

CONTEXTOS CULTURAIS E CONHECIMENTO ESCOLAR: UM PERCURSO DE PESQUISA COM IMPLICAÇÕES PARA FORMAÇÃO DOCENTE

CULTURAL KNOWLEDGE AND SCHOOL CONTEXTS: A JOURNEY OF RESEARCH WITH IMPLICATIONS FOR TEACHING

Carmen Campoy Scriptori¹

RESUMO: Trata-se de uma pesquisa empírica qualitativa, com possibilidade de aplicação didática, que apresenta resultados de uma investigação sobre a noção do movimento dos corpos, realizada com sujeitos de distintos meios culturais - cultura urbana e de cultura indígena - no Brasil. O estudo mostrou a existência de modelos mentais como fonte de interpretação do real na construção do pensamento de sujeitos de ambas culturas. A fundamentação teórica está em consonância com os estudos psicogenéticos e com a teoria dos Modelos Organizadores de Pensamento. Seu principal objetivo foi investigar as representações mentais dos participantes na compreensão do movimento e queda dos objetos em situações do cotidiano. Parte do pressuposto de que o conhecimento sobre a mecânica do movimento dos corpos supõe uma gênese e evolução de modelos mentais que organizam o pensamento. A coleta de dados se deu por meio de entrevistas semi-estruturadas seguindo os princípios do método clínico piagetiano. Os resultados encontrados contribuem para a formação e prática docente, na medida em que fornecem subsídios para a compreensão dos processos de aprendizagem escolar implicados no ensino das noções de física, particularmente na noção de gravidade específica. O artigo questiona a educação escolar e suas práticas, fazendo uma reflexão crítica do papel da escola na aprendizagem dos conteúdos escolares e apresentando implicações para a aprendizagem de conhecimentos científicos, o papel do ensino escolar e, conseqüentemente, para a formação docente.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem escolar; modelos mentais; ensino de ciências físicas; formação docente.

ABSTRACT: It is an empirical and qualitative research, with the possible application teaching, which presents the results of an investigation into the notion of motion of bodies, performed with subjects from different cultural backgrounds - urban culture and indigenous culture - in Brazil. The study showed the existence of mental models as a source of interpretation in the construction of the real subject of the thought of both cultures. The theoretical framework is in line with psychogenetic studies and the theory of Organization Models of Thought. The main objective was to investigate the mental representations of the participants in understanding the motion and falling objects in everyday situations. It assumes that knowledge about the mechanics of motion of bodies assumes a genesis and evolution of mental models that organize thought. Data collection was through semi-structured interviews following the principles of Piaget's clinical method. The results contribute to training and teaching practice, as it provided information for the understanding of the processes involved in learning school teaching the concepts of physics, particularly the notion of specific gravity. The article inquires the school education and practice, making a critical reflection of the school's role in learning of classroom content and presenting implications for the learning of scientific knowledge. Also making a critical reflection of the school education role's and consequently for teacher training.

KEYWORDS: School learning; mental models; physical sciences; teacher education.

¹ Doutora em Educação pela UNICAMP. Professora do Programa de Mestrado em Educação do "Centro Universitário Moura Lacerda" de Ribeirão Preto-SP.

INTRODUÇÃO

Vivemos em um tipo de sociedade em que a Escola é a instituição responsável pela tarefa de sistematizar o ensino, para que este possa executar seu papel de ser transmissor da ciência e da cultura, além de ser uma forma de promover o desenvolvimento do ser humano. Para que isso ocorra de forma significativa, a relação educativa entre quem ensina e quem aprende supõe, entre outros fatores, um claro entendimento por parte de quem ensina sobre como ocorre a aprendizagem do ser humano.

Existem diversas correntes que buscam explicar o processo de aprendizagem, cada uma com abordagens próprias. Contudo, em qualquer perspectiva adotada, as orientações didático-metodológicas seguidas pelos professores encontram-se diretamente relacionadas ao seu nível de compreensão do processo de desenvolvimento e aprendizagem do ser humano. Quando esses processos fundamentais (desenvolvimento e aprendizagem) são mal compreendidos pelos docentes, todo o processo educativo que envolve a escolaridade e, portanto, o ensino, corre o risco de ficar comprometido, muitas vezes de maneira irreversível.

O entendimento da dinâmica da aprendizagem das noções e conceitos, que conseqüentemente irá promover o desenvolvimento pessoal e coletivo, ainda é um desafio para nós que trabalhamos com o ensino e com a Educação.

Sabemos da existência de muitas variáveis que intervêm na aquisição dos conhecimentos escolares, porém, neste artigo destacaremos as relacionadas às representações mentais dos aprendizes, isto é, as ideias prévias dos sujeitos.

Trabalhar com as ideias prévias dos alunos exige alguma compreensão dos processos cognitivos que dão origem aos modelos mentais que o ser humano tem do mundo em que vivemos e que vai construindo ao longo de sua vida.

Essa perspectiva de análise foi desenvolvida por Montserrat Moreno Marimón, da Universidade de Barcelona. Para essa pesquisadora, o conceito de “modelo” transcende o senso comum, diferenciando-se da concepção corrente de modelo como algo pronto e acabado ao qual temos que nos adaptar. Em sua opinião, os modelos mentais que vamos construindo para interpretar a realidade são dinâmicos e se constituem no coletivo, no ambiente social e cultural em que vivemos.

Moreno Marimón (1988) parte do pressuposto de que as idéias que temos da realidade são construídas pelo sujeito, porém, não estão desvinculadas de um determinado contexto, nem são realizadas isoladamente, mas ocorrem por meio de trocas interativas entre sujeito e o meio físico e social, com atribuição de significados individuais e coletivos.

As atividades cognitivas desenvolvidas ao longo da vida cotidiana tornam as pessoas capazes de abstrair dados, considerá-los ou não, e atribuir significado às propriedades do real vivido. Nesse processo, as propriedades do real se distanciam cada vez mais da percepção imediata.

O desenvolvimento de modelos mentais apresenta duas vertentes complementares: uma delas se refere aos diferentes caminhos que o sujeito percorre para adquirir conhecimentos pontuais e, a outra se refere à construção das estruturas mentais (cognitivo-afetivas) que levam à progressiva abstração dos elementos mais comuns e gerais aos diferentes objetos e áreas do conhecimento.

A teoria dos modelos organizadores de pensamento de Moreno Marimón (1988) postula que estes modelos são o resultado do confronto entre as características específicas dos diferentes objetos de conhecimento e as características do nível evolutivo estrutural do sujeito. Ao mesmo tempo em que são dependentes da especificidade dos diversos contextos e dos objetos de conhecimentos específicos que representam, dependem das estruturas do sujeito, com as quais pode assimilar a nova situação, acomodando a ela seus conhecimentos anteriores.

Na atribuição de significados, além do papel da ação própria de cada sujeito em particular, de caráter endógeno, e do papel solicitante do meio, de caráter exógeno, a autora ressalta o relevante papel desempenhado pela cultura, pelos ‘mais velhos’ (gerações adultas) na constituição dos “modelos” que organizam o pensamento humano.

Com base nesses pressupostos, colocamo-nos a seguinte questão: já que a constituição de um modelo é fortemente influenciada pelo meio social e cultural em que o sujeito vive, haverá diferença nos modelos de sujeitos oriundos de diferentes meios culturais, tais como indígenas e urbanos?

A fim de evidenciar as concepções desses diferentes grupos sociais, optamos por estudar o conhecimento físico referente à queda de um objeto, como meio de pesquisa. Esse conhecimento espontâneo é particularmente importante na compreensão do conceito científico de gravidade, no ensino das Ciências Naturais e da Física, enquanto disciplinas do currículo escolar.

Na pesquisa que realizamos tivemos por objetivo identificar os modelos mentais subjacentes ao pensamento de sujeitos de diferentes contextos culturais, a saber, indígenas e não indígenas, a partir das representações mentais que demonstrariam utilizar em suas explicações sobre o fenômeno do movimento e queda de objetos que ocorre no cotidiano de ambas culturas.

Com a análise dos dados colhidos pudemos avaliar, também e sobretudo, o alcance da aprendizagem escolar na construção do conhecimento científico específico a respeito da noção de gravidade e buscar respostas para a influência do ensino sobre a aprendizagem dessa noção, questionando o papel da escola como instituição que pretende ser um fator de unificação do pensamento coletivo e principal veículo dos conhecimentos técnico-científicos.

A pesquisa considerou tanto a estruturação como o funcionamento intelectual dos participantes envolvidos, a partir do contexto em que as estruturas se aplicam aos conteúdos do ambiente cultural dos sujeitos, sobretudo porque não é possível considerar as operações mentais desvinculadas dos conteúdos, sob pena de fragmentar o fenômeno intelectual e perder de vista a sua totalidade.

Estudo desse tipo, realizado em dois contextos sociais tão distintos, defronta-se com a questão das diferenças individuais e culturais. Entretanto, essa diferença não foi obstáculo à sua realização porque, sabemos que, embora diferentes, existem determinadas constantes no funcionamento cognitivo humano, dentre as quais estão incluídos os *modus operandi* que organizam o pensamento.

A fundamentação teórica para análise dos dados foi, então, a teoria dos Modelos Organizadores de Pensamento, tal como descrita por Montserrat Moreno Marimón (1999). Realizar estudo sobre Modelos de Pensamento tem valor epistemológico e psicológico, porque saber mais sobre estes possibilita a construção de uma rede conceitual, na qual conteúdo, contexto e estrutura se articulem e possam esclarecer a dinâmica do raciocínio. Simultaneamente tem valor pedagógico, na medida em que permite extrair implicações tanto para a função como para a formação de professores para uma educação escolar de qualidade.

DESENVOLVIMENTO

O trabalho de pesquisa que deu origem a este artigo tem implícita a teoria de Jean Piaget, que é bem conhecida pelo fato de enfatizar a estruturação cognitiva do sujeito universal (epistêmico), mas também se preocupou em analisar o sujeito em situação (psicológico) porque entendemos que as estruturas mentais características do sujeito epistêmico são condições necessárias, porém não suficientes para a compreensão da aquisição do conhecimento científico.

Dessa maneira, ao escolher a situação empírica de coleta de dados para nosso estudo, selecionamos um fenômeno físico que permitisse analisar as relações entre conteúdo,

contexto e estrutura cognitiva, desde sua noção intuitiva até à apropriação do conhecimento científico correspondente.

Para tanto, participantes de duas culturas diferentes (indígenas e não indígenas) foram submetidos a uma mesma situação-problema, em que era necessário buscar explicações e/ou interpretações para o fenômeno observado. A partir dessas explicações, chegamos às suas concepções e às operações cognitivas subjacentes.

Fundamentos teóricos

A idéia de que a mente humana elabora “modelos” da realidade a fim de aproximar-se de sua compreensão, apesar de não ser nova, sempre recebe muita atenção e interesse por parte dos cientistas.

Fazendo uma rápida passagem pelas décadas de 80 e 90, constata-se uma diversidade de estudos sobre modelos mentais, dos quais se pode citar: Gentner e Stevens (1983), Johnson-Laird (1983, 1993), Carroll, Mand e Olson (1988), Rogers, Rutherford e Bibby (1992), Ehrlich, Tardieu e Cavazza (1993), Halford (1993), Holyoak e Thagard (1995), com obras sob título *Mental Models*.

Ao tomar as idéias de Johnson-Laird (1983/1993) para estudo, constata-se que esse pesquisador centra seus estudos nos aspectos representacionais do pensamento, considerando que os modelos mentais são representações internas (do sujeito) de um estado de coisas (*state of affairs*) do mundo exterior, manipulados em pensamento. Contudo, as opiniões entre os pesquisadores são tão controversas que ainda não há uma definição universalmente aceita sobre Modelos Mentais pela comunidade científica. Mesmo assim, a tendência geral é considerar que modelos sejam entidades isomorfas às realidades que pretendem representar.

Utilizando a concepção de modelo de Johnson-Laird, que definiu seu caráter representacional, e fundamentos epistemológicos da Psicologia Genética piagetiana, Moreno Marimón (1988) parte da premissa de que um conhecimento nunca é adquirido isolado de um contexto, mas sim dentro de um sistema que lhe confere um sentido e no interior do qual se combinam elementos tanto de natureza representativa como de natureza operatória.

Em suas palavras:

Los modelos representativos constituyen representaciones del mundo exterior que implican operaciones, en la medida en que los procesos de abstracción de datos y la organización de estos datos, dentro del conjunto, también las implican. (MORENO MARIMÓN, 1988, p. 23).

Inicialmente a autora denominou de ‘sistema organizado de representação’ a representação mental que o sujeito constrói dos objetos, acontecimentos, situações ou fenômenos observáveis. Resultado de intensa atividade intelectual, mais propriamente do processo de abstração, esses modelos representacionais constituem uma visão de mundo provisória e parcial, na medida em que sempre é passível de reconstrução e revisão.

Para a autora, na construção ou na apropriação do real, a dialética do processo de abstração se dá no momento em que o sujeito se centra no dado que deve ser retido ou que deve ser rejeitado. Se o dado a ser abstraído do real não é discriminado pelo sujeito ou fica isolado, sem conexão com os demais dados, o processo de abstração não se efetiva e o dado passa a ser descartado pela mente. Ao contrário, quando pode ser discriminado e contextualizado, a abstração se efetiva e o dado é incorporado aos sistemas cognitivo-afetivos do sujeito.

Assim, todos os dados, tanto os retidos como os descartados, são igualmente importantes no processo de construção do conhecimento do sujeito. As possibilidades mentais operatórias do sujeito é que oferecem as condições de se selecionar uns - e não outros - elementos dentre todos os observáveis possíveis de serem abstraídos, bem como de organizá-los em um modelo representativo dos objetos e fatos exteriores ao sujeito. Entretanto, tal seleção de dados não se dá apenas em termos da lógica operatória do sujeito, mas também de suas crenças, valores e desejos.

Conceber desta forma o processo de aquisição de conhecimentos permite afirmar que o sujeito, ao interpretar o real, não opera com a realidade em si, mas com os elementos que dela selecionou, os quais dão forma ao seu pensamento. Daí se infere que, os modelos representativos do mundo exterior, que integram o pensamento do sujeito, são sua única e autêntica realidade.

Uma vez constituídos, os modelos assumem o caráter organizador e jamais abandonam sua característica de representar a realidade. Por causa disso, por esta característica organizacional, é que Moreno Marimón (1999) decide denominá-los, mais apropriadamente, de Modelos Organizadores de pensamento.

Um modelo organizador é, então, pessoal, construído com os dados da realidade que o sujeito selecionou e atribuiu significados, mais as inferências que tais dados lhe permitiram fazer. Assim entendido, um modelo comporta sempre as representações das propriedades dos objetos de conhecimento e do sujeito cognoscente na produção de conhecimentos.

Nessa perspectiva, todo o conhecimento historicamente construído pela humanidade pode ser organizado em ‘modelos representativos’ da realidade, convertidos em conhecimentos técnicos e científicos que dirigem as ações humanas e que tem relação com a cultura em que se vive.

Como são sistemas de interpretação da realidade é comum constatar a existência de modelos contraditórios entre si. A História das Ciências aí está para mostrar os diferentes modelos de pensamento que a humanidade vem criando. A mudança de *status* de Plutão na concepção atual de universo é um exemplo bem recente de mudança de modelo.

A pesquisa

A partir das abordagens e questionamentos anteriormente colocados, desenvolvemos uma pesquisa empírica qualitativa com uma amostra populacional que contemplou participantes escolarizados e não escolarizados, vivendo em ambientes culturais diferentes, a saber: escolares de uma zona urbana do interior do Estado de São Paulo e indígenas escolares e não escolares do interior do Estado do Mato Grosso.

Ao optarmos por trabalhar com uma população indígena tínhamos consciência de que não poderíamos prescindir das questões culturais nela envolvidas.

Buscamos evidenciar as concepções de ambos os grupos sobre um fenômeno observado no cotidiano de ambos (queda de objeto), para identificar os modelos mentais subjacentes ao pensamento dos participantes, a partir das representações mentais utilizadas em suas explicações, analisando-as e relacionando-as entre si.

Partimos de uma amostra de conveniência, selecionada ao acaso, com idade entre 6 e 16 anos, de ambos os sexos, que constituímos em dois grupos, A e B, de participantes pertencentes aos dois tipos de população: urbana e indígena.

O grupo A (população urbana escolarizada) foi composto de 60 escolares urbanos de uma cidade do interior do estado de São Paulo, de diferentes níveis escolares, assim distribuído: 12 participantes de nível pré-escolar (6 do sexo feminino e 6 do masculino) e 48 participantes do ensino de 1ª a 8ª séries, sendo 6 de cada série escolar (3 do sexo feminino e 3 do sexo masculino). Nesse grupo foi possível manter certa relação harmônica entre a idade do sujeito e respectiva série escolar cursada, porém isso não foi possível, na sua totalidade.

O grupo B (população indígena escolarizada e não escolarizada) foi constituído de 35 indígenas de uma reserva do estado de Mato Grosso, e composto de uma mescla de participantes não escolarizados, semi-escolarizados e escolarizados por escolas

públicas existentes nas próprias aldeias da reserva indígena. Este grupo foi de difícil composição devido a inúmeros fatores físicos e culturais.

Entre os fatores físicos, encontramos: reduzida população infanto-juvenil habitante na área geográfica autorizada; a intensa mobilidade (trânsito) dos sujeitos indígenas pelas aldeias da reserva, dado que são itinerantes; e o difícil acesso às aldeias, dada a topologia do terreno.

Em primeiro lugar, não era fácil encontrar sujeitos de uma determinada aldeia que atendessem aos critérios da amostra. Em segundo lugar, mesmo quando os encontrávamos, depois, em uma próxima visita à aldeia, quando buscávamos o sujeito ali cadastrado, geralmente era necessário buscá-lo em outra aldeia da nação, pois ele já havia se mudado dali. Algumas vezes, a aldeia para a qual ele havia se mudado não estava tão distante daquela em que o havíamos cadastrado, mas em função da topologia do terreno e o tipo de veículo de que dispúnhamos para transporte, movendo-se a uma velocidade que não ultrapassava a 20 ou 30 km/horários, demorávamos de 4 a 5 horas para chegar ao local previsto. Quando lá chegávamos, satisfeitos por julgar que nossa busca haveria de ter sucesso, para nossa surpresa e frustração, o sujeito já havia se mobilizado para uma terceira aldeia!

Entretanto, esses obstáculos, que poderiam ser motivo de desânimo e desistência de nossa parte, na verdade acabavam por elevar nosso nível motivacional.

Entre os fatores culturais temos o desconhecimento de dados precisos sobre a idade do sujeito, já que não faz parte da cultura indígena o registro oficial dos nascituros – mesmo sendo tal prática imposta pela FUNAI para controle da população - e comunicação interpessoal, já que havia uma inibição natural do indígena em comunicar-se com pessoas de fora, apesar de assim o desejarem.

Quanto à comunicação, apesar do longo e necessário tempo despendido no estabelecimento do *rapport*, no qual os sujeitos mostravam-se abertos e desejosos de dialogarem conosco, pudemos constatar que se esforçavam por vencer a barreira da inibição que os impedia de verbalizarem - seja em sua língua, seja na nossa - suas idéias. Entendemos que havia um tempo necessário para a assimilação de ambas as partes, o que efetivamente houve.

Enfim, com relação à população indígena, em razão desses e de outros limites encontrados, foi necessário adequar o alcance da pesquisa de acordo com amostra disponível, que acabou por ficar com menos quantidade de sujeitos que a amostra urbana.

É importante ressaltar que na análise dos resultados levamos em consideração o perfil cultural dos diferentes grupos de pessoas que participaram da pesquisa e que o acesso às aldeias foi devidamente autorizado pelo FUNAI.

Codificação da amostra

Os protocolos de entrevista dos sujeitos foram organizados e codificados, utilizando-se os dados na seguinte ordem: (1) Procedência do sujeito; (2) Série escolar que frequenta; (3) Ordenação por sexo; e (4) Idade; para cada um dos quais atribuímos um código numérico representativo.

Com relação à população urbana, a quantidade de sujeitos disponíveis permitiu-nos selecionar uma amostra populacional mais uniforme quanto à série e ao sexo, o que facilitou sobremaneira a codificação dos dados (3) e (4) dentro de uma mesma série escolar. Para essa população urbana, o grupo A, utilizamos a seguinte legenda: os numerais de 0 a 5 designam sujeitos de sexo feminino enquanto que os numerais de 6 a 10 designam os de sexo masculino, tal como expressada no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Codificação Urbana

1 - Procedência	2- Série escolar	3 - N° de ordem	4 - Idade
Cidade = C	N = não escolar 0 = pré-escolar 1 - 8 = séries	Feminino: 0-5 Masculino: 6-10	a = anos

Portanto, o código **C.5.2.11**, **C** indica que se trata de um sujeito urbano; **5** indica que pertence à 5ª série do Ensino Fundamental; **2** indica ser do sexo feminino; e, finalmente, **11** indica que tinha 11 anos de idade no dia da entrevista.

Com relação à população indígena, já que esta era composta de uma mescla de sujeitos escolarizados, semi-escolarizados e não escolarizados, optamos por designar números de 0 a 10 às pessoas do sexo feminino, e de 11 a 20 às pessoas do sexo masculino, independentemente da série escolar, tal como indicado no Quadro 2:

Quadro 2: Codificação Indígena

1 - Procedência	2- Série escolar	3 - N° de ordem	4 - Idade
Indígena = I	N = não escolar 0 = pré-escolar 1 - 8 = séries	feminino: 1-10 masculino: 11-20	a = anos

Assim, o protocolo do sujeito Gan, proveniente da aldeia indígena (I), não escolarizado (N), do sexo masculino (13), com 11 anos (11) de idade, foi registrado sob código I.N.13.11.

Tal sistema de codificação traz a vantagem de tornar impessoal o dado do sujeito ao classificá-lo ou mencioná-lo como exemplo ilustrativo de uma determinada situação ou modelo, além de facilitar o acesso à consulta dos dados de que necessitamos.

Para investigar a que tipo de Modelo Mental os participantes estariam recorrendo para interpretar um fenômeno físico estudado, montamos a situação experimental utilizando algumas situações sobre a ascensão e queda de um corpo, e acrescentamos a prova de conservação do peso, idealizada por Piaget e Inhelder (1975). Essas provas foram devidamente adaptadas, em função do contexto social e cultural dos participantes da pesquisa.

Situação experimental e instrumentos de investigação

Os instrumentos de investigação de que nos valem, organizados sob forma de questionários, constaram das seguintes provas, na seguinte ordem:

- 1) prova de lançamento vertical, com representação gráfica da trajetória.
- 2) prova de lançamento horizontal, com representação gráfica da trajetória.
- 3) prova de conservação de peso de Piaget.

A prova 3 foi aplicada por último para não influenciar as respostas dos sujeitos às situações anteriores.

Embora utilizando as provas 1 e 2, sugeridas por Moreno Marimón (1988) em sua investigação, e acrescentado a prova 3, a de conservação do peso idealizada por Piaget (1975), é importante ressaltar que todas foram devidamente adaptadas por nós, em função do contexto social e cultural dos sujeitos implicados na pesquisa.

Uma das adaptações feitas na prova de lançamento referiu-se à substituição do objeto de lançamento - que na investigação original de Moreno Marimón (1988) tratava-se de uma bola de borracha - por um objeto familiar ao cotidiano dos sujeitos dos dois grupos, e a escolha recaiu sobre uma pedra retirada do ambiente natural. O sujeito escolhia a pedra, mas quem executava a ação do lançamento era a pesquisadora.

A situação experimental 1 consistiu em lançar a pedra selecionada pelo próprio sujeito da pesquisa, deixando que a mesma caísse até o solo, no caso do lançamento horizontal. No caso da situação 2, o lançamento vertical, a pedra era interceptada pela pesquisadora, em sua mão, evitando que fosse ao solo, enquanto o sujeito observava

visualmente o fenômeno. Estas ações eram repetidas algumas vezes diante do olhar do sujeito, enquanto dizíamos que observassem bem o que estávamos fazendo com a pedra.

Em um dado momento, solicitávamos que o sujeito explicasse verbalmente o fenômeno percebido, fazendo-lhe perguntas adicionais, na medida do necessário, para melhor compreender seu pensamento. A fim de garantir que nossa pergunta fosse claramente entendida, tomamos o cuidado de adequá-la à sintaxe e à semântica da língua falada pelo participante, tornando-a, assim, acessível à sua compreensão, caso contrário estaríamos diante de uma variável interveniente fora de controle. Daí a decisão de procedermos à reformulação adequada dessas perguntas à sintaxe e à semântica de nossa língua (nosso léxico), tornando-as, assim, acessíveis à compreensão do sujeito.

No caso dos participantes indígenas, contamos com um intérprete bilíngüe - membro nativo da nação indígena estudada que havia se tornado professor da aldeia - intermediando a entrevista clínica dos participantes, para facilitar a comunicação entre eles e esta pesquisadora.

As entrevistas foram realizadas de acordo com as orientações do método clínico-crítico piagetiano, de aplicação individual, por meio de diálogo, com uma série de perguntas sobre o conhecimento físico investigado e as causas atribuídas ao movimento ascendente e descendente da pedra.

As perguntas básicas, após o lançamento, tal como constam do protocolo, foram: O que aconteceu com a pedra? Por que subiu? Por que desceu? O que faz com que a pedra vá para... (cima, baixo, frente, ao chão, etc.)? Ao sair de minha mão, quando já não a toco mais, o que faz com que continue subindo? Por que não continuou subindo, mais e mais, até... (o céu, o teto, etc.) ou Por que não continuou indo para frente, mais e mais, até... (aquela árvore distante, aquele ponto, etc.)? O que faz com que a pedra venha para baixo? Se a solto daqui (de certa altura), ela cairá ou não? Por quê?

Além disso, perguntávamos ainda: Todas as coisas que caem têm peso? E todas as coisas que têm peso, caem? Uma pena de pássaro pesa ou não? Se eu a soltar, ela cairá ou não? Por quê?

O registro oral dos dados foi feito em fita cassete de áudio e vídeo e posteriormente transcritos em protocolo especialmente construído para a entrevista.

Com os dados coletados foi possível, entre outras coisas, avaliar também o alcance da aprendizagem escolar na construção de um conhecimento científico, sob a ótica dos Modelos Organizadores.

Crítérios para análise dos dados

O referencial de análise dos dados obtidos na pesquisa que realizamos foi extraído de investigações realizadas por Moreno Marimón (1988). Segundo esta pesquisadora, podemos ter diferentes tipos de explicações, advindas de modelos mais elementares até o mais elaborado, a saber: Modelo Animista, Modelo do Ar, Modelo do Impulso, Modelo da Força - Peso, Modelo Híbrido e Modelo Newtoniano, cujas características descrevemos a seguir.

No modelo Animista, além de atribuir características humanas aos objetos, a representação do sujeito sobre o movimento dos objetos baseia-se em suas próprias ações sobre os mesmos, com argumentos de caráter finalista ou animista.

Os argumentos do modelo do Ar buscam uma coerência explicativa para que o ar desempenhe o papel principal, o de impulsor dos objetos para que se movam. Neste modelo os sujeitos imaginam que no lançamento de um objeto o vento é o responsável por levá-lo adiante ou fazê-lo cair.

No modelo da Força – Peso, a ação do ar é substituída pela idéia de força e de peso. O argumento é que a força faz com que os objetos subam enquanto que o peso faz com que caiam. A novidade presente neste modelo em relação ao anterior é a ‘mudança de velocidade’ devido ao peso do objeto ao cair, graças à idéia do desgaste da força, que, segundo os sujeitos, não permanece para sempre.

No modelo do Impulso, a força que os objetos adquirem num dado momento é a causa de seu movimento, fazendo com que sua velocidade aumente à medida do maior ou menor impulso dado. Os fatores intervenientes são: impulso e aceleração de velocidade na queda. As relações estabelecidas entre eles são mais complexas que nas do modelo anterior.

O modelo Híbrido, embora de concepção mecânica nitidamente newtoniana, é constituído de partes desconexas e justaposto ao modelo do Impulso. Apresenta características do modelo anterior, o impulso, misturadas a novos elementos oriundos de noções adquiridas por aprendizagem escolar. Os novos dados que figuram neste modelo são: gravidade, atmosfera, aceleração e desaceleração uniforme de velocidade, inércia e massa, conceitos aprendidos do contexto cultural e escolar, os quais os participantes tentam compreender e sistematizar coerentemente, nem sempre com sucesso.

Por fim, encontra-se o modelo Newtoniano, o mais elaborado, no qual os conceitos acima mencionados apresentam-se coerentemente sistematizados e compreendidos, como produto de reflexão do sujeito, ensejando a compreensão do conhecimento científico.

Apresentação e discussão de alguns resultados

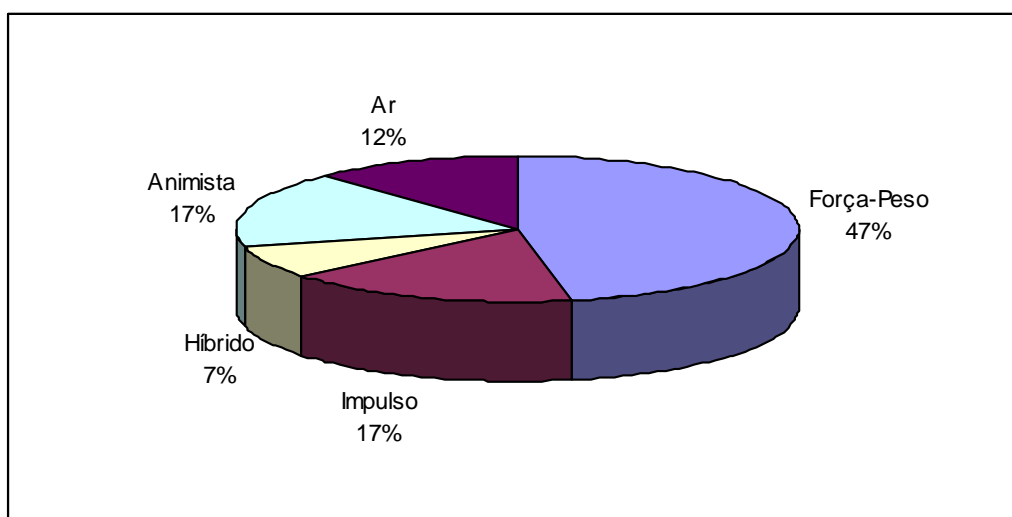
Frente às exigências das normas de apresentação deste artigo, restringimo-nos a comentar apenas alguns resultados da pesquisa.

Computadas as freqüências com que os dados aparecem nas respostas dos participantes por grupo de idade, os Quadros, Tabelas e Gráficos apresentados retratam a presença dos modelos organizadores descritos por Moreno Marimón, embora não tenhamos encontrado, em nossos sujeitos, o modelo supostamente mais elaborado, o newtoniano.

Os dados nos fazem constatar que, embora com variação nas idades e apesar dos aspectos idiossincráticos das respostas, os modelos utilizados pelos participantes do grupo A evoluíram na mesma direção dos resultados encontrados no grupo B.

O Gráfico I, a seguir, mostra que a maioria dos participantes urbanos (47%) centra-se no modelo **força-peso**, o que nos parece justificado uma vez que, sendo da ordem do conhecimento físico, o peso é, em primeira instância, uma propriedade facilmente constada por abstração empírica¹. Isto faz com que seja considerado como uma propriedade intrínseca ao objeto. Para considerar o peso como uma relação entre distintas massas, será necessário fazer uma abstração reflexiva típica das operações formais, o que depende mais das estruturas e operações lógicas do sujeito, do que da simples transmissão cultural ou escolar.

Gráfico I – Modelos do Grupo A



Vejamos agora o que indicam as Tabelas I e II, a seguir:

Tabela I: Modelos do grupo A – Urbanos

Grupo A						
Idade Modelos	6	7-8	9-10	11-12	13-14	Total (%)
Animista	42%	33%	8%			17%
Ar	25%	25%	8%			12%
Força-Peso	33%	33%	67%	67%	42%	47%
Impulso		8%	17%	25%	33%	17%
Híbrido				8%	25%	7%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

O modelo **animista** apresenta-se com mais freqüência entre os mais novos enquanto que o modelo do **ar**, também utilizado pelos mais novos, diminui sensivelmente para 8% no grupo dos participantes de 9-10 anos. A freqüência do modelo **peso** se apresenta distribuída formando uma curva ascendente/descendente, cujo pico se concentra entre 9 e 12 anos. Esses dados nos permitem constatar uma decrescente utilização do modelo **animista** em relação à idade e uma crescente utilização do modelo **impulso** e **híbrido**, à medida que aumenta a idade dos participantes, com o que se pode supor a evolução do animista ao híbrido, como afirma Moreno Marimón.

Na tabela II, a seguir, temos os demonstrativos dos modelos do Grupo B, população indígena.

Tabela II - Modelos do Grupo B – Indígenas

Grupo B						
Idade Modelos	7-8	9-10	11-12	13-14	15-16	Total (%)
Animista	50%	20%	14%	14%	14%	20%
Ar	25%	30%	14%	14%		17%
Força-Peso	25%	50%	71%	71%	86%	63%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Os modelos mais evoluídos apresentam-se nos mais velhos, quando estes sentem necessidade de explicações mais elaboradas e vão deixando de aludir a variáveis empíricas mais evidentes. Como não encontramos explicações características do modelo híbrido na população indígena, indicado na Tabela II, levantamos a seguinte questão: parte dessa necessidade teria relação com a vivência de conteúdos escolares ou culturais?

Analisando os diferentes modelos por grupo de idade, podemos observar a decrescente utilização dos modelos animista em relação à idade, embora a freqüência não

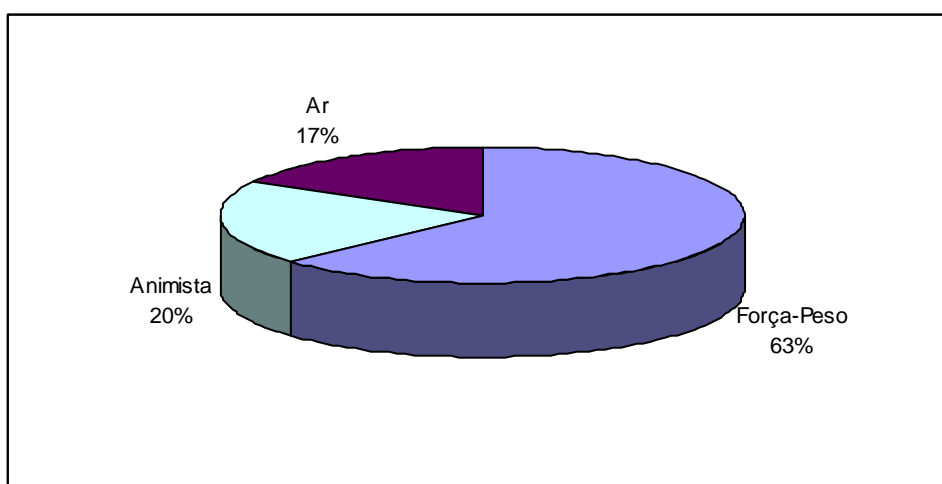
varie no grupo dos 11 aos 16 anos: começa com 50% no grupo mais dos novos, aumenta para 20% no grupo seguinte e diminui para 14% nos grupos mais velhos.

O ar apresenta-se com porcentagem variável demonstrando um pequeno decréscimo no grupo dos participantes de 11 a 14 anos em relação aos participantes mais novos, de 9-10 anos (25%) e desaparecendo no último grupo, o dos participantes de 15-16 anos. Inversamente, além da grande concentração de respostas sobre o peso, no modelo força-peso a porcentagem demonstra aumentar à medida que aumenta a idade dos participantes.

O modelo animista apresenta-se com mais freqüência entre os mais novos (50%), enquanto que o modelo do ar, também utilizado pelos mais novos, diminui para 14% nos grupos dos participantes entre 11 a 14 anos.

De acordo com o Gráfico III, a seguir, construído sobre a totalidade dos participantes indígenas, independentemente de suas idades, os modelos apresentam-se assim distribuídos: o modelo animista representa 20% dos participantes do Grupo B, o modelo do ar representa apenas 17%, enquanto que o modelo força-peso é empregado pela maioria (63%) dos indígenas entrevistados. Concluimos que os modelos do impulso e híbrido não fazem parte do pensamento dos participantes desse grupo, já que não encontramos nenhuma alusão a fatores como: impulso, pressão atmosférica, gravidade, inércia, etc. Isso não nos surpreendeu porque essas noções são veiculadas, via de regra, pela cultura escolar urbana, e não fazem parte da cultura indígena.

Gráfico II – Modelos do Grupo B



Na análise qualitativa das respostas do grupo B, embora apareça o modelo em que o peso tem um papel relevante, muitas vezes as explicações e interpretações dadas são

de caráter animista, tal como: “Cai porque não pode voar”. Esse tipo de explicação é utilizado sem nenhum constrangimento mesmo pelos participantes mais velhos, de 15-16 anos, ou os que freqüentaram uma escola indígena.

A centração no dado empírico (o aqui e agora) com explicação animista parece ser a tônica deste grupo que freqüentou a escola da aldeia. Isso nos conduziu a questionar em que medida a escolarização na aldeia promoveu o desenvolvimento do pensamento dessas pessoas?

Por não haver encontrado diferença significativa nos modelos mentais dos indígenas escolarizados em relação aos indígenas não escolarizados, fomos levados a concluir pela necessidade de se mudar as práticas educativas da escola da aldeia, que não era mais que um simulacro da escola urbana, conforme constatamos e descreveremos nas considerações finais deste texto.

Por outro lado, mesmo que as noções escolares possam colaborar (ou não) para a construção desse tipo de conhecimento, a análise qualitativa das respostas dos participantes urbanos e escolarizados nos indica que o fato de encontramos algumas explicações alusivas à gravidade não significa que o sujeito adquiriu o conceito. Pode haver total incompreensão do conceito, como ilustra o caso do sujeito F, de 6 anos, aluno de uma escola de zona urbana, que assim se expressa:

F: Vai cair por causa da *cravidade* que não, não, sai mandando ela (pedra) prá lá...

Pesquisadora: Fale-me sobre isso.

F - Bom... é que eu acho que... por causa da *cravidade* ... que a gente não vê, sabe?... mas que a gente tem que ficar no chão. Vai cair... por causa da *cravidade*! Se não fosse ela a gente não 'taria no chão!

Pesquisadora: Se não fosse a gravidade (*pronuncio corretamente*), onde a gente estaria?

F - A gente 'taria no espaço...

Pesquisadora: Você acredita nisso?

F - Mmmm... Ó... o mundo gira ... e daí, começa a girar... a gente não vê, não sente que 'tá girando... mas sem a *cravidade* a gente 'taria se jogando...

Pesquisadora: E como você sabe?

F - Ah! ... eu vi na televisão... a minha mãe fala.... É que todo mundo fala! Todo mundo sabe que o mundo gira... já passou na TV... prá quem não sabe. Você viu?

Pesquisadora: Vi!

F - Então! Daí eu perguntei prá professora... e... prá todo mundo que eu perguntei, disse que girava!

Pesquisadora: E o que é a gravidade?

F - Ah! Não sei explicar direito, né... mas a gravidade (*corrige o termo*) é uma coisa que faz a gente ficar presa no chão... aquele 'negócio' que a gente não vê porque 'tá assim...(gestos) pelo ar...

Pesquisadora: E uma pena? O que faz uma pena cair?

F - O ar... O ar é o negócio que puxa ela.

Observa-se que houve uma aprendizagem da palavra, contudo, a despeito do contexto cultural e da influência da autoridade proveniente do meio social e escolar em que vive, como a TV, pais, professora, este sujeito, movido pela necessidade de manter a coerência interna do modelo peso, para o qual efetivamente apela, ao afirmar que uma pena não tem peso, retorna ao modelo anterior, buscando atribuir um significado ao ar, para validar seus argumentos. Isso pode ser explicado pelo tipo de estrutura cognitiva de que pode dispor nessa fase de desenvolvimento em que se encontra. Por outro lado, mostra a mobilidade dos modelos no ato de elaboração e re-elaboração do conhecimento.

Temos outros exemplos com participantes mais velhos. A escola costuma ensinar que a atmosfera é como se fosse uma massa de ar que faz com que os corpos fiquem presos à superfície terrestre e que quando lançados para o alto essa massa de ar os pressiona para baixo. Isto induz os alunos a atribuírem ao ar um sentido que freqüentemente os faz confundir pressão atmosférica com gravidade. Por exemplo, M, escolar de 13 anos, assim se pronuncia:

M – Caiu por causa da gravidade que atrai a pedra. Ela foi para o ar e devido à pressão atmosférica, ela veio descendo com mais velocidade e mais peso até chegar no chão.

M - Porque a senhora jogou e... (*pensativo*) Será que é por causa da pressão do ar?

Pesquisadora: O que você acha?

M - Acho que foi a gravidade.

Pesquisadora: E o que é a gravidade?

M - A pressão que prende a gente no chão.

Pesquisadora: E onde está essa pressão?

M - Na atmosfera? (pausa)... Ah!... em qualquer lugar... assim... no ar.

De maneira geral, mesmo utilizando vocabulário adequado, certamente aprendido no ambiente escolar, é possível não compreendê-lo, atribuindo-lhe um sentido diferente do conhecimento científico convencional. Esses dados, abstraídos dessa maneira, aparecem no modelo mental do aluno, não como fruto de raciocínio, inferências e reflexões próprias que levam à compreensão, mas como um produto de transmissão oral ou escrita, via ensino escolar. Quando está impossibilitado de compreender, só resta ao estudante memorizar os termos convencionais. E como a gravidade é impossível de ser percebida na ação física, provavelmente essa noção não se construirá por simples abstração empírica e menos ainda por transmissão social ou escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, podemos concluir que os princípios teóricos dos modelos organizadores são válidos e estão aí, presentes, fazendo parte da dinâmica do raciocínio. Independentemente de serem considerados universais ou não, tornou-se evidente que, embora dependam do nível de estruturação cognitiva do sujeito, os modelos mentais têm tudo a ver com a cultura e com a linguagem do grupo social e da língua que se fala.

Como o conceito de gravidade implica um raciocínio hipotético dedutivo, só será possível compreendê-lo no período das operações formais. Decorrente disso, fica mais uma vez demonstrada a necessidade que a escola tem de garantir aos seus estudantes o desenvolvimento pleno de sua estruturação cognitiva, desde o período intuitivo até o formal, para que os conhecimentos científicos possam ser construídos, e não simplesmente memorizados.

Sobretudo, torna-se evidente a importância que adquire a necessidade de se levar em conta os contextos em que se inserem os conteúdos escolares implicados na aquisição de todo conhecimento, já que os contextos podem modificar a significação desses conhecimentos facilitando ou dificultando sua generalização.

Além disso, fica também evidente a necessidade dos aprendizes agirem dentro de uma ampla variedade de contextos operacionais, para que lhe seja possível o enriquecimento de suas capacidades cognitivas, afetivas e sociais, que permitem o desenvolvimento pleno de suas possibilidades de transformação e criação.

Questionando o papel da escola como veículo do pensamento científico, podemos afirmar que, na medida em que utiliza práticas educativas que se interessam mais pela transmissão que pela construção de conhecimentos, ela trabalha contra e não a favor do desenvolvimento pleno do sujeito. Por exemplo, o sujeito S, que frequenta a escola de uma das aldeias que pesquisamos, embora não falasse nossa língua interagiu muito bem conosco, por intermédio dos intérpretes. Ao perguntarmos se ele poderia responder a algumas perguntas que faríamos, calou-se imediatamente. A razão de sua recusa era que iríamos perguntar 'coisa de escola', que ele achava que não sabia. Explicamos que não, que se tratava de coisas com as quais brincava diariamente e não de 'coisa da escola'. Permanecendo em silêncio, com ar desconfiado, fez-nos supor a existência de um medo da crítica do adulto em relação à sua possível ignorância. Certamente esse constrangimento foi gerado pelo ambiente escolar. Já em outra aldeia onde não havia escola, todos, mesmo os pequeninos, mostravam-se motivados a participar da conversa com a pesquisadora, sem nenhum constrangimento, acotovelando-se entre si, impacientes por responderem o que quer que se lhe fosse perguntado.

A escola indígena das aldeias pesquisadas possuía estruturação igual a do ensino regular da 1ª à 4ª série do Ensino Fundamental, deixando de lado as demais séries que vão até a 8ª série, nas quais estão previstas as noções de Física do currículo escolar. Em seu funcionamento, o conteúdo curricular da educação indígena ministrada por professores nativos não chegava a atingir nem mesmo os níveis mais primários do processo inicial de leitura, escrita e cálculo. Tratava-se de uma escolarização incipiente, com todas as inadequações vivenciadas por uma pedagogia tradicional, já bem nossa conhecida, acrescida dos imperativos contextuais da cultura indígena.

Em uma dessas escolas, uma determinada cartilha de alfabetização era o único meio pelo qual deveriam aprender a escrever. As letras do alfabeto apareciam separadas, em cartazes, acompanhadas de figuras. Por exemplo: a letra **e**, desenhada em vermelho, acompanhando a figura da tromba de um elefante. Ora, é bem pouco provável que aquelas crianças pudessem representar mentalmente a posição da tromba do dito animal, que jamais viram! Entretanto, diariamente convivem com uma grande ave, a EMA, cuja escrita do nome se inicia com a mesma letra que se usa para grafar ELEFANTE. Assim fazendo, essa escola poderá incentivar a crença de que a letra E deve servir apenas para escrever ELEFANTE, mas não EMA!

Essas atividades encontradas nas escolas das aldeias, cópias das atividades da escola tradicional do colonizador, são áridas, descontextualizadas e sem outro sentido que não o escolar, promovendo uma inclusão excludente quando veicula conhecimentos tão estranhos à cultura indígena. Esse tipo de escola, além de não despertar nenhum interesse, muitas vezes, representa um obstáculo à inclusão social. Se os indígenas precisam de uma escola, que seja uma escola que lhes sirva para algo, não para deixá-los mais à margem da sociedade.

A implicação pedagógica geral que tiramos para a formação e prática docente é que toda aprendizagem escolar será inócua, e mesmo prejudicial - porque constrangedora - se não puder ser generalizável a diferentes contextos do qual tenha se originado, tornando-se apenas e tão somente um dado isolado no modelo mental do estudante, retido de forma memorística e possível de ser evocado somente em um contexto muito similar ao que foi memorizado. Exatamente por isso será facilmente esquecido e inútil, já que não será utilizado em outras situações.

Este é o desafio que como professores temos de enfrentar: promover um tipo de ensino que tenha como característica fazer o estudante a pensar e refletir, a fim de ir

construir conhecimentos mais sofisticados (científicos), partindo de suas próprias interpretações do real para aceder a modelos mentais mais evoluídos.

De modo geral, os resultados obtidos em nossa pesquisa mostraram a necessidade de uma escolarização de qualidade, que leve ao desenvolvimento pleno do ser humano, seja ele indígena ou não, em todos os seus aspectos.

Nota

ⁱO peso, como uma relação entre massas, é da ordem do conhecimento lógico-matemático e não conhecimento físico.

REFERÊNCIAS

- CARROLL, J.; OLSON, J. Mental models in human-computer interaction. In: HELANDER, M. (Ed.). *Handbook of human-computer interaction*. Amsterdam: Elsevier, 1988.
- EHRlich, M. ; TARDIEU, H. ; CAVAZZA, M. *Les modeles mentaux*. Paris: Masson, 1993.
- HALFORD, G. *Children's understanding: the development of mental models*. Hillsdale, N.J.: LEA, 1993.
- HOLYOAK, K. J.; THAGARD, P. *Mental leaps*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1995.
- JOHNSON-LAIRD, P. N. *Mental models*. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.
- _____. La théorie des modèles mentaux. In: EHRlich, M. et al. *Les modèles mentaux: approche cognitive des représentations*. Paris: Masson, 1993.
- MORENO, M. Imaginación y Ciencia. In: _____ (Org.). *Ciencia, Aprendizaje y Comunicación*. Barcelona: Editorial Laia, 1988. p. 11-51.
- MORENO, M. et al. *Conhecimento e mudança: os modelos organizadores na construção do conhecimento*. São Paulo: Moderna; Campinas: Editora da Universidade de Campinas, 1999.
- PIAGET, J.; INHELDER, B. *O desenvolvimento das quantidades físicas na criança*. - conservação e atomismo. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.
- ROGERS, Y.; RUTHERFORD, A.; BIBBY, P. (Ed.). *Models in the mind*. London: Academic Press, 1992.

Recebido em maio de 2011

Aprovado julho de 2011