



Psicologia: Reflexão e Crítica

ISSN: 0102-7972

prcrev@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Brasil

Eichler, Marcelo Leandro; Fagundes, Lea
Atualizando o Debate entre Piaget e Chomsky em uma Perspectiva Neurobiológica
Psicologia: Reflexão e Crítica, vol. 18, núm. 2, maio-agosto, 2005, pp. 255-266
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18818214>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Atualizando o Debate entre Piaget e Chomsky em uma Perspectiva Neurobiológica

Marcelo Leandro Eichler²

Lea Fagundes

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Resumo

Os entendimentos sobre a aquisição da linguagem e sobre as estruturas cognitivas estão em debate no seio das ciências, apesar de um grupo de acadêmicos, de forma retórica, insistir em desmerecer o modelo construtivista piagetiano em favor de um inatista ponto de vista chomskyano. Nesse artigo, retoma-se o clássico debate entre esses dois sistemas de conhecimento, sob uma perspectiva psicobiológica e apresentando recentes estudos neurobiológicos que sugerem a correção do compromisso entre o inato e o adquirido.

Palavras-chave: Construtivismo; inatismo; epistemologia genética; neurobiologia.

Updating the Debate between Piaget and Chomsky in a Neurobiological Perspective

Abstract

The understandings of language acquisition and of cognitive structures are in debate in the center of the cognitive sciences, despite of a group of academics who, in a rhetorical way, insists on despising Piaget's constructivist model, keeping a Chomskian innate point of view. This paper recalls the classical debate between these two knowledge systems, rethinking it in a psychobiological perspective and presenting recent neurobiological studies that suggest a correction of commitment between innate and acquired as pointed out by Piaget.

Keywords: Constructivism; innatism; genetic epistemology; neurobiology.

Eu não tenho, de forma alguma, a ambição de decidir entre um tudo e um nada, mas apenas a candura de querer diferenciar as situações e de julgar que ganhei em todos os planos. (Piaget, 1987, p. 399)

O debate em torno de teses parece ser uma das características da ciência. Uma visão tradicional em filosofia das ciências (Hegenberg, 1969) indica que o desenrolar do debate envolveria, de parte a parte, a exposição de dados (de informação, empíricos ou experimentais) e da tese que deles se retira por conclusão. A marcha dessa exposição levaria à necessidade de explicar ou justificar tais conclusões e, em muitos casos, envolveria uma argumentação ampla e matizada. O desenvolvimento da argumentação poderia conter: a) garantias teóricas, que são os enunciados hipotéticos a que se faz apelo para justificar a passagem dos dados à conclusão; b) qualificadores, que restringem as conclusões e estabelecem as condições e os termos em que ela se torna mais aceitável; e, c) suportes para as garantias, que se destina a conferir autoridade às garantias, trazendo mais legitimidade à afirmação.

discursos, aqueles que devem tomar partido, aqueles que fazem a tese em algum tribunal, conselho ou assembleia pública. Portanto, o retórico é hábil para convencer as pessoas sobre qualquer assunto, faz com que as pessoas oponham e conseguindo ser mais convincente do que o debatedor.

Por isso, alguém poderia pensar que a retórica é mais pertinente à política ou à advocacia do que à ciência, uma vez que pelo lado da ciência o sujeito poderia afastar seu tom de vaidade e de peyorativas da oratória, que aprofunda a vaidade pomposa e empolado, porém vazia, e a ciência, se estaria esvaziando o conteúdo.

No entanto, mesmo na ciência a retórica é usada como ferramenta de persuasão se tratando de divulgação (1998) desenvolveu um exame de divulgação e das estratégias argumentativas e de divulgação em *das Espécies*, de Charles Darwin.

favorável à teoria; m) examinar detidamente os aspectos aparentemente favoráveis da teoria que coloca a dificuldade ou a objeção e logo apontar sua deficiência; e, n) apelo à nossa ignorância (quando não se dispõe de razões a dar).

Nos livros de divulgação científica ou nos manuais didáticos da ciência cognitiva, p. ex., a maioria dessas estratégias argumentativas pode ser encontrada. Como não se quer ser demasiado retórico em relação ao cognitivismo tradicional, nas próximas seções situa-se o debate entre as perspectivas de Chomsky e de Piaget, procurando-se repensá-lo em uma perspectiva psicobiológica, indica-se alguns argumentos retóricos que são utilizados para deter o debate e, finalmente, apresenta-se uma revisão de artigos em neurobiologia que corroboram o compromisso entre o inato e o adquirido suposto por Piaget (1996).

Situando o debate

Em outubro de 1975 foi promovido pelo Centro Royaumont para uma Ciência do Homem um simpósio cujo objetivo era propiciar um debate entre os programas científicos de Chomsky (a lingüística generativa) e de Piaget (a epistemologia genética), considerados, à época, em pleno desenvolvimento e paradigmáticos. Esse debate contou com a participação de pesquisadores de diversas áreas como: lingüística, psicologia, epistemologia, neurobiologia, etologia, psicologia animal, antropologia, inteligência artificial e filosofia. Pensava-se, através desse debate, procurar possíveis relações entre o inato e o adquirido, entre estruturas biológicas e estruturas cognitivas.

Conforme o organizador do livro que resultou desse simpósio, Piattelli-Palmarini (1978/1987), ao realizar uma confrontação direta e aprofundada entre tais programas científicos, supunha-se chegar a uma síntese transdisciplinar dos temas em debate. Um objetivo, obviamente, muito audacioso. Uma demonstração menos ambiciosa desse debate pode ser encontrada, p. ex., nas entrevistas empreendidas, por Rieber e Voyat (1981), com alguns de seus participantes.

Nos próximos parágrafos, revisa-se esse debate, procurando mostrar alguns depoimentos dos debatedores. Obviamente, essa

lingüística, mesmo entre crianças com experiências diferentes, as estruturas singulares são adquiridas gramáticas comparadas às gramáticas da língua, assim como para as gramáticas, Chomsky sustenta a existência de um sistema fixo e geneticamente determinado que regula o desenvolvimento de toda linguagem.

Resumindo sua posição inicial no debate, Chomsky presume que a criança desenvolve a linguagem de forma análoga, balizadas pelo herdado. Assim, ele compara os órgãos físicos com o que chama de estruturas mentais. Tanto uns como outros seriam determinados por fatores próprios à espécie e geneticamente determinados. Em ambos os casos, a interação com o ambiente desencadeia o desenvolvimento, porque influencia o que se desenvolve e as modela. Chomsky defende que a interação do organismo com o ambiente é insuficiente para determinar o caráter e a origem das estruturas mentais (as estruturas sintáticas das linguagens). Ou seja, o inato na origem dessas estruturas mentais.

Por outro lado, conforme Piaget (1978), no início do debate, não existiriam no homem estruturas *a priori* ou inatas. Somente o funcionamento hereditário, engendrando as estruturas a partir de ações sucessivas exercidas sobre os objetos mentais. Por isso, ele compreende que o problema central do debate é entender como se desenvolvem as estruturas cognitivas e porque, resultando de condições determinadas, elas podem se tornar logicamente necessárias durante a ontogênese.

Nesse sentido, Piaget assevera que, assim como as estruturas biológicas, a auto-regulação também é comum às estruturas mentais, cujas raízes são evidentemente biológicas. A regulação é, ao mesmo tempo, capaz de controlar o desenvolvimento de se ultrapassar sem cessar. Ao se ultrapassar, a regulação se torna uma auto-organização, que conduz a uma nova etapa. Portanto, Piaget sugere que é na direção da auto-organização, não apenas na hereditariedade, que convém procurar a origem biológica das construções cognitivas e da aquisição da linguagem.

Nesse momento, cabe lembrar que nes

serão a linguagem e a cognição geneticamente determinadas (Chomsky) ou auto-organizáveis na interação entre o agente e o ambiente (Piaget)?

Durante o debate em si, Chomsky criticou o fato das estruturas cognitivas desenvolvidas pelo espírito serem geralmente consideradas e estudadas de forma diferente das estruturas orgânicas desenvolvidas pelo corpo. Por isso, sugere que: *não há razão alguma para que um pesquisador independente, livre de qualquer doutrina tradicional, adote esta maneira de ver* (p. 65). Então, aconselha que o pesquisador aborde o estudo de estruturas cognitivas, como a linguagem humana, de uma maneira análoga àquela segundo a qual estudaria um órgão como o olho, o fígado ou o coração, procurando determinar: 1) as suas características num indivíduo dado; 2) as suas propriedades gerais, invariáveis de uma espécie para outra, fazendo abstração de qualquer ausência flagrante; 3) o seu lugar num sistema de estrutura desse tipo; 4) o curso do seu desenvolvimento no indivíduo em questão; 5) o fundamento geneticamente determinado deste desenvolvimento; e, 6) os fatores que fizeram nascer esse órgão mental no decurso da evolução. Dessa forma, Chomsky supõe que se confirmaria o determinismo genético na emergência da gramática universal e de outras estruturas cognitivas.

Essa proposta parece necessitar de uma aclaração sobre as efetivas relações entre o indivíduo (pontos 1 e 4) e a espécie do qual faz parte (pontos 2, 3, 5 e 6). Em outros termos, pode-se dizer que é necessário procurar pelas relações entre a ontogênese e a filogênese, e isso em relação à cognição e à linguagem.

O programa científico de Piaget (1970, 1977, 1967/1996) não se eximiu de tais necessidades. Porém, Chomsky nega a plausibilidade da hipótese piagetiana de que as construções da inteligência sensório-motora possibilitam o caráter da função mental. Essa negação tem como âncora a sua analogia dos órgãos mentais, pois tal hipótese lhe parece tão difícil como aceitar afirmações segundo as quais as propriedades fundamentais do olho, ou do córtex visual, ou do coração se desenvolvem a partir das ações sensório-motoras.

Como sempre, é preciso um certo cuidado com a interpretação de teses, pois conforme indicou Papert (1978/1987)

organização cognitiva cada vez mais complexa (Papert, 1978/1987). Além do mais, é preciso considerar as estruturas inatas, para as quais existem provas de sua existência *no sistema nervoso central* (Toulmin, 1970/1978).

Isso é útil para pôr em perspectiva o desenvolvimento do sistema cognitivo. No caso do bebê, tem-se o estado inicial. Com o tempo, ele atinge o estado final. Entre esses dois estados, existem vários estados intermediários, que são úteis para o desenvolvimento. Com isso, é possível entender a parte da obra de Piaget esteve dedicada às entidades intermediárias suscetíveis de serem precursoras das estruturas cognitivas. Até na criança, seja qual for a sua idade (1978/1987), S_0 e S_f são estruturas diretamente acessíveis. Por consequência, entre diferentes observadores de uma mesma estrutura, através de suas proposições teóricas, há uma que está sendo revisado.

Nessa compreensão, segundo Piaget, as capacidades particulares que Chomsky chama de gramática universal (que constrange a seleção de palavras e de estruturas muito específicas para serem verossímeis) quais poderiam ser as suas contrapartidas? Seria propriamente uma regra lingüística precursora mais geral o que, em si, constitui uma posição mais piagetiana (Papert, 1978/1987).

Além disso, Piaget indica que as estruturas da linguagem produzidos pela interação social são admitida, de forma independente, a linguagem, como Roger Brown (1973/1978) seja isso retórico poderia ser uma metáfora *do inatismo é inútil para a coerência do desenvolvimento* (1978/1987, p. 59).

Entretanto, em uma perspectiva mais ampla, verificar que, embora a metáfora

são descritas no adulto normal ou no decurso do desenvolvimento. Uma descrição satisfatória de qualquer comportamento, que superasse esse modelo de caixa negra, deveria obrigatoriamente incluir: 1) a anatomia dos circuitos neurônicos referidos; 2) a atividade desses circuitos; e, 3) os sinais que o organismo recebe através dos órgãos sensoriais. Tal tarefa parece ampla por demais na prática, mas é possível em teoria. Essa proposição, sem dúvida, é mais fácil de ser realizada em sistemas simples. P. ex., o determinismo genético é quase absoluto num pequeno invertebrado, um nematóide ou um crustáceo. Mas é bem menos rigoroso no cérebro de um vertebrado. Por isso, a dificuldade que se tem em sistemas mais complexos, como os associados à cognição, em geral, e à linguagem, em particular.

Conforme Changeux (1978/1987), a fraca quantidade de informação genética disponível contrasta com a extrema complexidade estrutural do sistema nervoso central. Por ocasião do debate, ainda, declarou que: *nada se obteve das tentativas para encontrar relações fundamentais entre codificação genética e armazenagem da informação no cérebro* (p. 268). Entretanto, Changeux indicou que já no começo do Século XX, o mecanismo proposto por Ramón y Cajal³ reteve a atenção de gerações de neurobiólogos: *o estado de atividade do sistema nervoso em desenvolvimento participa no estabelecimento da conectividade final* (p. 274). Nesse sentido, pode-se postular que *o programa genético dirige a interação conveniente entre as principais categorias de neurônios* (p. 276). Porém, como será mostrado em uma próxima seção, o funcionamento desse mecanismo ainda está em debate.

Após a entrada da perspectiva neurobiológica no debate, Piaget agradece a Changeux por ter analisado os compromissos possíveis entre ele e Chomsky. Também declara que, durante o simpósio, pretendeu encontrar esse compromisso, ao admitir a hereditariedade de funcionamento das próprias construções. Finalmente, ressaltou: *não conheço nada de neurologia, mas ao ler um trabalho de Paul Weiss⁴ sobre a formação do sistema nervoso, fui tocado pela sua recusa em admitir uma programação fixa e sua insistência em querer mostrar variações, possíveis também, segundo os indivíduos* (p. 281).

Na introdução do livro que resultou do simpósio, apesar das manifestações divergentes arroladas até aqui, o seu

encarregarão de precisar a natureza destes estados. A realização pertence ainda ao domínio da ficção científica. Doravante, é que esta identidade não parece colar-se de princípio. (p. 43)

Essa tendência de desautorizar, silenciosamente, a perspectiva que é divergente em relação a ela, com habilidade o arsenal retórico, é bastante usual em Piattelli-Palmarini e pode ser evidenciada nas introduções que faz a cada capítulo do livro.

Quase duas décadas depois do simpósio, Piattelli-Palmarini (1994) volta ao assunto do debate em um artigo. Ele presume que os recentes desenvolvimentos da linguagem generativa e os novos dados em aquisição associada a refinamentos teóricos da tese de Chomsky, a hipótese piagetiana que a linguagem é construída a partir de abstrações de esquemas sensorio-motores.

Este artigo não trata da gramática generativa, mas da linguagem natural, portanto não serão aqui apresentadas as teses de Chomsky que refutem ou corroborem as teses de Chomsky. Dessa forma, o parágrafo anterior serve para introduzir o artigo de Piattelli-Palmarini.

Conforme Piattelli-Palmarini (1994), Piattelli-Palmarini concordaria com Chomsky em todos os pontos, exceto quando chegando a afirmar que poderia haver um compromisso entre suas posições. Segundo sua compreensão, Piattelli-Palmarini o potencial divisor do debate sobre o inatismo é um não-debate (ou pelo menos não um debate sério). Piattelli-Palmarini também concordava que existe um núcleo fixo de atividades mentais, inclusive a linguagem, que é considerado pela biologia humana. O único ponto em que Piattelli-Palmarini avalia a exata natureza deste núcleo fixo é a especificidade. Nesse novo debate, a perspectiva piagetiana consistiria na minimização do papel de fatores biológicos, a chomskyana indicaria a maximização desses fatores.

No mesmo artigo, mais adiante, Piattelli-Palmarini conjectura que a visão de Piaget sobre a natureza da evolução do núcleo fixo sofrera severa crítica por fatores moleculares presentes ao debate, citando

não demonstra que a convergência do pensamento entre os biólogos Piaget e Changeux se dá basicamente sobre os mesmos autores: Ludwig von Bertalanffy e Ernst Mayr, p. ex.

Seguindo o curso da argumentação, Piattelli-Palmarini (1994) supõe que a falta de percepção de Piaget em compreender as diferenças fundamentais entre as suas posições e as de Chomsky foi, em essência, responsável pela lacuna entre o debate surgido no simpósio e o debate posterior, que Piaget esperava ser hábil para idealizar. Para esse autor, com o passar dos anos, tornou-se evidente que o debate não foi o que Piaget esperava, além do mais *começou a ficar claro para qualquer um, exceto possivelmente para o próprio Piaget, que nenhum compromisso poderia possivelmente ser achado* (p. 321).

Esse é outro argumento teórico que pode ser contestado. Pode-se verificar, p. ex., a partir de uma interpretação da filosofia das ciências (Bunge, 1988; Bunge & Ardila, 1987) que a falta de compreensão estaria com Chomsky, a quem faltara, entre outras coisas, uma aclaração semântica sobre o termo ‘inato’. Bunge e Ardila (1987) alertam para não se fazer confusão entre os termos *herdado* e *inato*. Veja-se: o repertório de comportamento inato de um animal é parte do repertório de comportamento herdado. P. ex., todos os mamíferos podem mamar desde o primeiro momento, esse é um comportamento inato. Mas alguns não andam até vários meses depois, tal comportamento é herdado. Embora esteja também programado, não está maduro no momento do nascimento. Somente o organismo adulto possui completo o repertório da conduta herdada. Em resumo, se dá a inclusão: *Inato C Herdado C Total*. Segundo Bunge, Chomsky não se ocupou de distinguir entre *inato* e *de nascimento* (herdado) quando afirmou que a gramática universal é um *esquema inato*. Bunge entendeu que a capacidade de aprender coisas tais como uma gramática universal é uma capacidade que possuímos *de nascimento*, mas que o processo real de aprendizagem não se dá até depois do estágio do balbucio.

A revisão empreendida por Piattelli-Palmarini (1994) compreendeu somente os trabalhos sobre o desenvolvimento em lingüística e aquisição da linguagem com viés em Chomsky.

Então, seguindo uma perspectiva de uma síntese de perspectivas através de uma pesquisa e de teorias de diversas áreas e quando isso não é possível, serão apresentadas nas próximas páginas de Piattelli-Palmarini (1994) que ele seria *tanto impossível como incoerente* para Noam Chomsky.

Repensando o debate

Conforme Bunge e Ardila (1987), para adquirir no Século XXI o *glamour* da primeira metade do Século XX, a segunda (e ainda hoje). Entretanto, a chegada nesse patamar envolve uma revolução filosófica da comunidade de psicologia, com dados experimentais disponíveis e um amplo do pensamento científico. A psicologia poderia assumir muitos nomes, um novo.

Para esses autores, seria preciso uma revolução do desenvolvimento (ou genética) explicaria. Portanto o desenvolvimento é compreendido como um processo biológico neural entrelaçado com socialização. A biopsicologia desenvolvimentista, portanto, social incluiria a promessa de explicar o desenvolvimento. Entretanto, o debate não somente sobre o biosistema neural.

Na perspectiva psicobiológica, o comportamento é um resultado de processos que são algumas vezes provocados por fatores externos. Portanto, considera-se que os processos cerebrais de um tipo especial. Portanto, os comportamentos e mentais, portanto, são agrupados em três grandes famílias. As atividades motoras seriam as funções neuromusculares. Os processos emocionais (medo, ódio, raiva, ansiedade, etc.) estariam relacionados à atividade emocional.

emergentismo se expressa por uma tese segundo a qual a mentalidade é uma propriedade emergente que somente possuem os animais dotados de um sistema nervoso extremamente complexo e plástico. Assim, nessa perspectiva, compreende-se que:

... o SNC [sistema nervoso central] não é uma entidade física – nem, em particular, uma máquina – senão que é um biosistema, isto é, uma coisa complexa dotada com propriedades e leis peculiares dos seres vivos, algumas *muito* peculiares – ou seja: algumas das leis e propriedades que possui o SNC não as compartilham todos os biosistemas. (p. 28)

Como todo biosistema, o SNC não é invariável, ele tem tanto uma história em relação à vida do animal (ontogênese), quanto ao longo da história das populações animais (filogênese). Presume-se que deva existir, ainda, algum grau de integração entre essas histórias.

É necessário ressaltar que o materialismo emergentista não resolveu por si só o problema mente-cérebro. Não o fez e não o fará porque o materialismo emergentista é uma filosofia que somente proporciona um andaime para a investigação científica detalhada dos principais problemas sobre o humano. Segundo Bunge (1988), essa empreitada científica pertence, principalmente, aos neurocientistas, aos psicólogos e aos neurologistas. E eles devem *atacar [esse problema] como cientistas, não como filósofos aficionados, nem como teólogos* (p. 230). É nesse sentido, que na seção anterior se quis evidenciar o uso da retórica na ciência. A seguir, restringe-se foco nos processos cognitivos.

Uma das mais vivazes e recentes controvérsias no debate sobre o inato e o adquirido está relacionada à aprendizagem da linguagem (Bunge & Ardila, 1987). Conforme o materialismo emergentista, compreende-se que a aprendizagem envolve a aquisição de funções neurônicas novas e requer a presença de sistemas neurônicos plásticos (também chamados de psicones). Dessa forma, a plasticidade é uma disposição neurônica, a aprendizagem sua realização (Bunge, 1988).

Em nível biológico, a aprendizagem consiste no reforço das

Portanto, um animal que está aprendendo modifica seu espaço de estados neurais. Esta ampliação pode ser quantitativa, em que conserva os mesmos estados neurais coordenando a atividade dos sistemas neurais existentes; ou, ii) qualitativa, muda algum estado neural e surge emergência de novos sistemas neurais de tamanha complexidade.

Esses postulados, descritos por Bunge (1988) e relacionados aos trabalhos clássicos de Ramón e Cajal (1896), encontram recentes expressões concretas em pesquisas recentes, como nos trabalhos de Diamond (2001), Bunge (1988), Quartz e Sejnowski (1997) e Rapoport (1997).

Assim, é possível dizer que toda aprendizagem é uma atividade que seja, é criativa, uma vez que consiste em estabelecer novas pautas de atividade neurônica que não eram possíveis geneticamente senão que foram formadas por processos de aprendizagem. Nesse sentido, Bunge (1988) conclui que: *o cérebro humano tem a capacidade de aprender* (p. 157).

Além disso, a aprendizagem, também, é influenciada por fatores genético e de uma maneira indireta afeta a aprendizagem por aumento ou diminuição das chances de sucesso. O comportamento aprendido pode afetar a aprendizagem em genes na população (Bunge & Ardila, 1987).

A aquisição ou a aprendizagem da linguagem é uma explicação nessa direção. Compreende-se que a linguagem humana não nasce com uns *conhecimentos* de desenvolvimento estruturais básicos comuns a todas as línguas (como a gramática de Chomsky). Nascermos com um traço inato (as chamadas áreas de Wernicke e de Broca) que controla os neurônios subsidiários. Depois, temos um ambiente que estimula a aquisição e o desenvolvimento da linguagem verbal. Nosso legado anatômico e social nos permite mobilizar quantos sistemas neurônicos sequestramos para produzir ou compreender a fala.

Obviamente, isso também teve uma evolução. O cérebro e o trato vocal devem ter evoluído em conjunto, um com o outro e ambos em relação ao ambiente social. Introduções a esse tema podem ser encontradas nos livros de divulgação de Gould (1992) e

Piaget e a perspectiva neurobiológica

À época de seus trabalhos tardios, Piaget reclamava que os psicólogos e epistemólogos se ocupam muito pouco da biologia e, por sua vez, os biólogos ignoravam os problemas da adaptação cognitiva (Piaget, 1970). Embora o quadro atual seja um pouco diferente, não está totalmente disseminado.

Em relação ao desenvolvimento cognitivo, ainda são necessárias muitas atividades de integração de campos de conhecimento. Nesse sentido, Piaget apontara que o problema essencial consistia em compreender o papel da atividade nervosa na passagem da assimilação material das substâncias e energias à assimilação funcional das informações exteriores, *o que caracteriza a assimilação cognoscitiva* (Piaget, 1967/1996, p. 250).

Conforme Bunge (1988) assevera, a investigação desse problema deve envolver as noções de biosistemas. E isso era muito caro a Piaget. Ele compreendia, a partir de seus resultados epistêmicos dos processos gerais de integração orgânica e mental, que as idéias de sistemas e de equilíbrio se impunham com toda a evidência (Piaget, 1977).

No nível neurológico, ele encontrara nos trabalhos de Weiss os conhecimentos sobre o substrato neurônico que corroboravam seus resultados epistêmicos. Piaget verificou que Weiss demonstrara, em 1969, que as variações de um sistema como unidade de conjunto são inferiores à soma das variações das partes. Então, se a totalidade varia menos que os seus elementos e esses são arrastados por um fluxo contínuo, é possível concluir que tal totalidade é o centro de uma *dinâmica global*, enquanto poder de integração e de direção. Dessa forma, supôs que parecia *evidente que a coerência e a estabilidade do trabalho cognitivo fornecido pela atividade cerebral (e isso desde a memória elementar às ilações dedutivas mais sistemáticas) são o resultado não de conservações estáticas, mas de reconstruções dinâmicas perpétuas* (Piaget, 1977, p. 79).

Na tentativa de solucionar a questão sobre a reatividade nervosa, Piaget propõe a hipótese de que a reatividade nervosa (excitação e inibição) assegura a transição entre a assimilação fisiológica (ou seja, integração das substâncias e energias

Essas diferentes disciplinas tematicamente e atualizar os modelos, principalmente o relacionado às cognitivas. Isso pode servir como futuros, por ora se quer empreender neurobiológica, que é mais recente.

Perspectivas neurobiológicas

O empreendimento científico possui envergadura, não foi fortuito para o simpósio de 1975. Na época, com 39 anos e acabara de assumir de France e como pesquisador no

Além da intervenção de Chomsky, manifestou no seu ensaio sobre conhecer o trabalho de Changeux, dera ao assumir a cátedra no *Colège de France*. Faz ao comentar a perspectiva apropriada do que é declarado por uma compreensão que *a epigênese funcional* (p. 146), bem como sua interação pelo qual *o organismo torna-se receptor* (p. 147) *que também ele pode produzir* (p. 148).

No entanto, provavelmente foi o trabalho de Changeux em por as compreensões que eram dadas a epigênese funcional e sua relação com a aprendizagem. Nesse sentido, as interpretações de Changeux para a ex., ser feito através de seu livro sobre a constituição neuronal do humano.

Nessa interpretação, diz-se que é uma montagem de neurônios. A atividade identificada como um estado de atividade transiente, tanto elétrica quanto química, reunião de neurônios em várias áreas, reunião, que pode ser descrita matematicamente, seria discreta, fechada

interferiria. Os neurônios morreriam e uma considerável porção de dendritos e de ramos de axônios seria podada. Assim, muitas atividades sinápticas desapareceriam. Os pulsos elétricos e químicos atravessariam a rede neurônica desde estágios muito iniciais de sua formação, colaborando para o mecanismo de seleção das conexões entre os neurônios. Os pulsos começariam espontaneamente, mas seriam depois evocados pela interação entre o recém-nascido e o seu ambiente.

Por isso, conforme Changeux (1983/1997), a feição principal das conexões entre os órgãos sensórios, o sistema nervoso central e os órgãos motores, bem como as conexões entre os principais centros do cérebro, estariam todos determinados ao nascimento. Cabendo a etapa de desenvolvimento pós-natal apenas a seleção das conexões previamente estabelecidas. A singularidade fenotípica estaria, assim, relacionada às possíveis diferentes seleções que poderiam ser feitas na interação entre o sujeito em desenvolvimento e seu ambiente.

Por esse viés inatista, Changeux desenvolve uma proposição teórica para a epigênese chamada de estabilização seletiva das sinapses. Através dessa proposição, supõe-se que as principais características das organizações anatômica e funcional do sistema nervoso são preservadas de uma geração para outra e são sujeitas do determinismo do conjunto de genes que as produziram por um *envelope genético*. Esse envelope controla: 1) a divisão, a migração e diferenciação das células nervosas; 2) o comportamento do crescimento; 3) a identificação mútua por categorias de células; 4) a formação de conexões comuns; e, 5) o começo da atividade espontânea.

Changeux admite que existam poucos dados experimentais que corroborem esses postulados teóricos sobre a epigênese. No livro, apresenta dados relacionados à junção neuromuscular da galinha e do córtex cerebral de ratos. Por outro lado, ressalta que esses conceitos têm sido produzidos através de um modelo matemático, que seria, por necessidade, simplificado e esquemático, mas autônomo em relação à realidade biológica.

sináptico. Dessa forma, conforme Changeux (1983/1997), *aprender é estabilizar combinações sinápticas pré-existent e eliminar o excesso. Por isso, aprender é eliminar* (p. 229).

Conforme a interpretação da realidade por Piaget (1967/1996, 1970, 1977), haveria alguma interação entre as maturações biológica e a maturação cognitiva. O desenvolvimento cognitivo do indivíduo seria o resultado de um mecanismo de organização neurônica postulado por Piaget. muito pouco parece com os postulados de Changeux enunciados por Piaget. Dessa forma, se os postulados biológicos e biológicos e os postulados epistemológicos de Piaget são corretos, é provável (no sentido que se pode falar em abstração da realidade, por privilégio ao modelo matemático) que produza uma esperança que se mostre equívoca.

Porém, antes que se arrolem as evidências que contradiziam os postulados de Changeux e de Piaget, é útil mostrar que há divergência entre a relação aos modelos matemáticos.

Os modelos matemáticos no estudo da aprendizagem

Em um artigo de revisão conceitual, Quilley (1997) discute os equívocos conceituais em que recaem os modelos de Chomsky e Changeux. Esses equívocos estão relacionados à interpretação que se dá para a aprendizagem. Assim, o que é necessário para refutar a ideia de que compreender a característica não-estacionária do desenvolvimento.

O modelo construtivista, utilizado por Piaget, é um exemplo bem conhecido na teoria da aprendizagem. O modelo agrega a propriedade pela qual o sistema muda em suas mudanças em seus mecanismos essenciais. As mudanças da estrutura de dados que suportam a aprendizagem. Dessa forma, as mudanças qualitativas se tornam importantes e podem alterar as capacidades dos sistemas que se desenvolvem.

Além do mais, são necessários modelos que possam representar a capacidade de um sistema poder ampliar sua representação - definida como o conjunto de

Os primeiros concordam que redes produtivas, isto é, redes que ampliam sua própria arquitetura como parte da aprendizagem, são melhor exploradas como modelo de desenvolvimento cognitivo. O algoritmo de correlação utilizado nesses modelos força a rede a se desenvolver inicialmente através de uma fase de limitado poder de representação e posteriormente através de sucessivas fases de ampliação do poder representacional. Dessa forma, as simulações sugerem que tal característica é necessária para apreender um desenvolvimento cognitivo realista.

Os segundos, por sua vez, sustentam que a explicação do processo de crescimento biológico, em particular do desenvolvimento no campo neural, parece requerer modelos dinâmicos não lineares⁶, esse é o caso de sistemas complexos, como os biosistemas. No entanto, eles discordam que a suposição do construtivismo neural (Quartz & Sejnowski, 1997), dirigido por contínuas interações com um ambiente estruturado não estacionário⁷, seja suficiente para explicar o desenvolvimento cognitivo e, em particular, a ocorrência das transições de estágio, como empiricamente observados por diversos estudos. Então, para explicar os detalhes do crescimento neural e a emergência de estruturas mais poderosas, eles propõem um modelo em que a ocorrência de fases de transição de supercrescimento são um ingrediente necessário para a explicação do desenvolvimento neurônico.

Portanto, haveria plausibilidade matemática tanto para o modelo de selecionismo neural de Changeux, quanto para o construtivista de Quartz. Resta saber qual possui maior relação com a realidade. Existem diversas evidências que indicam a correção do modelo construtivista (Diamond, 2001; Epstein, 2001; Freeman, 1997; Quartz, 1999; Quartz & Sejnowski, 1997; Rapoport, 1999).

O debate atual sobre as perspectivas neurobiológicas.

Visto de uma perspectiva desenvolvimental, a regra de Hebb foi uma proposta para como a modelagem da atividade neural poderia participar na construção de circuitos neurais. Nos anos recentes, acumula-se evidência para corroborar a

cérebro ao crescimento neural re ambiental. A partir disso, com cérebro contenha uma organização o córtex cerebral sempre microestrutura de potencia microestrutura é formada p nascimento, durante a juventude. Vários estudos com ratos (Diamond, 1999) por diversos padrões e mensura (espessura cortical, massa cortical, colinesterase, proteína e hexoquinase) a combinação de condições sociais novos objetos e estímulos foram ganharem o efeito completo do essencial notar que os efeitos do enriquecimento consequência no comportamento estabelecer o que constitui *enriquecimento* mais problemático.

Uma questão se faz necessária em laboratório, pode-se perguntar se os próprios sujeitos podem processar (social e físico e, no caso dos enriquecimento não seria maior a influência, de saber como o comportamento influi. Piaget (1977), em seu estudo entender que influi positivamente necessita de corroboração.

Geralmente, reconhece-se que as diferenças qualitativas entre primatas em certos aspectos das diferenças estariam particularmente simbólico, a sintaxe, a linguagem e, mais, essas diferenças correspondem às diferenças no tamanho e na organização. estudos com neuroimagens em primatas e aprendizagem, Rapoport (1999) vem reduz a extensão da poda sináptica a hipótese de Hebb. Assim, a adaptação a ambientes cognitivos, sociais, culturais e emocionais

característica do desenvolvimento cortical humano. A sinaptogênese cortical humana ocorre regionalmente e de acordo com crescimento axonal e dendrítico e a mielinização da matéria branca subcortical. Através de diversas mensurações, verificou-se que as áreas corticais sensório-primária e motor possuem proporções mais maduras ao nascimento, provavelmente por envolverem a ativação durante o período fetal. Por sua vez, o desenvolvimento pós-natal amplia sobremaneira as medidas iniciais das áreas associadas às regiões temporal e parietal e no córtex pré-frontal (CPF). Dessa forma, o desenvolvimento cortical pós-natal do humano é mais extensivo e retardado que geralmente suposto (Quartz & Sejnowski, 1997).

Em relação às funções perceptivas, p. ex., estudos eletrofisiológicos da visão, audição, somático e olfativo tem mostrado que os padrões espaciais da atividade neural emergem pela construção de cada ato de percepção (Freeman, 1997). Esses padrões dependem do contexto presente e igualmente da experiência passada de cada sujeito, não meramente dos estímulos. Isso seria um reflexo da unidade da função do prosencéfalo.

Portanto, pode-se depreender que existe um debate sobre a base neural do desenvolvimento cognitivo. De um lado, haveria a posição inatista, representada pelo programa científico de Changeux. De outro lado, a posição que Quartz e Sejnowski (1997) defenderam em seu manifesto construtivista.

Estabelecida a controvérsia no debate, é necessário verificar uma resposta pelo ponto de vista de Changeux. No debate surgido após o manifesto construtivista (Quartz & Sejnowski, 1997), a posição de Changeux foi defendida por alguns de seus colaboradores (Dehaene-Lamberg & Dehaene, 1997). Eles sustentam que, ao nível neurobiológico, todos os dados apresentados por Quartz e Sejnowski como suporte para o seu modelo construtivista são de fato compatíveis com o modelo composto de múltiplos estágios sobrepostos de superprodução sináptica e seleção. Em tal direção, revisam estudos desenvolvimentistas ao nível do comportamento humano, sustentando a evidência em favor do ponto de vista selecionista.

Entendem, ainda, que muitos dos argumentos contra a

arborização axonal que acompanham o desenvolvimento cognitivo.

Os Dehaene entendem que o uso do vocábulo *construtivista* de Quartz e Sejnowski, que trata simples desenvolvimento cognitivos, feitos por uma analogia e não por uma especificada, é substituído, nas teorias selecionistas, simples, explícito e empiricamente testável. A estabilização que foi desenvolvido por Chang e Sejnowski não teriam compreendido ou le-

Porém, mais uma vez surgem argumentos contra Dehaene, a seguir, passam a desmerecer a posição de Piaget. Entendem, também por uma rudimentaridade que *ao nível cognitivo, a noção piagetiana que as representações são construídas através da instrução progressiva dos indivíduos é obsoleto* (p. 561). Obviamente, Piaget não apresenta dados que contrariariam tal ideia. As competências iniciais das crianças, principalmente nos domínios do processamento numérico e linguagem.

Na aquisição da linguagem, p. ex., durante a primeira metade de vida, os Dehaene se municiam de um conjunto de dados que deporiam contra a aprendizagem construtivista suportariam o ponto de vista selecionista de Piaget. Citam pesquisas, p. ex., que mostram que desde os primeiros meses bebês humanos discriminam contrastes fonológicos e que aqueles que não são usados em sua linguagem materna. Por isso, isso está longe de depor contra o entendimento construtivista como demonstram Perruchet e Vinter (1997).

Na avaliação das críticas feitas, pelos Dehaene e seus autores, ao seu manifesto construtivista, Quartz e Sejnowski concluem que o valor real das teorias globais de neurociência cognitiva não é tanto por suas conclusões, mas pelo novo conjunto de questões de pesquisa que elas levantam. Portanto, o que as ciências cognitivas e a neurobiologia não é tanto *se* o meio ambiente influencia o desenvolvimento cerebral, mas *como* isso acontece.

Em relação à réplica dos Dehaene, Quartz e Sejnowski sustentam que nenhum dos argumentos que a

Conclusão

colocam-se pressões severas na aquisição de comida suficiente. De acordo com a interpretação selecionista, o cérebro adulto poderia ser construído com uma quantidade massiva de estrutura em excesso, que em toda a mudança poderia ser estabilizado. Embora isso seja uma possibilidade, parece que a mais razoável suposição é que a atividade inicie e guie a construção de circuitos específicos. O ponto crucial da posição de Quartz e Sejnowski é que a atividade ambientalmente derivada ajuda a guiar o progressivo crescimento neural pela regulação da excrescência dendrítica e axonal, ao nível dos segmentos individuais.

Finalmente, e bem ao estilo piagetiano, Innocenti (1997) apresenta uma proposta integradora, que propõe um compromisso entre o selecionismo e o construtivismo neural, através de uma abordagem que ele chama de *diferenciacionismo* neural. Para sustentar seu ponto de vista, exemplificando-o, traz dados sobre o desenvolvimento dos axônios caloso-visual, provavelmente o único axônio cortical amplamente estudado quantitativamente desde as fases de elongação (das estruturas anatômicas) até a eliminação sináptica e por entre a idade adulta. Esses axônios são fenótipos adultos bem definidos, bem apropriados para implementar muitas operações computacionais. Esses fenótipos são adquiridos em estágios.

Os estágios (elongação, ramificação subcortical, crescimento e ramificação da matéria cinza, sinaptogênese, eliminação sináptica) são provavelmente a expressão de programas celulares autônomos, mas eles necessitam ser desencadeados por sinais externos. A cada estágio, ocorre um crescimento exuberante, seguido por regressão, ambas etapas provavelmente controladas por sinais externos. O processo global é uma *diferenciação condicional* celular, resultando em uma diferenciação dos circuitos neurais. Dessa forma, Innocenti entende que esse princípio tem a vantagem de ser aplicado a todos os desenvolvimentos celulares e de sistemas, não somente ao sistema nervoso. Assim como tem a desvantagem de não ser particularmente novo, embora tenha sido algumas vezes negligenciado por neurobiólogos desenvolvimentistas.

Curiosamente, esse mecanismo pode ser tomado em termos

Neste artigo, procurou-se mostrar que a abordagem de teses científicas pode ser eclipsada por argumentos que são empregados de parte a parte. De diferentes pontos de vista, não forem abstrações, mas mostram como mesmo um participante ativo no debate entre os programas científicos de desenvolvimento pode por organizar os depoimentos de desenvolvimento de vinte anos depois, desenvolvendo o debate em favor da tese inatista, ou nativista, em detrimento da tese construtivista de Piaget.

Assim, seguindo a orientação de Piaget, o programa emergentista, buscou-se mostrar que o debate foi reorientado por perspectivas neurais. Embora, finalmente, mostrou que o debate não parece precipitado querendo sustentar posições arroladas.

Ainda que o debate entre as posições de Piaget e Chomsky seja muito mais amplo, neste artigo tentamos tematizar o debate apenas entre as posições de Piaget e Chomsky. Uma ampliação do debate para a natureza da linguagem e sua aquisição requer perspectivas neurobiológicas na aquisição da linguagem.

Finalmente, no seu verbete sobre a aquisição da linguagem (1999) conclui que:

...se a razão é infalível e a investigação das regras infalíveis em qualquer caso, a aquisição da linguagem é a arte da persuasão. Mas, se a razão é incerto, do provável, do aproximado, a aquisição da linguagem é a arte da persuasão pode ter alguma função (p. 857)

Porém, o cultivo dessa arte tem sido perigosa. Nesse sentido, p. ex., Chomsky não concorda com as posições de Mareschal e Shultz (1997), que afirmam que o desenvolvimento cognitivo tem

- Chomsky, N. (1987). A propósito das estruturas cognitivas e do seu desenvolvimento: Uma resposta a Piaget. Em M. Piattelli-Palmarini (Org), *Teorias da linguagem, teorias da aprendizagem: debate de Jean Piaget e Noam Chomsky com outros autores* (pp. 63-84). Lisboa: Edições 70. (Original publicado em 1978)
- Dehaene-Lambertz, G. & Dehaene, S. (1997). In defense of learning by selection: Neurobiological and behavioral evidence revisited. *Behavioral and Brain Sciences*, 20, 560-561.
- Diamond, M. C. (2001). Response of brain to enrichment. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 73 (Versão digital em <http://www.scielo.br>)
- Epstein, H. T. (2001). An outline of the role of brain in human cognitive development. *Brain and Cognition*, 45, 44-51.
- Freeman, W. J. (1997). Three centuries of category errors in studies of the neural basis of consciousness and intentionality. *Neural Networks*, 10, 1175-1183.
- Gould, S. J. (1992). *Darwin e os enigmas da vida*. São Paulo: Martins Fontes.
- Hegenberg, L. (1969). *Explicações científicas: Introdução à filosofia da ciência*. São Paulo: Herder.
- Inhelder, B. (1987). Linguagem e conhecimento no quadro do construtivismo. Em M. Piattelli-Palmarini (Org), *Teorias da linguagem, teorias da aprendizagem: Debate de Jean Piaget e Noam Chomsky com outros autores* (pp.195-202). Lisboa: Edições 70. (Original publicado em 1978)
- Innocenti, G. M. (1997). "Differentiationism" can reconcile selectionism and constructivism. *Behavioral and Brain Sciences*, 20, 568-569.
- Leakey, R. E. (1994). *A origem da espécie humana*. Rio de Janeiro: Rocco.
- Mareschal, D. & Shultz, T. R. (1997). From neural constructivism to children's cognitive development: Bridging the gap. *Behavioral and Brain Sciences*, 20, 565-566.
- Molenaar, P.C. & van der Maas, H. L. J. (2000). Neural constructivism or self-organization? *Behavioral and Brain Sciences*, 23, 783-784.
- Müller, R. -A. (1996). Innateness, autonomy, universality? Neurobiological approaches to language. *Behavioral and Brain Sciences*, 19, 611-675.
- Papert, S. (1987). O papel da inteligência artificial em psicologia. Em M. Piattelli-Palmarini (Org), *Teorias da linguagem, teorias da aprendizagem: Debate de Jean Piaget e Noam Chomsky com outros autores* (pp.143-152). Lisboa: Edições 70. (Original publicado em 1978)
- Perruchet, P. & Vinter, A. (1998). PARSER: A model for word segmentation. *Journal of Memory and Language*, 39, 246-263.
- Piaget, J. (1970). Inteligencia e adaptación biológica. E (Orgs.), *Los procesos de adaptación* (pp. 69-84). Buenos
- Piaget, J. (1977). *Comportamento matriz da evolução*. Porto:
- Piaget, J. (1987). A psicogênese dos conhecimentos e a sua sig Em M. Piattelli-Palmarini (Org), *Teorias da linguagem debate de Jean Piaget e Noam Chomsky com outros aut* Edições 70. (Original publicado em 1978)
- Piaget, J. (1996). *Biologia e conhecimento: Ensaio sobre as orgânicas e os processos cognitivos*. Petrópolis, RJ: Vozes. 1967)
- Piattelli-Palmarini, M. (1987). *Teorias da linguagem, teorias de Jean Piaget e Noam Chomsky com outros autores*. Lisboa publicado em 1978)
- Piattelli-Palmarini, M. (1994). Ever since language and le the Piaget-Chomsky debate. *Cognition*, 50, 315-346.
- Quartz, S. R. & Sejnowski, T. J. (1997). The neural basis o A constructivist manifesto. *Behavioral and brain science*
- Quartz, S. R. & Sejnowski, T. J. (2000). Constraining con sub-cortical constrains on learning in development. 23, 785-792.
- Quartz, S. R. (1993). Neural networks, nativism, constructivism. *Cognition*, 48, 223-242.
- Quartz, S. R. (1999). The constructive brain. *Trends in C*
- Rapoport, S. I. (1999). How did the human brain evolve new evidence from *in vivo* brain imaging during atte *Research Bulletin*, 50, 149-165.
- Regner, A. C. K. P. (1998). Argumentos retóricos na ciência *Episteme (Porto Alegre)*, 3, 64-83.
- Rieber, R. W. & Voyat, G. (1981). An overview of the c psychology of language and thought. *Journal of P*, 341-361.
- Toulmin, S. (1987). Para uma via entre construtivismo e i Palmarini (Org), *Teorias da linguagem, teorias da aprend e Noam Chomsky com outros autores* (pp. 389-391). Lisb publicado em 1978)

Sobre os autores:

Marcelo Leandro Eichler é Químico, Mestre e Doutor em Psicologia do Desenvolvimento pela Universidade Federal do Professor da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Lea Fagundes é Professora na Universidade Federal do Rio Grande do Sul.