

Conhecimento Biológico das Crianças: Um Domínio Autônomo? Concepções sobre o Aparelho Digestivo¹

Francimar Martins Teixeira²
Universidade Federal de Pernambuco

RESUMO - Este artigo discute idéias em torno da gênese do conhecimento biológico como um domínio específico do conhecimento, tomando como base dados de investigação conduzida com 45 crianças, na faixa etária de 4, 6, 8 e 10 anos, acerca da estrutura e funcionamento do aparelho digestivo. Os resultados indicaram que, aos quatro anos, a estrutura explanatória na qual o fenômeno digestivo está embutido constitui um domínio autônomo do conhecimento, apesar de não constituir explicação fisiológica, já que as funções biológicas não são consideradas. Concluímos que: (1) desde os quatro anos o conhecimento biológico é um domínio autônomo; (2) a aquisição do conceito de digestão envolve ruptura e enriquecimento conceitual; (3) a concepção de transformação pode constituir um obstáculo na compreensão do modelo do funcionamento do aparelho digestivo amplamente aceito no meio científico. Recomendamos que para a elaboração de estratégia educacional acerca da digestão a atenção seja focalizada em torno das transformações, particularmente das transformações químicas.

Palavras-chave: desenvolvimento conceitual; conceitos biológicos; domínio específico; teorias.

Biological Knowledge of Children: An Autonomous Domain? Conceptions of the Digestive System

ABSTRACT - This article discusses ideas about the genesis of biological knowledge as a specific domain of knowledge. It is based on data from conducted investigation with 45 children, aged from 4 to 10, into the structure and the function of the human digestive system. The results indicated that at the age of 4, the explanatory structure of the phenomena of digestion in which the digestive phenomena is embedded constitutes an autonomous domain of knowledge despite it does not represent a physiological explanation since the biological functions are not considered. It was concluded that: (1) from the age at 4, the biological knowledge is an autonomous domain; (2) the acquisition of the concept of digestion leads to a conceptual rupture and enrichment; (3) the concept of transformation can constitute an obstacle to comprehension of the scientific model of the digestive system functions. It is suggested that, to create good teaching strategies, the transformation of food by digestive system, especially chemical transformations have to be focused on.

Key words : conceptual development; biological concepts; specific domain; theories.

Pesquisas sobre como as crianças entendem fenômenos biológicos tanto nos informam o que elas sabem, quanto nos dão elementos para elaborar hipóteses sobre o processo de aquisição e evolução do conhecimento. Essas informações têm grande importância para aqueles que precisam comunicar às crianças informações sobre a estrutura e o funcionamento do corpo, tais como profissionais da área da saúde (Gellert, 1962; Rice, 1991), educadores (Deadman & Kelly, 1978; Mintzes, Trowbridge & Arnaudim, 1991; Pedersen & Halldén, 1994) e psicólogos, bem como para pesquisadores interessados no funcionamento cognitivo (Piaget, 1929; Carey, 1985; Keil, 1994; Kalish, 1996; Hatano & Inagaki, 1997). Este artigo relata uma investigação sobre as concepções das crianças acer-

ca da digestão e levanta hipóteses sobre a origem e as características do conhecimento biológico apresentado pelas crianças.

Origem do Domínio Biológico

Investigações com adultos e crianças sugerem que a organização do conhecimento na mente é em certo sentido compartimentalizada (Wellman & Gelman, 1992; Komatsu, 1992; Hirschfeld & Gelman, 1994; Schommer & Walker, 1995). Os conceitos aplicados a uma área (por exemplo conhecimentos sobre o espaço) têm características, estrutura e desenvolvimento diferentes do conhecimento em outra área (por exemplo, sobre linguagem). Os conceitos e a estrutura do conhecimento de cada área de conteúdo constituem o que tem sido chamado de *domínio específico*.

Apesar das divergências sobre o que é um domínio, qual a origem dos diversos domínios, quantos eles são, como são estruturados e como estão relacionados a mudanças no desenvolvimento cognitivo, há consenso em torno da idéia de que domínio é um sistema de conhecimento organizado em torno de um conjunto de princípios distintos, como, por exemplo, categorias ontológicas e raciocínio causal.

1 Este trabalho é derivado da minha dissertação de mestrado em Psicologia Cognitiva (UFPE). Agradeço as críticas e sugestões dos meus orientadores Professores Jorge Tarcísio da Rocha Falcão e David Carraher, a colaboração de Idalina Figueiredo, da direção e alunos da Escola Arco-íris e ao CNPq, pelo suporte financeiro.

2 Endereço: Centro de Educação da Universidade Federal de Pernambuco. Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino. Cidade Universitária. Recife PE CEP: 50.670-901.
E-mail: f.m.teixeira-macedo@bristol.ac.uk

Se assumirmos que domínio é um conjunto de relações causais e explanatórias que nos permitem raciocinar sobre um conjunto de fenômenos específicos, então podemos considerar que biologia é um domínio específico (Keil, 1992, 1994). O conhecimento da biologia é aplicado para explicar um conjunto limitado de propriedades (tais como crescimento orgânico, reprodução, hereditariedade), funções (como digestão, doenças) e relações específicas (por exemplo, a relação entre diferentes espécies, a relação das espécies com o meio).

Várias pesquisas indicam que grandes mudanças conceituais referentes ao domínio biológico ocorrem nos primeiros dez anos de vida (Carey, 1985; Keil, 1992; Hatano & Inagaki, 1997). Contudo, há desacordo sobre a natureza inicial do conhecimento biológico e se as mudanças conceituais ocorrem através de domínios ou dentro de um domínio.

Carey (1985,1995) afirma que o conhecimento biológico inicialmente não constitui um domínio autônomo, ele emerge do domínio psicológico entre quatro e seis anos (Carey, 1995). Ela descreve que antes dos dez anos as crianças justificam o ato de comer, por exemplo, em termos de crenças (porque querem crescer forte), de desejos (comem porque querem) e de normas sociais (porque é hora do jantar). Comer, segundo Carey, é explicado antes dos 10 anos em termos psicológicos e não em termos biológicos ou nutricionais. O domínio biológico teria origem no domínio psicológico e evoluiria através de mudanças na estrutura explanatória do conhecimento, isto é, através da ampliação de conceitos e na emergência de novos conceitos.

Carey (1985) aponta dois tipos de reestruturação do conhecimento: a do tipo fraco e a do tipo forte. A reestruturação do tipo fraco caracteriza a mudança novato-especialista, em que relações entre conceitos que não estavam anteriormente representadas são feitas; essas relações motivam conceitos superordenados que não eram representados no sistema anterior. Em outras palavras, há na reestruturação do tipo fraco a reorganização das concepções existentes. A reestruturação do tipo forte é caracterizada por mudança paradigmática, tal como a mudança da mecânica de Aristóteles para a de Galileu. A mudança conceitual no sentido forte envolve mudanças no domínio do fenômeno a ser justificado pela teoria, mudanças no mecanismo explanatório e mudanças nos conceitos individuais. Trata-se de uma reorganização conceitual em que antigas concepções são substituídas por novas.

Carey (1985) considera que as crianças de dez anos, ao representarem relações entre processos como comer, respirar, crescer, morrer e ter bebês, relações que aos quatro anos elas não representavam, constituem evidências da reestruturação do conhecimento sobre animais e humanos no sentido fraco. Por outro lado, o conhecimento entre os 4 e 10 anos também é reestruturado no sentido forte: os aspectos do comer, respirar e órgãos internos, que são explicados em termos de considerações biológicas no sistema conceitual de crianças de 10 anos, são diferentes dos aspectos explicados em termos de considerações psicológicas dentro do sistema conceitual das crianças de 4 anos. Há, portanto, mudanças no domínio e na estrutura explanatória, que, por sua vez, envolvem mudanças conceituais implicando mudanças teóricas.

Keil (1992, 1994) discorda de Carey (1985) a respeito da origem do conhecimento biológico e sugere que desde o início o conhecimento biológico é um domínio autônomo. Ele não tem explicações sobre a origem do domínio biológico, contudo registra que o mesmo já é encontrado em crianças com seis anos de idade, e evolui através de mudanças conceituais que ocorrem no próprio domínio biológico. Keil, todavia, não especifica a natureza de tais mudanças, nem os mecanismos que as promovem.

Hatano e Inagaki (1997) apresentam uma terceira explicação sobre a emergência do conhecimento biológico. Eles argumentam que este é gradualmente construído através de inferências da experiência diária. Esse conhecimento biológico inicial é afetado por conhecimentos prévios, incluindo o conhecimento de intenções e atividades humanas. Conseqüentemente, o domínio biológico inicial não é, segundo os argumentos de Hatano e Inagaki, completamente livre da influência do domínio psicológico.

Hatano e Inagaki (1997) identificaram dois mecanismos que promovem a mudança conceitual: o primeiro eles denominaram como a expansão de valores existentes, descrevendo-o como sendo alterações na expansão de modelos simbólicos conectados; o segundo mecanismo foi apresentado como correspondência do procedimento conceitual somado a sanções socioculturais para usar algum modo particular de raciocínio ou estratégia.

O primeiro mecanismo descrito por Hatano e Inagaki (1997) consiste em estender o conhecimento a contextos relacionados. Por exemplo, se o peixe excreta então é provável que o sapo excrete também. Ou há mudanças na extensão da concepção, por exemplo, o fato de humanos sentirem tristeza não implica que gafanhotos sintam tristeza. Quando muitas mudanças na expansão de valores existentes forem acumuladas, drásticas mudanças poderão ser identificadas. Eles alertam que o acúmulo de conhecimentos não é bastante para induzir mudança conceitual.

O contexto social ao qual a criança é exposta constitui, na visão de Hatano e Inagaki (1997), o segundo mecanismo de mudança. Por exemplo, se a criança está engajada em atividade que lhe é importante, significativa, aumenta a sua possibilidade de adquirir novos procedimentos. Eles sugerem que nem sempre estes são governados pelo entendimento conceitual, porém a motivação para entender tais procedimentos tende a produzir ajustes no conhecimento, de modo que os recentes tendem a ser compatíveis com o correspondente conhecimento conceitual.

O entendimento dos mecanismos de mudanças conceituais, das condições que promovem as mudanças, tal como a compreensão da estruturação do domínio biológico, ainda constitui questão aberta á investigações. Esclarecê-las significa ampliarmos o nosso conhecimento acerca da cognição humana e, como conseqüência, provermos informações cruciais para uso de tais conhecimentos por educadores e psicólogos. O estudo que apresentaremos a seguir examina a compreensão das crianças acerca da estrutura e funcionamento do aparelho digestivo, com a finalidade de reunirmos elementos que contribuam para o entendimento da estruturação do domínio biológico.

Metodologia

Amostra

Os 45 sujeitos desta pesquisa são alunos de uma mesma escola da rede de ensino privado da cidade do Recife, têm idades variando de 4 a 10 anos e níveis de escolarização entre pré-escolar (Jardim II) até quarta série do primeiro grau (Tabela 1).

Material

Para o registro da sessão foram utilizados gravador e folha de anotação. A cada sujeito foram apresentados uma folha de papel ofício com um desenho do contorno do corpo humano, lápis e uma barra de chocolate.

Procedimento

Foram entregues a cada sujeito lápis e uma folha de papel ofício com desenho do contorno do corpo humano. Solicitávamos que fossem desenhadas as partes do corpo por onde a comida passava. Também era entregue um chocolate com a sugestão de que o sujeito comesse enquanto desenhava para que ele não esquecesse nenhuma das partes por onde a comida passava. Uma vez concluído o desenho, pedíamos ao sujeito que puxasse uma seta e escrevesse ao lado o nome do órgão por ele representado no desenho. Nos desenhos dos sujeitos do Jardim, esse registro foi feito pela pesquisadora, já que os mesmos não sabiam escrever. Dando prosseguimento, questionávamos sobre o funcionamento e as transformações que ocorriam nos alimentos ao passar por cada órgão. Os sujeitos foram entrevistados individualmente através de técnica de entrevista baseada no método clínico de Piaget (Carraher, 1983).

Análise dos dados

As respostas dadas pelos entrevistados foram analisadas segundo dois aspectos: estrutura e funcionamento do aparelho digestivo. No item *estrutura do aparelho digestivo* tanto são considerados os órgãos mencionados pelas crianças como sendo relacionados ao processo digestivo, quanto às descrições de aspectos físicos tais como forma, localização e elementos que compõem esses órgãos mais citados. No que se refere ao funcionamento dos órgãos, são examinadas as transformações que eles promovem nos alimentos ingeridos e a trajetória destes. A divisão focalizando aspectos diferenciados constitui um recurso para exploração de detalhes, mas, na realidade, esses aspectos estão interconectados: o processo de transformação sofrido pelo alimento está interligado aos mecanismos responsáveis pelas transformações. Es-

Tabela 1 - Distribuição dos sujeitos por nível de escolaridade e sexo

Sexo	Escolaridade				Total
	Jardim II	Alfabetização	Segunda série	Quarta série	
Masculino	7	6	3	6	22
Feminino	5	6	6	6	23
Total	12	12	9	12	45

ses processos de transformações pressupõem órgãos que desenvolvem mecanismos para que aconteçam os processos. Por outro lado, para o alimento passar por alterações ele passa por vários órgãos, percorrendo uma trajetória.

Resultados

Estrutura do aparelho digestivo

Os órgãos citados pelas crianças como estando relacionados ao aparelho digestivo foram agrupados em quatro segmentos: boca, área faringoesofágica, área abdominal e ânus. Todos os sujeitos identificam que o alimento é colocado na boca e segue para partes mais interiores do corpo. Para a maioria dos sujeitos, após a boca o alimento passa pela área faringoesofágica, que é nomeada por *garganta*, *pescoço*, *cano*, *fio* e *laringe*. Nem todos os sujeitos com quatro anos referem-se à área faringoesofágica; os que o fazem usam com mais frequência o termo *pescoço*, diferente dos outros grupos que fazem mais uso do termo *garganta*.

A região abdominal é denominada pelos sujeitos de *barriga*, *estômago*, *intestino* e *tripa*. Enquanto o emprego do termo *barriga* diminui com o aumento da idade, o inverso acontece com as menções a *estômago* e a *intestino*. *Tripa* foi expressão usada por 16,6% dos sujeitos com seis anos e por 11,1% com oito anos.

Os sujeitos referiram-se ao ânus denominando-o de *bunda*. As citações à *bunda* são mais frequentes entre sujeitos da Quarta Série que do Jardim: 25% dos sujeitos do Jardim, 66,6% do grupo da Alfabetização, 100% dos sujeitos da Segunda e 91,6% da Quarta Série.

Quanto à representação do interior do aparelho digestivo, os dados indicam que inicialmente ele é visto como um grande espaço vazio (Figura 1), ao qual pouco a pouco as crianças vão imaginando divisões, com partes fixas à "parede" desse espaço vazio (Figura 2), até chegarem à representação de divisões não apenas fixas à "parede" que reveste a cavidade, mas também interligados entre si, lembrando um tubo (Figuras 3 e 4). Onze vírgula um por cento dos sujeitos com quatro anos e 25,0% dos entrevistados com seis, por exemplo, apresentaram descrição da *barriga* como uma cavidade com órgãos fixados à "parede". Essa idéia parece intermediar o modo de representação mais comum dos sujeitos com quatro anos: a *barriga* como uma cavidade vazia-, com a representação dos sujeitos de oito e dez anos; a *barriga* não como um órgão específico, mas como um nome genérico dado à porção central do tórax, lugar onde estão vários órgãos, inclusive o que podemos considerar como o tubo digestivo.

Funcionamento dos órgãos e as transformações que eles promovem nos alimentos ingeridos

Em termos do destino do alimento, foram identificadas três concepções³: o alimento ingerido permanece no corpo; toda comida ingerida vai sair posteriormente e parte do que é ingerido fica no organismo; parte sai. Abaixo são apresentadas cada concepção, seguida de exemplos:

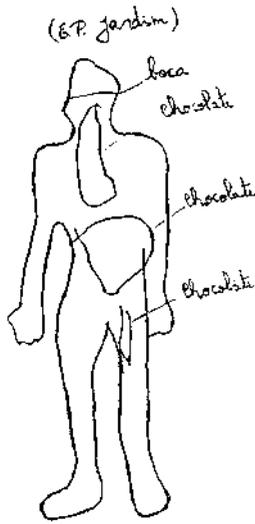


Figura 1

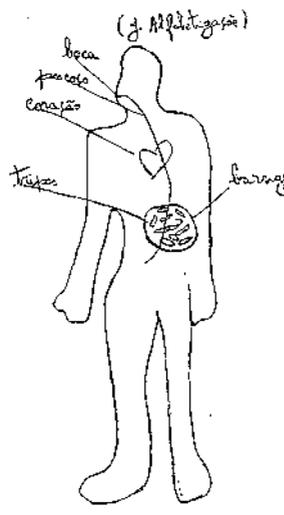


Figura 2

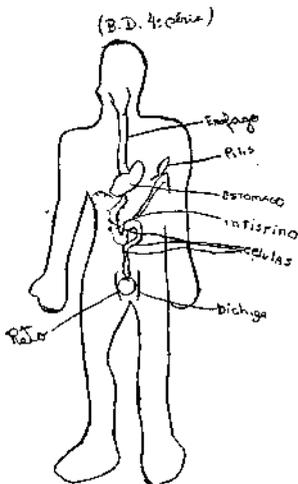


Figura 3

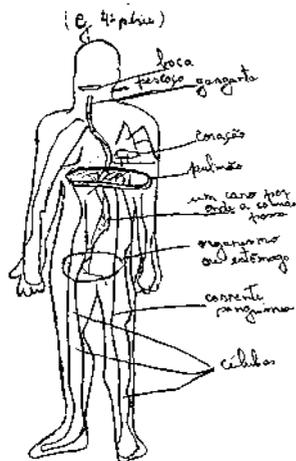


Figura 4

O alimento ingerido permanece no corpo:

- C - Aí quando a barriga tá cheia não come mais, não, só come uma coisa. Quando a barriga está cheia tem que deixar a comida ir embora pra comer mais.
- E - E ela vai embora para onde?
- C - Ah, ela vai embora pra aqui (flexiona o braço e com o outro aponta a parte musculosa).
- E - Como é o nome desse negócio aí?
- C - É braço. Aí quando a comida vem aqui (parte musculosa do braço) aí fica em cima das outras comidas porque aqui tá bem alto (fala apontando a parte mais musculosa do braço). Depois quer dizer que aqui fica bem duro. Aqui é um pouco mole (toca na coxa).
- E - A comida vai pra perna também?
- C - Vai, tá vendo aqui como tá ficando grande aqui, a parte aqui grande (fala tocando a coxa)?
- E - (...) E da perna ela sai pra outro lugar?
- C - Sai, ela vem pra aqui (da coxa para a parte inferior da perna), daqui pra aqui (da parte inferior da perna para as

3 A classificação das respostas referentes ao destino do alimento foi feita por dois juizes independentes obtendo-se um índice de acordo entre os julgamentos de 97,8%.

- pontas dos dedos). O pé tá ficando bem forte e grandão. Olha como tá ficando meu pé.
- E - Eita, tá ficando grandão.
- C - Só aqui que não tá ficando (aponta para o calcanhar). (J.G. Jardim)

Toda comida ingerida vai sair posteriormente:

- E - E do bucho ela (a comida) vai sair ou só vai ficar no bucho?
- C - Ela sai pra bunda". (J.G. Alfabetização)
- C - Aí depois (a comida) passa pro estômago, aí depois fica guardada.
- E - Fica guardada no estômago? No estômago ela é só guardada ou acontece alguma coisa?
- C - Faz cocô, aí sai. (R. Segunda Série)

Parte do que é ingerido fica no organismo, parte sai:

- C - (o estômago) transforma em sangue o que presta. O que não presta vai pra o intestino. Aí o coração transforma em sangue, aí bombeia pra todo corpo.
- E - (...) Aí me diga uma coisa, pelo corpo todo, e daí? Aí essa comida vira sangue no coração e vai ficar sendo bombeado para o corpo todo?
- C - É.
- E - E a comida ruim que tá no intestino, qual vai ser o destino dela?
- C - Sair pelo cocô. (I. Quarta Série)

O alimento ingerido permanece no corpo, enquanto expressão de formulação conceitual, demonstra uma compreensão pouco detalhada do que acontece com o alimento no interior do organismo, em que não é feita uma relação entre o que é ingerido e o que será eliminado:

- C - ... Da barriga ela não sai não.
- E - Sai não? Ela vai ficar na barriga o resto da vida?
- C - É.
- E - Vem cá, de onde vem o cocô?
- C - Vem da bunda.
- E - Mas como é que ele é formado dentro da gente?
- C - Eu não sei não.
- E - A comida vira cocô?
- C - Não.
- E - A comida não vira cocô de jeito nenhum?
- C - Não. (J. Alfabetização)
- E - Aí a comida da barriga ela vai pra outro lugar ou fica aí na barriga?

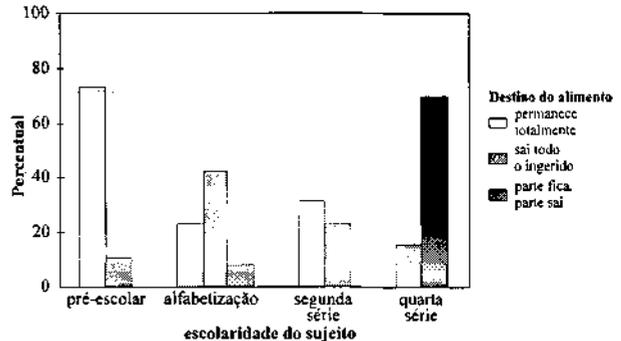


Gráfico 1 - Distribuição das concepções do destino do alimento, segundo escolaridade dos sujeitos

- C - Fica aí na barriga.
E - (...) Diga uma coisa C, tu faz cocô?
C - Faço.
E - Aí vê, C, de onde é que vem o cocô?
C - Da barriga.
E - Mas na barriga não tá, né, comida?
C - Tem, mas o cocô fica atrás da comida.
E - Atrás da comida como?
C - Assim, a comida não tá aqui? Assim, ó! Essa mão tá aqui, ó, essa mão tá aqui, aí o cocô tá atrás dessa mão.
E - Ah é? E como foi que ele apareceu?
C - Ah, ele vem por trás dessa daqui, ó (gesticula com a mão), ele vem assim, ó (gesticula com a mão).
E - Diga-me uma coisa, você vai comer esse chocolate, atrás dele tem cocô?
C - Não.
E - E como é que ele aparece?
C - Assim, ó, a gente não tá assim, a minha mão, né?
E - Tá.
C - Pronto, aí o cocô arrudia, aí vem por dentro da gente.
E - Mas como foi que ele entrou dentro da gente?
C - Ah! A gente viveu, eleja tava dentro da nossa barriga.
E - Ah é? Quando a gente viveu ele já tava dentro da nossa barriga?
C - É.
E - Ah! Entendi! Aí ele fica atrás da comida, por quê?
C - Ah, porque, sabe por quê? Porque ele tava. Eu não sei porque ele tava assim.
E - Diga-me uma coisa, a comida vira cocô?
C - Vira não. (C. Jardim)
- Na concepção "o alimento ingerido permanece no corpo" o organismo é assemelhado a um *depósito*, onde a boca é a entrada desse depósito:
E - Mas aí ela só fica no braço, na perna? Ela não sai de dentro da gente, não?
C - Não, porque a pessoa não pode cuspir a comida que foi entrada na barriga.
E - Ah, se a comida entrou não sai mais?
C - É. (J.G. Jardim)
E - Eu como e vai ficar dentro da minha barriga? Ela, da barriga, vai pra algum lugar?
C - Não.
E - Não? *Vai ficar aí o resto da vida? Nunca mais sai?*
C - Não.
E - Vem cá e se a comida fica aí o tempo todo, aí você não vai ficar com a barriga bem grandona não, de tanto botar comida dentro?
C - Vai.
E - Então o que é que acontece? O que é que a gente faz pra ela não ficar assim (grandona)?
C - Não come muito. (M.B. Jardim)

No modelo do organismo como depósito, os sujeitos entendem que o alimento sofre quebra através da mastigação, ficando em pedaços menores, sendo, contudo, o mesmo em termos de identidade. Em outras palavras, o que foi comido sofrerá alteração no tamanho, porém conservará todas as propriedades iniciais:

- C - se a gente furar o pé sai comida. (M.A. Alfabetização)
E - ...E como é a barriga da gente? Como ela é por dentro?
C - Tem carne, macarrão, tem fruta, pêra, maçã. (M.B. Jardim)
C - Quando a gente come, aí fica comida lá dentro da nossa barriga.
E - Ah é? A comida fica como? Do mesmo jeito que saiu da boca amassadinha ou ela é mudada?
C - Quando a gente mastiga ela fica amassadinha. (C. Jardim)
- Os sujeitos que disseram que o alimento ingerido permanecerá no organismo não mencionaram quebra do alimento por aspectos químicos (saliva, sucos gástricos, etc), também não falaram em movimentos peristálticos, nem em circulação. Ao dizerem que a comida da região abdominal passa para os membros ou da boca para todo o corpo, pode-se imaginar a idéia de circulação como resultado da atuação do sistema circulatório, mas não é o caso. A passagem de comida por lugares diferentes foi creditada aos movimentos dos membros como uma analogia ao movimento gravitacional, à queda:
E - Diga-me uma coisa, M., do fundo do pé ela vai ficar no fundo do pé ou vai pra algum outro lugar?
C - Quando a gente faz assim, aí pula.
E - Ah! Quando bate o pé no chão aí a comida pula?
C - A gente não tá assim? Aí, tê, tê, tê. (fala batendo o pé no chão)
E - Só sai daí se pular?
C - Se pular assim, têtêtê (bate o pé com mais rapidez). (M.A. Alfabetização)
E - Aí, daqui o que acontece com a comida dentro da barriga?
C - Acontece que vai descendo pra aqui. Fica caindo assim.
E - Da barriga cai pra onde?
C - Bom, quer dizer da barriga *cai pra aqui pra baixo*.
E - Ah, tem uma flecha?
C - E pra dizer que a comida tá caindo pra aqui pra baixo.
E - Ah é? A flechinha você fez pra desenhar, não tem essa flecha na barriga não?
C - E porque bem aqui, quando eu tou comendo, quer dizer que depois eu terminei de comer, aí *vai lá pra dentro do buraco, aí cai aqui*. (J.G. Jardim)

A segunda concepção da trajetória do alimento no interior do organismo, *tudo o que é comido vai ser eliminado*, foi apresentada por sujeitos de todos os grupos. Nessa concepção há a perspectiva de conservação de quantidade no sentido piagetiano do termo: independente do que possa ser visto entre a entrada e a saída do alimento ou do que possa vir a acontecer nesse trajeto, existe a crença de que a quantidade não será alterada, logo a quantidade que entrou vai sair.

Há nesse segundo modelo a idéia de que o que foi ingerido move-se pelo organismo, circula através de movimentos peristálticos e sanguíneos; as alterações *na aparência* são atribuídas a fatores físicos como o mastigar (já citados no modelo do organismo como depósito) e também aos movimentos que o alimento faz ao percorrer o interior do organismo, inclusive os movimentos peristálticos.

Observa-se que esses sujeitos têm clareza de alterações na aparência, alterações nas propriedades perceptualmente

verificáveis, mas não têm clareza de alterações nas propriedades estruturais e na identidade. O alimento ingerido vai passar por transformações no aspecto físico, vai ficar menor, vai liquidificar-se, vai juntar-se para formar o *cocô*, entretanto ainda é, em termos de propriedades, o mesmo alimento que foi ingerido, mantendo, assim, a mesma identidade inicial. O que foi ingerido vai ser expelido com algumas alterações no que foi visto de início, isto é, alterações na aparência, mas ainda guarda todas as propriedades iniciais. A essas propriedades foi acrescido um novo odor, uma nova coloração, sem que isso venha modificar a essência do que já existia.

A terceira concepção da trajetória do alimento "parte do que é ingerido permanece no organismo, parte é eliminado" começou a aparecer a partir dos seis anos, mencionada por um sujeito, e foi crescendo nos grupos de escolarização mais elevada. Das concepções encontradas acerca da trajetória do alimento, essa terceira talvez seja a mais complexa. Os sujeitos que apresentaram essa concepção, uma parte do que é ingerido é absorvido, outra parte não, em certo sentido já estão considerando o aspecto qualitativo do que foi ingerido: dentre o que foi ingerido há coisas que não são necessárias para o organismo, ou ainda os limites do aparato orgânico - o organismo não pode absorver tudo o que foi ingerido.

Para alguns sujeitos, os alimentos são compostos por vários elementos, dentre os quais, elementos que não "prestam" para o organismo. O processo de quebra do alimento para esses sujeitos consiste na diminuição cada vez maior do tamanho, de maneira que esses elementos ficam isolados uns dos outros e assim os que "servem" permanecem no organismo, os que "não servem" são excretados. Outras crianças apontam que, à proporção que o alimento ingerido vai percorrendo o organismo, uma série de transformações vai acontecendo até que, em uma porção do organismo, parte desse produto transforma-se "em sangue", em "célula", e assim permanece no organismo, enquanto outra parte é excretada.

A forma como é entendida a separação entre o que "presta" do que "não presta" varia de descrições mais elementares, como é o caso da primeira descrição, até descrições com maior elaboração, com maior grau de complexidade, como no segundo tipo. Nas descrições mais elementares faz falta a noção da existência de transformações químicas. Na segunda descrição a transformação química é anunciada, mas as crianças não conseguem explicar como de fato ocorre a mudança do líquido produzido pelas transformações para sangue ou ainda porque o que é eliminado "não presta" para o organismo.

Quatro crianças mencionam que o alimento é: "amassado por um tipo de água", "recebe um negócio preto", recebe um "líquido", um "ácido". Através destas respostas identificamos que as crianças imaginam existirem substâncias que modificam outras. Elas admitem mudanças na identidade do que foi ingerido, pois para elas, após receber essas substâncias, o alimento transforma-se em algo estruturalmente diferente do que ele era. Dos quatro sujeitos que deram esse tipo de resposta, três estão com oito anos e um com dez.

Dois sujeitos com dez anos apresentaram respostas que indicam transformação da identidade do que foi ingerido -

"o que presta" para o organismo, para um vira "sangue", para o outro vira "célula", apesar de não relacionarem essas transformações à ação de substâncias, como fizeram os quatro sujeitos acima mencionados. Em resumo, apenas 6 sujeitos, três com oito anos e três com dez anos (13,33% da amostra), mencionaram implicitamente transformações profundas no que foi ingerido. Três sujeitos com dez anos esboçaram integração entre sistemas diferentes, no caso, sistema digestivo ao circulatório, no desempenho de funções para manutenção da vida.

Considerações sobre os resultados

A criança coloca o alimento na "boca", logo ela tem informações concretas de onde é iniciado o ato, mas o final desse processo não é tão evidente. A comida ingerida vai sofrer tantas alterações que não é tão óbvia a conclusão de que o que sai pela "bunda" em algum momento pode ter tido origem no que foi ingerido. Essa dificuldade justifica a elevação de frequência de resposta *bunda* no sentido quatro-dez anos.

Para entender a relação entre o alimento ingerido e os dejetos expelidos, é necessário o conhecimento do que está mediando essa relação. Esses processos mediadores não são visíveis, mas algumas pistas sobre para onde vai o alimento ingerido podem ser percebidas. Ao engolir o alimento, por exemplo, o indivíduo sente o movimento que faz, o que explica as referências à área faringoesofágica. Muitas das sensações relacionadas ao comer vêm da região do abdômen: o movimento muscular, sons do intestino, a sensação de estar cheio, a dor quando acontece alguma desordem digestiva. Essas sensações (além dos comentários explicativos que possivelmente as crianças ouvem dos adultos) podem ajudar os sujeitos a inferir que essa região tem algo a ver com o que é comido. A familiaridade com essas sensações justifica o fato de a região abdominal ser uma das partes mais lembradas pelos sujeitos.

As expressões usadas pelos sujeitos para referirem-se à região abdominal revelam que os com mais idade recorrem bem mais aos termos do jargão científico que os mais novos e indicam que o conhecimento de particularidades do interior do corpo é uma aquisição de longo prazo, já que nem mesmo através de termos populares os sujeitos com quatro anos referem-se às partes mais interiores do corpo.

A representação do aparelho digestivo está associada ao modo como são representados e entendidos os processos de transformações que a comida sofre no interior do organismo. De acordo como é entendido o funcionamento do aparelho digestivo, verifica-se a maior ou menor presença de divisões no interior do organismo. As descrições das concepções do destino do alimento, por exemplo, ilustram diferentes formas de compreender o processo digestivo e funcionamento do sistema e possibilitam evidências da associação entre a representação que os sujeitos fazem do aparelho digestivo e o entendimento dos processos de transformações que acontecem ao que é ingerido.

A idéia de que o alimento ingerido permanece totalmente no organismo, freqüente no grupo do Jardim, foi apresentada

por poucos sujeitos em fase de Alfabetização, e não foi encontrada nos grupos da Segunda e da Quarta Séries. Foi o grupo do Jardim quem mais referiu-se à "barriga" como sendo um órgão específico, e foi também neste que predominou a descrição da "barriga" como um espaço vazio. Tal descrição também foi apresentada por alguns sujeitos do grupo da Alfabetização. Parece ser compreensível e coerente a idéia de que se o organismo é entendido como um depósito onde tudo o que é ingerido vai permanecer, não há necessidade de divisões internas. As divisões internas constituem o que é, no modelo científico, denominado de órgãos; eles seriam responsáveis por parte das transformações do que foi ingerido. De acordo com a concepção de que tudo o que é ingerido permanece no organismo, a mastigação é a única transformação que o alimento sofre. Considerando essa concepção, não há necessidade de órgãos; afinal, é nos órgãos que acontecem as transformações e se essas transformações não acontecem eles não têm razão de ser.

Nos grupos em que a maioria apresentou a concepção de que tudo o que é ingerido vai ser eliminado posteriormente, também foi apresentada pela maioria a representação da região abdominal como um espaço predominantemente vazio com algumas poucas divisões. O que é eliminado não é exatamente igual ao que é ingerido; o organismo não é apenas um depósito do que foi ingerido; transformações acontecem no seu interior, mais precisamente na passagem do alimento no interior dessas partes situadas na região abdominal. As poucas divisões do interior do organismo apresentadas nessa concepção talvez sejam explicadas pela sua função, isto é, elas apenas alteram a aparência do que foi ingerido; o produto resultante das alterações do que foi ingerido no interior dessas divisões é lançado na cavidade abdominal para então ser eliminado totalmente, logo, há a necessidade da predominância de um grande espaço vazio com umas poucas divisões nem sempre interligadas umas às outras.

Quanto a concepção de que "parte do que é ingerido permanece no organismo e parte é eliminado", há o entendimento de que uma parte do que é ingerido é absorvido pelo organismo, outra parte não. Os sujeitos que apresentaram essa trajetória do alimento representaram o interior do aparelho digestivo como um tubo iniciado na porção mais interna e profunda da boca prolongando-se por toda a região abdominal. Esse tubo apresenta divisões interligadas entre si. Nessa concepção são descritas transformações que pressupõem um aparato orgânico com partes distintas e com funções específicas, um modelo mais sofisticado que os apresentados nas duas outras concepções em que a região abdominal é representada ou como um grande espaço vazio ou como um espaço predominantemente vazio com algumas poucas divisões.

Os dados evidenciam que a estruturação da idéia de transformação química é bastante complexa: apenas seis crianças após os oito anos de idade deram indicadores de que existem no interior do organismo substâncias que modificam outras. Após receber essas substâncias, o que foi ingerido transforma-se em algo diferente do que ele era, altera a estrutura química, muda a identidade do que foi ingerido. As alterações que envolvem apenas o deslocamento de pro-

priedades são mencionadas pelos entrevistados de todos os níveis de escolarização. Todas as crianças sabem que o alimento é desdobrado em partículas menores através da mastigação, e nesse processo tem sua aparência e tamanho alterados; alguns dizem que a comida vai amolecer, derreter, outros descrevem que os pedacinhos de uma comida juntam-se com os pedacinhos de outra. Enfim, há clareza entre esses entrevistados de que o alimento ingerido passa por mudanças no aspecto físico, mudanças que alteram a aparência do que foi ingerido. Porém, guardam todas as propriedades químicas iniciais, mudanças que preservam a essência do que já existia, a estrutura química, a identidade.

Nas transformações em que se altera a estrutura química, as propriedades não são apenas deslocadas, tal como acontece nas transformações envolvendo unicamente a alteração da estrutura física: são geradas novas propriedades químicas e por vezes físicas; um novo produto surge com propriedades distintas da anterior e, por isso, com uma outra identidade. Essas características tornam mais difícil o entendimento das transformações que alteram profundamente a estrutura do que foi ingerido. A dificuldade de compreensão das transformações onde é alterada a estrutura química repercute no entendimento do funcionamento do aparelho digestivo. Essa dificuldade manifesta-se quando as crianças não sabem explicar como a comida "vira sangue", ou como a comida "vira cocô".

Discussão

Examinamos concepções de crianças de quatro a dez anos acerca da estrutura e funcionamento do aparelho digestivo. Há evidências de que os modelos encontrados acerca da estrutura e funcionamento do aparelho digestivo são norteados por crenças que subsidiam os indivíduos com elementos explanatórios, formando um conjunto com informações concatenadas que, se observadas sob a lógica e argumentação do sujeito, poderiam ser consideradas idéias coerentes e coesas. Essas estruturas de crenças apresentam o que tem sido caracterizado em bibliografia específica de teorias (Keil, 1985, 1991; Carey, 1985¹1991).

Na estrutura explanatória das crianças de quatro anos, não há consideração das funções biológicas para explicar o funcionamento do aparelho digestivo. Gradualmente há mudanças nessa teoria de modo que, aos dez anos, verifica-se que o funcionamento digestivo é explicado pelo funcionamento dos órgãos, ou seja, a explicação do funcionamento do aparelho digestivo aos dez anos é baseada em explicações biológicas.

Os dados sugerem que essas teorias são construídas com base na aplicação do conhecimento empírico. Por exemplo, para alguns sujeitos o alimento ingerido ou cai para as pernas ou desloca-se pelo corpo através de movimentos como andar; nota-se que essas crianças estão aplicando o seu conhecimento acerca da queda de objetos em geral ao funcionamento do corpo. Quando algumas crianças dizem que após algum tempo o alimento apodrecerá na barriga transformando-se em fezes, elas estão empregando informação que usualmente elas vêm: os alimentos apodrecem. Tal como foi assinalado por Hatano e Inagaki

(1997), os dados indicam que o conhecimento biológico é construído através de inferências da experiência diária, isto é, a aplicação do conhecimento empírico a contextos relacionados.

Segundo Hatano e Inagaki (1997), a emergência do conhecimento biológico de inferências da experiência diária não isentaria o conhecimento biológico da influência do conhecimento de intenções e atividades humanas, portanto, conhecimentos do domínio psicológico. Carey (1985) foi ainda mais enfática sobre a emergência do conhecimento biológico do domínio psicológico. Contudo, não verificamos em nossos dados evidência de que o domínio biológico emerge de conhecimentos do domínio psicológico. Nossos dados sugerem, tal como já indicado por Keil (1992, 1994), que o conhecimento biológico é, desde o início, um domínio autônomo.

A conclusão de que aos quatro anos as crianças apresentam um conhecimento biológico, estruturado como um domínio autônomo, tem implicações pedagógicas. Instrução sobre biologia pode começar cedo, desde o pré-escolar, tendo-se em mente que alguns conhecimentos que as crianças trazem precisam ser reformulados, enriquecidos, bem como novos conhecimentos precisam ser introduzidos.

Na elaboração de estratégias pedagógicas, é preciso ser considerado que o fato de empregar um mesmo termo não significa que haja a mesma representação. No caso de haver a mesma representação, nem sempre o entendimento do funcionamento é o mesmo. Com isso, embora utilizando-se de um mesmo termo, os sujeitos têm conceitos diferentes. Sugerimos que os professores explorem as teorias dos seus alunos, não se restringindo apenas ao uso de jargões científicos que os mesmos possam mencionar. Desenho acompanhado de descrição do que eles representam mostrou-se uma técnica valiosa na investigação da teoria das crianças. Considerando os dados, também sugerimos que atenção especial seja dada tanto à noção de transformação, particularmente à transformação química, quanto à noção da integração do sistema digestivo com outros sistemas.

A validade destas sugestões fica aberta à investigação, assim como a necessidade de esclarecer como experiências diárias relacionam-se à gênese e à evolução de conceitos biológicos.

Referências

Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.

Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? Em S. Carey & R. Gelman, (Orgs.), *The epigenesis of mind: Essays on biologic and cognition* (pp. 257-291). New York: Oxford University Press.

Carey, S. (1995). On the origin of causal understanding. Em D. Sperber, D. Premarck & A.J. Premarck, (Orgs.), *Causal cognition a multidisciplinary debate* (pp. 268-302). New York: Oxford University Press.

Carraher, T.N. (1983). *O método clínico: usando os exames de Piaget*. Petrópolis: Vozes.

Deadman, J.A. & Kelly, P.J. (1978). What do secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? *Journal of Biological Education*, 12, 7-15.

Gellert, E. (1962). Children's conception of the content and functions of the human body. *Genetic Psychology Monographs*, 65, 291-411.

Hatano, G. & Inagaki, K. (1997). Qualitative changes in intuitive biology. *European Journal of Psychology of Education*, XXI(2), 111-130.

Hirschfeld, L.A. & Gelman, S.A. (1994). Toward a topography of mind: An introduction to domain specificity. Em L.A. Hirschfeld & S. Gelman, (Orgs.), *Mapping the mind. Domain specificity in cognition and culture* (pp. 3-35). New York: Cambridge University Press.

Kalish, C. (1996). Causes and symptoms in preschoolers conceptions of illness. *Child Development*, 67, 1647-1670.

Keil, F.C. (1985). *Concepts, kinds and cognitive development*. Cambridge, MA: MIT Press.

Keil, F.C. (1991). The emergence of theoretical beliefs as constraints on concepts. Em S. Carey & R. Gelman, (Orgs.), *The Epigenesis of mind: Essays on biology and cognition* (pp. 237-256). New Jersey: Laurence Erlbaum Associates.

Keil, F.C. (1992). The origins of an autonomous biology. Em M.R. Gunnar & M. Maratos, (Orgs.), *Modularity and constraints in language and cognition* (Volume 25, pp. 103-138). The Minnesota Symposia on Child Psychology. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Keil, F.C. (1994). The birth and nurturance of concepts by domains: The origins of concepts of living things. Em L.A. Hirschfeld & S. Gelman, (Orgs.), *Mapping the mind. Domain specificity in cognition and culture* (pp. 234-254). New York: Cambridge University Press.

Komatsu, L.K. (1992). Recent views of conceptual structure. *Psychological Bulletin*, 112(3), 500-526.

Mintzes, J.J., Trowbridge, J.E. & Arnaudim, M.W. (1991). Children's biology: Studies on conceptual development in the life sciences. Em S.M. Glynn, R.H. Yeany & B.K. Britton, (Orgs.), *The Psychology of Learning Science* (pp. 179-201). New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Pedersen, S. & Halldén, O. (1994). Intuitive ideas and scientific explanation as parts of students' developing understanding of biology: The case of evolution. *European Journal of Psychology of Education*, 1X(1), 127-137.

Piaget, J. (1929). *The child's conception of the world*. London: Routledge and Kegan Paul.

Rice, P. (1991). Concepts of health and illness in Thai children. *International Journal of Science Education*, 13(1), 115-127.

Schommer, M. & Walker, K. (1995). Are epistemological beliefs similar across domains? *Journal of Educational Psychology*, 87(3), 424-432.

Wellman, H.M. & Gelman, S.A. (1992). Cognitive development: Foundational theories of core domains. *Annual Review of Psychology*, 43, 333-375.

Recebido em 13.08.1998

Primeira decisão editorial em 16.06.1999

Versão final em 12.07.1999

Aceito em 13.07.1999 ■