Modularity and Constraints in Language and Cognition*. The Minnesota Symposia on Child Psychology. Vol. 25. New Jersey: Lawrence Erlbaum. Pp: 103-136

KEIL, F.C. (1994) The Birth and Nurturance of Concepts by Domains: The Origins of

⁹Exemplos podem ser encontrados em: Medeiros Jr., Oliveros e Dal Pian (1997), que estuda o conceito de energia; Nobre *et. alli* (1998) que aborda o conceito de doenças; Feijó, Cruz e Dal Pian (1999), que trata do conceito de espaço; Medeiros e Dal Pian (1999) que investiga idéias sobre meio ambiente; Santos (1999) que investiga o conceito de mente. A respeito da técnica, ver Medeiros e Dal Pian (1997 e 1998).

Concepts of Living Things. In Lawrence A. Hirschfeld and Susan A. Gelman (eds.) *Mapping the Mind – Domain Specificity in Cognition and Culture*. Cambridge: Cambridge University Press. Pp: 234-254

KEIL, F.C. (1996) The growth of causal understandings of natural kinds. In Dan Sperber, David Premack and Ann James Premack (eds.) *Causal Cognition – A Multidisciplinary Debate*. A symposium of the Fyssen Foundation. New York: Oxford University Press. Pp: 234-262

KELLY, G. A. (1955) *The Psychology of Personal Constructs*. New York: W. W. Norton & Company.

KUHN, T (1977) *The Essential Tension*. Chicago: University of Chicago Press.

KUHN, T. (1992) *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva. (Primeira edição 1962)

MEDEIROS, D.S. and DAL PIAN, M.C. (1997) *O Uso do Repertory Grid como Instrumento de Pesquisa em Ensino de Ciências*. Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Águas de Lindóia/SP-Brazil. pp. 175-186.

MEDEIROS, D.S and DAL PIAN, M.C. (1998) *O Uso do Repertory Grid como Instrumento para a Representação de Mudanças Teóricas na História da Ciência..* Atas do VI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Florianópolis/SC-Brazil

MEDEIROS, D. S. e DAL PIAN, M. C. (1999). *Concept Change and Acquisition in the Earth Sciences: Implications for Environmental Issues and Science Curriculum*. SSNM: Towards a Sustainable Society in the Next Millennium. Umeå, Sweden.

MEDEIROS JR., J., OLIVEROS, M. C. e DAL PIAN, M. C. (1997). Um Entendimento do Conceito de Energia. *Resumos*. Encontro de Físicos do Norte e Nordeste. Sociedade Brasileira de Física. Natal-RN, p. 33.

SANTOS, A. K. P. (1999). *Artefatos Mentais. Dissertação de Mestrado*. Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal-RN.