

## **O PENSAMENTO LÓGICO-MATEMÁTICO, 30 ANOS APÓS O DEBATE ENTRE PIAGET E CHOMSKY**

**SILVA**, Vicente Eudes Veras da – UNESA

**GT:** Educação Matemática / n.19

**Agência Financiadora:** Não contou com financiamento

Nos anos 60-70, a Psicologia Evolutiva norte-americana, distanciando-se do Behaviorismo, abria-se à influência do pensamento europeu através dos trabalhos de Piaget acerca do desenvolvimento cognitivo. Ao mesmo tempo, as idéias de Chomsky chegavam à Europa e abalavam uma longa tradição funcionalista na Lingüística. Nesse contexto, as relações entre linguagem e cognição por um lado, e entre linguagem e comunicação ou interação social, por outro, passaram a assumir o foco da atenção de psicólogos, lingüistas e filósofos, como pode ser constatado no famoso "debate" entre Chomsky e Piaget, em 1975. Hoje, 30 anos após este debate, este texto argumenta em favor do pensamento lógico-matemático. Enfatiza-se que o raciocínio matemático pode existir sem a linguagem a partir do estudo publicado pela Academia Nacional de Ciências-Grã-Bretanha que mostra pacientes que perderam a capacidade de compreender a gramática e são capazes de realizar operações aritméticas complexas.

Palavra-chave: pensamento lógico-matemático; linguagem; cognição.

### **Introdução**

Este trabalho foi motivado por um estudo recém-publicado<sup>1</sup> pela Academia Nacional de Ciências<sup>2</sup>, da Grã-Bretanha. Segundo uma equipe de pesquisadores<sup>3</sup> da Universidade de Sheffield, o raciocínio matemático pode existir sem a linguagem. O estudo<sup>4</sup> mostra pacientes que perderam a capacidade de compreender a gramática ainda são capazes de realizar operações aritméticas complexas.

Nos anos 60-70, a Psicologia Evolutiva norte-americana, distanciando-se do Behaviorismo, abria-se à influência do pensamento europeu através de traduções para o inglês dos trabalhos de Piaget, acerca do desenvolvimento cognitivo. Ao mesmo tempo, as idéias de Chomsky, chegavam à Europa e abalavam uma longa tradição funcionalista na Lingüística. Nesse contexto, as relações entre linguagem e cognição por um lado, e entre linguagem e comunicação ou interação social, por outro, passaram a assumir o foco da atenção de psicólogos, lingüistas e filósofos, como pode ser constatado no famoso "debate" entre Chomsky e Piaget, em 1975.

Diante de diferentes perspectivas e abordagens, o estudo da aquisição da linguagem passou a ser dominado pela controvérsia. De um lado, a proposta inatista da Teoria Lingüística e, de outro, diferentes posturas em relação ao quanto de especificidade é necessário atribuir à linguagem quando comparada a outros sistemas cognitivos e ao quanto de independência pode ser atribuída ao desenvolvimento lingüístico no conjunto do desenvolvimento cognitivo. De um lado, a centralização do problema da aquisição da linguagem em seu aspecto sintático e, de outro, a preocupação com os conceitos e relações semânticas expressas na fala da criança e a hipótese de uma precedência da semântica sobre a sintaxe, no processo de aquisição (Bloom, 1970; Schlesinger, 1971; Bowerman, 1973). De um lado, a idéia da precariedade do input lingüístico da criança (Chomsky, 1970 e 1986) e, de outro, a caracterização da fala dirigida à criança como um registro peculiar (Snow, 1986). De um lado, o desenvolvimento lingüístico tomando forma a partir da discriminação do sinal acústico da fala nos primeiros dias de vida e, de outro, o desenvolvimento lingüístico visto como fundado em habilidades comunicativas ou pragmáticas pré-lingüísticas (Bates, 1976).

---

<sup>1</sup> 15 de fevereiro de 2005

<sup>2</sup> Language isn't what separates us from animals

<sup>3</sup> Rosemary A. Varley, Nicolai J. C. Klessinger, Charles A. J. Romanowski, and Michael Siegal

<sup>4</sup> Experts at the University of Sheffield have proven conclusively that the functions of language and mathematics are separate in the adult brain, meaning that it is not just linguistic ability that separates us from other animals. Academics and researchers had thought that language may enable higher cognitive functions, and that without it we would lose other high level skills. However, the study has shown that even when the brain is rendered incapable of using or understanding language, it can still retain mathematical ability, another high-level intellectual function.

Sabe-se que, por volta dos anos 70, o paradigma teórico behaviorista já se havia desgastado. Requeria-se uma teoria de desenvolvimento que desse conta de uma criança cognitivamente ativa e linguisticamente criativa, em contraposição à criança objeto da ação condicionante do meio antes apresentada pela chamada Teoria Geral da Aprendizagem, que havia dominado a Psicologia Evolutiva norte-americana na primeira metade do século.

O discurso da Epistemologia Genética de Piaget (Piaget, 1976), enfatizando a ação da criança sobre o meio físico, da qual decorreria a construção de estruturas cognitivas fundamentais para todo o tipo de desenvolvimento - os esquemas sensório-motores - apresentava uma alternativa atraente àquela teoria. A teoria de Piaget passou a ser tomada como referência para a caracterização do desenvolvimento cognitivo da criança. A possibilidade de esta teoria de desenvolvimento *absorver* o desenvolvimento lingüístico (Inhelder, 1980; Sinclair, 1976a; 1976b) ou fornecer um modelo de desenvolvimento capaz de descrever o processo de desenvolvimento no domínio específico da linguagem gerou diferentes linhas de investigação sobre a aquisição da linguagem no contexto do desenvolvimento da criança.

No primeiro caso, a natureza estrutural da teoria de Piaget facilitou sua aproximação com o tipo de modelo formal de língua apresentado pela Teoria Lingüística, no que este tinha de descritivo. Nessa aproximação, o modelo de língua foi visto como *reduzível* à estrutura lógico-matemática passível de ser abstraída em todos os domínios da cognição, de acordo com a concepção de Piaget (Piaget, 1976; 1980). A gênese da língua ficava, assim, *submetida* à gênese dessa estrutura cognitiva, qual seja, aos esquemas sensório-motores formados a partir da ação da criança sobre o meio no primeiro ano e meio de vida, dispensando-se, com isso, a necessidade de uma especialização lingüística

Essa linha de investigação de Piaget foi muito criticada (Yamada, 1992) com o argumento de que as relações gramaticais não são redutíveis a relações lógico-matemáticas, dado que não há correlação entre medidas de complexidade sintática e morfológica e medidas de desenvolvimento cognitivo definidas nos termos das operações caracterizadas por Piaget. Os críticos defendiam que a dependência da língua ao desenvolvimento sensório-motor presente na proposta de Piaget em relação à língua era apoiada numa concepção filogenética insustentável.

Este trabalho defende o pensamento lógico-matemático na concepção de Piaget sustentando a que o raciocínio matemático pode existir sem a linguagem (linguagem dos

lingüistas) a partir do estudo publicado pela Academia Nacional de Ciências-Grã-Bretanha que mostra pacientes que perderam a capacidade de compreender a gramática e são capazes de realizar operações aritméticas complexas.

### **A Epistemologia Genética e o Pensamento Lógico-Matemático**

A teoria cognitiva desenvolvida por Jean Piaget (1896-1980) denominada epistemologia genética, parte do princípio que existe continuidade entre os processos biológicos de morfogênese e adaptação ao meio ambiente e a inteligência. Dentre as teorias contemporâneas de aprendizagem, seu trabalho, devido à pertinência com que suas preocupações epistemológicas, biológicas e psicológicas e lógico-matemáticas, têm sido difundido e aplicado para o ambiente educacional, em especial na didática e em alguns dos ambientes de aprendizagem auxiliados por computador. Para Piaget a evolução da lógica e da moral podem ser resumida em quatro estágios de desenvolvimento mental:

§ Sensório-motor.

§ Intuitivo ou simbólico.

§ Operatório concreto.

§ Operatório formal.

Quando a criança nasce a maneira que ela tem de conhecer o mundo é, sobretudo sensório-motor, ou seja, o desenvolvimento predominante é o das percepções e movimentos, não se podendo ainda dizer que a criança pensa. A evolução se dá na medida em que aprende a coordenar suas sensações e movimentos.

Num segundo momento (aproximadamente após dois anos), a lógica infantil sofre um salto, derivado da descoberta do símbolo. A realidade pode ser representada, no sentido que a palavra torna presente o que está ausente. É a época de estar centrada em si mesma, tanto no aspecto da afetividade quanto no conhecimento. Vive em um mundo de ausência de normas que só é superado aos três ou quatro anos, tornando-se mais sociável, sendo capaz de aceitar normas do mundo exterior.

O egocentrismo deve ser compreendido também no aspecto intelectual, já que não consegue transpor em pensamento a experiência vivida.

No terceiro estágio (sete a doze anos), a lógica deixa de ser puramente intuitiva e passa a ser operatória, sendo a criança capaz de interiorizar as ações de maneira concreta. Embora presa a experiência vivida, o pensamento torna-se mais coerente

permitindo construções lógicas mais elaboradas. A diminuição do egocentrismo ocorre, pois o discurso lógico tende a ser mais objetivo, confrontado com a realidade e com outros discursos.

O último estágio é o da adolescência, quando aparecem as características que marcarão a vida adulta. O pensamento lógico atinge o nível das operações abstratas, sendo o adolescente capaz de distanciar-se da experiência, de tal forma que pode pensar por hipótese.

O processo de desprendimento da própria subjetividade é sinal de que o egocentrismo intelectual está em processo de superação. Afetivamente, essa superação se realiza pela cooperação e reciprocidade. A capacidade de reflexão leva à organização autônoma das regras e à deliberação.

O desenvolvimento das estruturas mentais segue uma construção semelhante aos estudos da lógica, ou seja, o desenvolvimento da inteligência em seus sucessivos estágios segue uma seqüência coerente, podendo ser descrita em suas diversas etapas.

Para Piaget (1983) o desenvolvimento intelectual ocorre por meio de dois atributos inatos aos quais chama organização (construção de processos simples) e adaptação (mudança contínua que ocorre no indivíduo na interação com o meio).

Segundo Piaget (1983), as crianças são construtoras do próprio conhecimento. Esta construção, pode ser limitada pela restrita interação das mesmas com o seu ambiente. E é nesta interação que, Papert (1985) um dos estudiosos de companheiro de Piaget, afirma que através da ação física-mental do indivíduo, se dão as condições para a construção do conhecimento.

Vários pesquisadores piagetiano, entre eles Inhelder (1963), pesquisaram a construção dos e afirmaram que a hierarquia dessa construção é a mesma não havendo diferenças estruturais entre eles, desde que lhes sejam asseguradas condições externas de superação de seus limites.

## **Construção do Pensamento Lógico-Matemático**

O conhecimento lógico, matemático segundo Piaget (1978) é uma construção, e resulta da ação mental da criança sobre o mundo. O conhecimento lógico-matemático não é inerente ao objeto; ele é construído a partir das relações que a criança elabora na sua atividade de pensar o mundo. Contudo, da mesma forma que o conhecimento físico, ele também é construído a partir das ações sobre os objetos.

O conceito de número é um exemplo de conhecimento lógico-matemático. Ele é uma operação mental, e consiste de relações que não podem ser observáveis. O pensamento lógico-matemático consiste em uma construção mental que se deve a diversos estados de abstração.

Para Piaget (1978) o pensamento do sujeito é construído com a participação importante do grupo social ao qual está inserido. Dessa maneira, através das aquisições feitas a partir das relações sociais, as noções de pensamento e as regras lógicas, ultrapassam os limites da atividade individual e supõem a colaboração, cooperação entre os indivíduos. As regras lógicas são leis normativas necessárias às trocas interindividuais de pensamento, determinadas por uma necessidade social, em oposição à anarquia das representações espontâneas do sujeito.

Piaget (1978) estudou a gênese e a evolução do pensamento lógico da criança ao adulto, com o intuito de determinar o modo de sua construção. Ele procurava uma explicação estrutural das ações observadas em crianças. Essa busca produziu um princípio importante com respeito a essas ações: as ações do sujeito se organizam de maneiras distintas de acordo com as várias etapas de desenvolvimento. As formas de organização das ações, segundo o autor, são estruturas de conjunto que, a partir dessa ação "organizadora", criam significados que passam a integrar uma totalidade coordenada e estruturada. Surge, então, a tarefa de especificar qual estrutura de conjunto que viabiliza a obtenção cognitiva característica de cada período de desenvolvimento da inteligência. Sendo assim, para compreender o que uma criança pode ou não fazer em determinada etapa e construir na próxima, se faz necessária a descoberta da estrutura de conjunto que a está permeando.

Partindo dessa constatação, Piaget (1978) ao longo de suas pesquisas, procurou descrever como surge no sujeito, a construção das estruturas de conjunto características dos períodos operatórios do pensamento da criança utilizando-se, para isso, da linguagem da lógica e da matemática. Estas estruturas de conjunto são apresentadas através da linguagem lógico-matemática, constituindo o objeto de estudo da lógica operatória.

Segundo Piaget (1978), a lógica operatória descreve, então, as estruturas de conjunto da lógica natural dos sujeitos, através do aparelho teórico da lógica formal e da matemática. Esta lógica aparece como uma construção intermediária entre a lógica natural dos indivíduos e a lógica formal dos lógicos. Em resumo, a lógica operatória constitui os modelos formais que representam esta lógica natural, tais como o agrupamento de classes e de relações e o grupo das transformações proposicionais.

A teoria de desenvolvimento cognitivo proposta por Piaget, ajuda a compreender que o pensamento matemático não é, em essência, diferente do pensamento humano mais geral, no sentido de que ambos requerem habilidades como intuição, senso comum, apreciação de regularidades, senso estético, representação, abstração e generalização. A diferença que pode ser considerada é no universo de trabalho: na Matemática os objetos são de caráter abstrato e são rigorosos os critérios para o estabelecimento de verdades.

Os estudos de Piaget evidenciam já nos primeiros anos de vida os primórdios destas habilidades. Sua teoria procura explicar o complexo processo através do qual se dá o desenvolvimento das funções cognitivas da inteligência. Através de suas cuidadosas observações e entrevistas clínicas, 'disseca' os diversos estágios deste processo, mostrando a contínua evolução das estruturas mentais, e cujo estado mais avançado se caracteriza pelo pensamento formal abstrato.

Para melhor entendimento do processo evolutivo das estruturas cognitivas, Piaget (1973) destacou três estágios básicos. Na construção dos primeiros esquemas de natureza lógico-matemática as crianças se apoiam em ações sensório-motoras sobre objetos materiais e através de exercícios de repetição espontânea chegam ao domínio e generalização da ação (estágio pré-operatório). O segundo estágio caracteriza-se pelo aparecimento das operações, as ações em pensamento; mas nesta fase as crianças ainda dependem dos objetos concretos para que as ações se constituam em conceitos (estágio operatório concreto). E finalmente atingem o estágio das operações sobre objetos abstratos, já não dependendo mais de ações concretas ou de objetos concreto; é a constituição do pensamento puramente abstrato ou formal.

O que se quer destacar é o quanto o processo de aprendizagem se baseia na ação do sujeito; inicialmente, as ações concretas sobre objetos concretos respondem pela constituição dos esquemas, e no último estágio, as ações abstratas (operações) sobre objetos abstratos respondem pela constituição dos conceitos (ações mentais abstratas). Diz Piaget (1974): "só falaríamos de aprendizagem na medida em que um resultado

(conhecimento ou atuação) é adquirido em função da experiência, essa experiência podendo ser do tipo físico ou do tipo lógico-matemático ou os dois". Para Piaget o que interessa como aprendizagem são as experiências de caráter mental que não dispensam as de caráter físico, não prescindem destas, mas por outro lado não se reduzem às mesmas.

Já no primeiro estágio de desenvolvimento, na construção e coordenação de esquemas evidencia-se o uso de regras muito próximas a da lógica – associação (união), generalização (inclusão), restrição (interseção). Percebe-se uma construção espontânea de estruturas lógicas - matemáticas, que se aproximam das utilizadas no desenvolvimento do conhecimento matemático. É a gênese do pensamento lógico-matemático, que se apresenta na forma de generalização de ações e coordenação de esquemas.

Segundo Piaget (1973):

O papel inicial das ações e das experiências lógico matemáticas concretas é precisamente de preparação necessária para chegar-se ao desenvolvimento de espírito dedutivo, e isto por duas razões. A primeira é que as operações mentais ou intelectuais que intervêm nestas deduções posteriores derivam justamente das ações: ações interiorizadas, e quando esta interiorização, junto com as coordenações que supõem, são suficientes, as experiências lógico matemáticas enquanto ações materiais resultam já inúteis e a dedução interior se bastará a si mesmo. A Segunda razão é que a coordenação de ações e as experiências lógico matemáticas dão lugar, ao interiorizar-se, a um tipo particular de abstração que corresponde precisamente a abstração lógica e matemática.

Todo o processo é permeado pelo desenvolvimento, concomitante, da função representativa; é a representação mental que permite a transição da ação sensório-motora à ação abstrata. Os esquemas evoluem para conceitos e as ações para operações através da tomada de consciência, definida por Piaget como a reconstituição conceitual do que tem feito a ação.

Becker (1997), a luz da teoria de Piaget, diz:

É fácil vislumbrar o que isto significa para a aprendizagem. O esquema, generalização no plano da ação concreta, poderá



mediante progressivas tomadas de consciência, tornar-se conceito, generalização no plano mental ou intelectual. Dos limites do real passa-se ao possível... (p.56).

Os desequilíbrios entre experiência e estruturas mentais é que fazem o sujeito avançar no seu desenvolvimento cognitivo e conhecimento, e Piaget procurou mostrar o quanto este processo é natural. O novo objeto de conhecimento é assimilado pelo sujeito através das estruturas já constituídas, sendo o objeto percebido de uma certa maneira; o ‘novo’ produz conflitos internos, que são superados pela acomodação das estruturas cognitivas, e o objeto passa a ser percebido de outra forma. Neste processo dialético é construído o conhecimento. O meio social tem papel fundamental na aceleração ou retardação deste desenvolvimento; isto se evidencia nas estruturas cognitivas que apresentam indivíduos que vivem em meios culturalmente pobres.

Na formação matemática dos alunos, além de pretender-se a construção de uma sólida base de conhecimento na área, deve-se estar atento para a riqueza intelectual que decorre do constante desenvolvimento cognitivo do sujeito quando a ele propicia-se imersão no processo do ‘fazer matemática’, que nada mais é que o processo dinâmico “assimilação versus acomodação” de construção simultânea de conhecimento matemático e de estruturas mentais.

O conhecimento lógico-matemático resulta da ação mental da criança sobre os objetos. Portanto, ele não pode ser ensinado por repetição ou verbalização. As experiências com crianças demonstram a existência de um setting default (um sistema especializado em lidar com certas informações) nas capacidades cognitivas, anterior à experiência. Baseada nisso, a teoria psicológica moderna assume que a mente não é uma tabula rasa, e procura descobrir que princípios cognitivos estão instalados a priori em cada espécie animal. Essa vertente também é chamada de psicologia vertical., por oposição a uma psicologia horizontal., segundo a qual a capacidade intelectual seria indivisa, ou seja, a mente se dedicaria ora a uma, ora a outra tarefa.

Quando Piaget propõe uma autoconstrução do conhecimento pela criança, ele sugere que há uma capacidade cognitiva genérica, e sua aplicação aos diferentes tipos de percepções seria auto-instaurada por etapas, da percepção sensório-motora para a espacial, para a verbal concreta, para as abstrações da linguagem e para operações matemáticas. As ciências da cognição, atualmente, vêm descobrindo uma criança com módulos especializados geneticamente programados. Os módulos guiam-se por princípios inatos que computam a seu modo os dados captados pelos órgãos sensoriais,

e cada módulo dá atenção a um tipo de dados, faz com eles operações específicas e entrega os resultados a outro módulo.

É evidente que a maior parte dessa computação não emerge à consciência. Certas patologias podem afetar seletivamente algumas operações da mente e levar a disfunções estranhas: afasias (limitações no entendimento e uso da linguagem), agnosias (limitações na compreensão de estímulos recebidos) e casos de genialidades peculiares conhecidas como “idiots savants”.

### **Os argumentos de Chomsky**

A Psicolinguística conta com a contribuição de muitos estudiosos com suas teorias e pesquisas. Chomsky, autor da teoria Gramática Transformacional (GT) e da teoria conhecida como Inativista/ Nativista, através de seus estudos, defende que todos nascemos com competência linguística e a língua é um conhecimento produtivo. A competência é a capacidade de se comunicar por meio de sistemas de sinais vocais (línguas) e o desempenho é o comportamento linguístico, os efetivos atos da fala, as utilizações circunstanciadas das virtualidades desses sistemas.

Pode-se distinguir a competência universal como domínio de um complexo de princípios gerais inatos que subjazem às gramáticas de todas as línguas, e a competência particular como o domínio de sistemas de regras específicas de uma língua, internalizado pelos falantes graças a convivência linguística, e que vem a constituir seu saber linguístico, o saber de sua língua nativa, e, eventualmente, outras línguas que forem adquirindo (Luft, 2000 p.34).

Chomsky insiste no fato de que, no processo de aquisição da língua, antes e fora da escola, a criança vai construindo, para si mesma, sem a verbalizar e sem dar conta disso, uma “teoria” da língua a que se vê exposta:

“Em termos formais[...] podemos escrever a aquisição da língua pela criança como uma variedade de construção de teoria. A criança descobre a teoria de sua língua com uma pequena quantidade de dados dessa língua.[...] o que a criança aprende é a teoria subjacente ideal. É esse um fato notável. Devemos ter em mente também que a criança constrói essa teoria ideal sem instrução implícita, que adquire esse conhecimento numa fase que não é capaz de grandes desempenhos intelectuais em muitas outras áreas, e que essa realização é relativamente independente da inteligência” (Chomsky et alii, 1970:35-6).

## A Pesquisa realizada na Universidade de Sheffield

Os participantes da pesquisa realizada na Universidade de Sheffield (S.A., 57 anos; S.O., 56 anos; e P.R., 59 anos) estão acometidos de profunda afasia aguda<sup>5</sup>. Uma equipe de pesquisadores da Universidade de Sheffield demonstrou que pacientes que perderam a capacidade de compreender a gramática ainda são capazes de realizar operações aritméticas complexas.

O estudo questiona a crença de que a linguagem é o principal fator responsável de diferença entre o processo de raciocínio humano e o das outras espécies animais. "Estamos indo contra a afirmação de que é a linguagem que permite ao indivíduo desempenhar funções intelectuais complexas", disse Rosemary Varley, uma das autoras da pesquisa.

Os pesquisadores acompanharam três pacientes que sofriam de afasia aguda - eles haviam perdido a capacidade de compreender ou de produzir linguagem gramaticalmente correta.

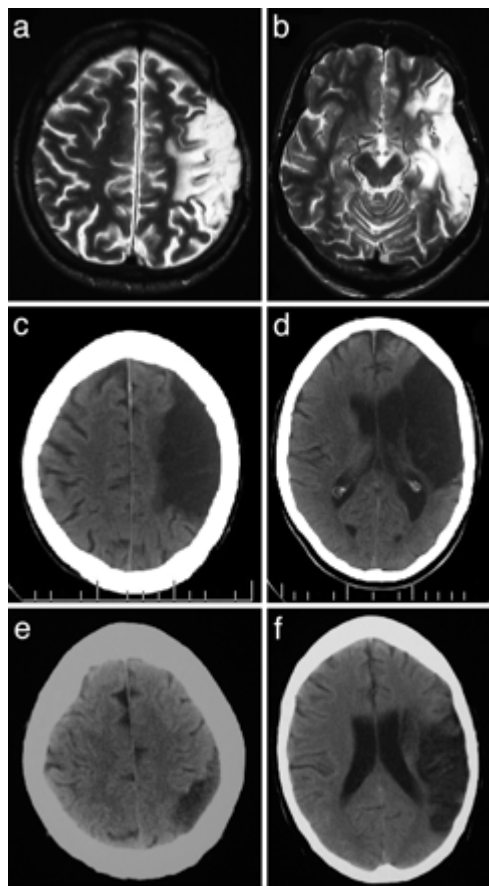
Eles compreendiam, por exemplo, o significado das palavras "leão", "caçou" e "homem", mas não eram capazes de diferenciar a frase "O leão caçou o homem" da sentença "O homem caçou o leão".

Mas os pacientes não tiveram quaisquer problemas para realizar operações matemáticas como 52 menos 11 e 11 menos 52.

"Ainda que tenham profundas dificuldades lingüísticas, estes pacientes mostraram avançadas habilidades cognitivas, o que demonstra haver uma autonomia entre linguagem e pensamento", disse Rosemary Varley.

---

<sup>5</sup> A afasia é por si só a perda da capacidade e das habilidades de linguagem falada e escrita. A comunicação pela linguagem falada é peculiar aos seres humanos, sendo diferencialmente localizada no hemisfério esquerdo e se correlacionando com assimetrias anatômicas (lobos frontal e temporal). A afasia é um sintoma comum na neurologia clínica, muitas vezes como consequência de um acidente vascular cerebral cuja localização geralmente se dá junto à artéria cerebral média esquerda ou nos ramos junto à região do cérebro responsável pela linguagem. Outras podem ser causadas por infecções e manifestações degenerativas locais comprometendo a área especificada. Afasia aguda é a perda de todas as capacidades de linguagem: compreensão, fala, leitura e escrita, sendo causado geralmente por um infarto completo no território da artéria cerebral média esquerda; os pacientes, sendo assim, também apresentam geralmente hemiplegia direita (total perda de força no lado direito do corpo), além de demência associada; o prognóstico é mais reservado.



**Fig. 1.** Tomografia computadorizada da estrutura cerebral dos pacientes S.A. (*a e b*), S.O. (*c e d*), e P.R. (*e e f*).

Observa-se abaixo alguns cálculos realizados pelos três participantes do estudo na Universidade de Sheffield:

$$\begin{aligned}
 50 - ((4 + 7) \times 4) &= 50 - (11 \times 4) && = 6 \\
 80 - ((6 + 14) \times 2) &= 80 - (20 \times 2) && = 40 \\
 8 + ((3 \times 7) \times 2) &= 8 + (21 \times 2) && = 50
 \end{aligned}$$

a. SA

$$100 - ((2 + 3) \times 5) = 20 = 75$$

$$4 + ((4 \times 2) \times 10) =$$

$$4 \times ((7 + 7) - 9) = 20$$

b. SO

$$50 - ((4 + 7) \times 4) = 6$$

$$80 - ((6 + 14) \times 2) = 70^*$$

$$8 + ((3 \times 7) \times 2) = 50$$

c. PR

\* Note: operator error

Mais alguns cálculos realizados pelos três participantes do estudo na Universidade de Sheffield:

$$\begin{array}{l}
 3 \times (4 + 16 \div 2) = 30 \\
 3 \times (4 + 16) \div 2 = 30 \\
 3 \times 4 + (16 \div 2) = 20
 \end{array}$$

a. SA

$$\begin{array}{l}
 (7+4) \times 3 + 17 = 50 \\
 7 + (4 \times 3) + 17 = 30 \\
 7 + 4 \times (3 + 17) = 87
 \end{array}$$

b. SO

$$\begin{array}{l}
 (7+4) \times 3 + 17 = 50 \\
 7 + 4 \times (3 + 17) = 87
 \end{array}$$

c. PR

## Considerações Finais

Trintas anos se passaram e fizeram-nos saber que não existem conhecimentos resultantes de um registo simples de observações, sem uma estruturação devida às atividades do sujeito. Mas também não existem (no homem) estruturas cognitivas a priori ou inatas: só o funcionamento da inteligência é hereditário e só engendra estruturas por uma organização de ações sucessivas exercidas sobre objetos. Daqui resulta que uma epistemologia conforme com os dados da psicogênese não poderia ser nem empirista nem pré-formista, mas consiste apenas num construtivismo, com a elaboração contínua de operações e de estruturas novas. O problema central é, então, compreender como se efetuam estas criações e por que razão, visto resultarem de construções não pré-determinadas, se podem tomar logicamente necessárias, durante o desenvolvimento

Ficamos então a compreender por que é que, ao simpatizar plenamente com os aspectos transformacionais da doutrina de Chomsky, não podemos aceitar a hipótese do seu «núcleo fixo inato». Segundo Piaget, isto se deve a duas razões:

“ A primeira é que, biologicamente, esta mutação própria da espécie humana seria inexplicável: já não vemos de forma alguma porque é que o acaso das mutações torna o ser humano apto a «aprender» uma linguagem articulada, e se, por outro lado, fosse preciso atribuir-lhe o inatismo de uma estrutura lingüística racional, isso seria desvalorizar esta submetendo-a a tais acasos e fazendo da razão, com K. Lorenz, uma coleção de simples «hipóteses de trabalho». O nosso segundo motivo é que o «núcleo fixo» inato, manteria todas as suas virtudes de «núcleo fixo» se não fosse inato, mas constituía o resultado «necessário» das construções próprias à inteligência sensorio-motora, anterior à linguagem e resultando das auto-regulações, ao mesmo tempo orgânicas e comportamentais que determinam esta epigênese. Decerto é esta explicação de um «núcleo fixo» não inato, mas produzido pela inteligência sensorio-motora, que, por fim, foi admitida por autores como R. Brown, E. Lenneberg e D. Mac Neill e isso mostra suficientemente que a hipótese do inatismo é inútil para a coerência do belo sistema de Chomsky. (In Jean Piaget e Noam Chomsky (org.), Teorias da Linguagem, Teorias da Aprendizagem, trad. port. de Rui Pacheco , Lisboa: ed. 70, 1985, pp. 51-62)

Devendo a sua origem a Kant, e a sua integração na psicologia contemporânea a Bartlett (1932) e Piaget (1937, 1970), a teoria dos esquemas cognitivos veio a ser verdadeiramente integrada na psicologia cognitiva apenas a partir dos anos sessenta

acompanhando a evolução dos modelos da ciência cognitiva. Os esquemas foram utilizados para explicar a influência ativa da experiência passada no processamento de nova informação.

Trinta anos se passaram e, hoje, temos, então, a perspectiva de que os indivíduos desenvolvem estruturas de conhecimento pela interação com o meio. Estas podem ser referidas como esquemas e representam associações entre unidades de informação. Deste modo surge um modelo que supõe a existência de níveis diversificados dos processos de conhecimento. Os esquemas produzem representações da experiência que são coerentes, unificadas, confirmadoras das expectativas e consistentes com o conhecimento.

Em síntese, quando um esquema é ativado, o seu conteúdo influencia as percepções, interpretações, associações e memórias num dado momento. Nesta perspectiva os esquemas têm uma função adaptativa por organizarem a multiplicidade de experiências em padrões coerentes, facilitando o pensamento e a ação eficiente.

Mas por serem construções abstratas, os esquemas também podem explicar os erros, distorções e omissões que as pessoas fazem no processamento da informação.

Estudos sobre o modo como o conhecimento evolui baseados na teoria de Piaget e em contribuições recentes de seus colaboradores constituíram o substrato teórico deste trabalho. A Epistemologia Genética de Jean Piaget tem, por objetivo, estudar como o conhecimento passa de um estado de validade inferior para um outro maior, superior. A Psicologia Genética, por sua vez, tem como fim o estudo da passagem de um estado de equilíbrio inferior a um superior.

Hoje, 30 anos após o debate de Piaget e Chomsky, as contribuições da Cibernética e da Inteligência Artificial, entre outros fatores, propiciaram o estabelecimento de relações entre a Epistemologia e a Psicologia Genética, constituindo o que modernamente a escola de Genebra entende como **Construtivismo Psicológico** e **Construtivismo Epistemológico**. Uma fecunda cooperação entre essas duas disciplinas iniciou-se através das ligações entre os últimos trabalhos de Piaget sobre as investigações psicológicas do sujeito cognoscente e os estudos desenvolvidos por Minsky, Papert e Inhelder.

De fato, a Escola de Genebra propõe-se atualmente a investigar o Construtivismo Psicológico, ou seja, a funcionalidade da inteligência, mais do que a análise estrutural, geral do pensamento, que constitui o **Construtivismo Epistemológico**.



O **Construtivismo Psicológico** resgata os primeiros estudos de Piaget sobre a linguagem e pensamento da criança e sobre a inteligência sensório-motora, em que este autor apresenta uma psicologia do funcionamento da inteligência. Ao mesmo tempo, essa linha de investigação enriquece os primeiros trabalhos de Piaget com processos psicológicos mais complexos, que dizem respeito à elaboração de procedimentos e à representação semiótica.

A Inteligência Artificial e os estudos sobre a epistemologia Genética de Piaget permitiram uma nova ótica do funcionamento intelectual, que visa as condutas do indivíduo, mostrando como este reorganiza seus objetivos para chegar a realizar suas tarefas. Centram-se pois, sobre o caráter temporal das condutas do sujeito psicológico, estuda e descreve os procedimentos do sujeito idiossincrático, cuja elaboração se efetua em contextos práticos e comuns, em uma escala temporal, destacando a interação entre o sujeito e o objeto e analisando em detalhes as condutas cognitivas, ou seja, os encadeamentos, os cortes de ações, a atribuição de significação às tarefas, as escolhas dos instrumentos de conhecimentos postos em ação e o controle e a pertinência das ações aos fins a que se propõe o sujeito.

Trinta anos após o debate entre Piaget e Chomsky, podemos dizer que o pensamento lógico-matemático não depende da linguagem (dos lingüistas) pois verificamos que pacientes que perderam a capacidade de compreender a gramática, em período de conflitos, de transição, onde se verifica a abertura para "novos possíveis" e o predomínio das acomodações (diferenciações) sobre as assimilações (generalizações), são capazes de realizar operações aritméticas complexas.

O debate entre Piaget e Chomsky está longe de terminar apesar do estudo realizado na Universidade de Sheffield e das considerações feitas neste trabalho pois este debate é como o cristal e a chama, de Calvino: *“de um lado o cristal (imagem da invariância e de regularidade das estruturas específicas) e de outro a chama (imagem da constância de uma forma global exterior, apesar da incessante agitação interna)”*. A exatidão do fogo Calvino associa **Piaget** "partidário do princípio da “ordem do rumor”, ou seja, da chama. Ao cristal vincula **Chomsky**, "partidário do self-organizing-system, ou seja, do cristal. Afirma que *“o cristal e a chama, duas formas de beleza perfeita da qual o olhar não consegue desprender-se, duas maneiras de crescer no tempo, de desprender a matéria circunstante, dois símbolos morais, dois absolutos”*.

## Referências Bibliográficas

- BATES, E., L. CAMAIONI & V. VOLTERRA. **The acquisition of performatives prior to speech.** In: E. Ochs & B.B. Scheffehn (eds.) *Developmental Pragmatics*. New York: Academic Press, 1979.
- BARTLETT, F. C.. **Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology** Cambridge, Cambridge University Press, 1932.
- CALVINO, Italo. *Seis Propostas para o Próximo Milênio - Lições Americanas*. Companhia das Letras: São Paulo, 1990.
- BATES, E. & B. MACWHINNEY. **Functionalist approaches to grammar.** In: E. Wanner & L. Gleitman (eds.) *Language Acquisition: The State of the Art*. New York: CUP, 1982.
- BECKER, F. **Da ação à operação.** São Paulo: Palmarinca, 1997.
- BLOOM, L. *Language Development: Form and Function in Emerging Grammars*. Cambridge, Mass: MIT Press, 1970.
- BOWERMAN, M. *Early Syntactic Development: A Cross-linguistic Study, with special reference to Finnish*. Cambridge: CUP, 1973.
- CHOMSKY, N. **Review of Skinner's Verbal Behavior.** In: L.A. Jakobovits & M.S. Miron (eds.) (1967) *Readings in the Psychology of Language*. Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall, 1959.
- \_\_\_\_\_ *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge, Mass.: The MIT Press, 1965.
- \_\_\_\_\_ *Lectures on Government and Binding*. Dordrecht: Foris, 1981.
- \_\_\_\_\_ *Knowledge of Language*. New York: Praeger, 1986.
- \_\_\_\_\_ *The Minimalist Program*. Cambridge, Mass: The MIT Press, 1995.
- \_\_\_\_\_ **New Horizons in the Study of Language.** *D.E.L.T.A.*, 13. Edição Especial: Chomsky no Brasil: 1-20, 1997.
- CHOMSKY et alii. *Novas Perspectivas Lingüísticas*. Petrópolis: Vozes, 1970: 115-28.
- INHELDER, Barbel. **Le daignostic du raisonnement chez lês débiles mentaux.** 3 ed. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé, 1963.
- INHELDER, B. **Cognitive schemes and their possible relativons to language acquisition.** In: M. Piatelli-Palmerini (ed.) *Language and Learning: The Debate between Jean Piaget and Noam Chomsky*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1980.

- LUFT, Celso Pedro. **Língua e Liberdade**. Ática.2000.8ªed.
- PAPERT, S. **A Máquina das crianças: repensando a escola na era da Informática**. Porto Alegre: Artes Medica, 1994.
- PAPERT, S. **Computadores e conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Unicamp, 1993.
- PAPERT, S. **LOGO: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1995.
- PIAGET, J. **A Representação ao Mundo da Criança**. Rio de Janeiro: Record, 1926.
- PIAGET, J. **Biologie et connaissance**. Paris: Gallimard, 1967.
- PIAGET, J. **A formação do símbolo na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1971.
- PIAGET, J. **Aprendizagem e Conhecimento, em Piaget, P. & Gréco, P.,** Aprendizagem e Conhecimento. Rio de Janeiro: Freitas Bastos 1974.
- PIAGET, J. **Biologia e conhecimento**. Petrópolis, Vozes, 1973a.
- PIAGET, J. **Comments in Mathematical Education, em A. G. Howson (ed)** Proceedings of the Second, 1973b.
- PIAGET, Jean. **Epistemologia Genética**. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda. 1976.
- PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. 3.ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.
- PIAGET, J. **A epistemologia genética: sabedoria e ilusões da filosofia; problemas de psicologia genética**. 2.ed. São Paulo: Abril Cultural, (Coleção Os Pensadores), 1983.
- PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. 21.ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1995.
- PIATELLI-PALMERINI, M. *Language and Learning: The Debate between Jean Piaget and Noam Chomsky*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1980.
- \_\_\_\_\_ **Ever since language and learning: afterthoughts on the Piaget-Chomsky debate**. *Cognition*, **50**: 1994, 315-346.
- SCHLESINGER, I. M. **Production of utterances and language acquisition**. In: D.I. Slobin (ed.) *The Ontogenesis of Grammar*. N.Y.: Academid Press, 1971.
- SINCLAIR. **Developmental Psycholinguistics**. In: B. Inhelder & H.H. Chipman *Piaget and His School: A Reader in Developmental Psychology*. New York: Springer-Verlag, 1976a.
- \_\_\_\_\_ **Epistemology and the study of language**, In: B. Inhelder & H.H. Chipman *Piaget and His School: A Reader in Developmental Psychology*. New York: Springer-Verlag, 1976b.

SNOW, C.E. **Young children's responses to adult sentences of varying complexity.**

In: P. Fletcher & M. Garman. *Language Acquisition*. Cambridge: CUP Second Edition, 1986.

YAMADA, J.E. *Laura: A Case for the Modularity of Language*. Cambridge, Mass.:

The MIT Press, 1992.