

Desenvolvimento da inteligência: aspectos envolvidos^{1 2}

*Vladimir Stolzenberg Torres*³

Universidade do Vale do Rio dos Sinos
Doutorando em Informática na Educação – UFRGS
e-mail: pgtorres@cpovo.net

Resumo

O desenvolvimento da inteligência é regido concomitantemente por aspectos genéticos, neurológicos e cognitivos. Apresentando a inteligência uma origem genética, associada a poligenes, tem-se que esta fornece a possibilidade de maior, ou menor desenvolvimento de sinapses em determinadas regiões do córtex cerebral. Fisiologicamente nutrido, e com possibilidade de ampliação de contatos sinápticos, o córtex cerebral recebe

Abstracts

The development of intelligence is ruled concomitantly by genetic, neurological and cognitive aspects. Since intelligence has a genetic origin, associated to the poligenes, we consider that this fact leads potentially to a greater or smaller development of sinapses in certain areas of the cerebral cortex. Physiologically nurtured and with possibility of amplification of synaptic contacts, the cerebral

¹ Agradecimentos: ao Prof. Dr. Francisco M. Salzano do Depto. de Genética da UFRGS pela bibliografia propiciada.

² Trabalho desenvolvido ao longo da Disciplina *Ecologia Cognitiva e Tecnologias da Inteligência* do Doutorado em Informática na Educação – UFRGS.

³ Intelligence development: involved aspects.

os estímulos cognitivos que conduzirão a maior ou menor complexidade de determinadas regiões, provendo desta forma, o desenvolvimento da inteligência; esta então vinculada às possibilidades herdadas, aos estímulos ocasionados e ao grau de saúde neuronal para responder a tais estímulos e expressar fenotipicamente aquele potencial gênico citado.

cortex receives the cognitive stimuli that will lead to a more or less complexity of certain areas, providing, in this way, the development of intelligence; which is linked to the inherited potential, the caused stimuli and the degree of neuronal healthiness to answer to such stimuli and to express phenotypically that genetic potential.

Palavras-chave: genética, neuropsicologia, inteligência.

Keywords: genetics; neuropsychology; intelligence.

Introdução

Piaget em seu estudo realizado em 1977, denomina inteligência o processo interacional entre sujeito e objeto. Pode-se, assim, inicialmente definir inteligência como a capacidade do sujeito adaptar-se à realidade (ISAIA, 1991).

Para BEHAR (1992), porém, a inteligência corresponde à adaptação mental mais avançada, isto é, o instrumento indispensável dos intercâmbios entre o sujeito e o universo quando os circuitos de tais intercâmbios superam os contatos imediatos e momentâneos para chegar a ser relações amplas e estáveis.

Mas por outro lado, é bem possível que a palavra inteligência já não seja mais útil, pelo simples fato de não designar nenhuma função ou capacidade específica do cérebro. O termo abrange um conjunto difuso de funções cognitivas, que incluem percepção, memória e vários outros elementos. Essa expressão omite o condicionamento por fatores ambientais, culturais e emocionais.

Para FUTUYMA (1993), a demora na maturação humana, quando comparada a outras espécies, pode ser a consequência da seleção evolutiva (Darwiniana) para a grande capacidade de aprendizado (sele-

ção para “inteligência”), que é de longe nossa mais importante característica. Ainda segundo este autor, ao longo da evolução da humanidade houve um aumento da capacidade para a cultura, os seres humanos foram moldando para si próprios um meio social cada vez mais complexo e variável que seguramente trouxe pressões seletivas novas e fortes. Por que a inteligência evoluiu a um grau tão extraordinário? É quase certo que a seleção para a inteligência seja positivamente dependente da frequência; quer dizer, quanto mais frequente a característica, mais vantajosa ela é (FUTUYMA, 1993).

Para PIAGET, segundo COLL et al. (1995), a adaptação ao meio por parte das espécies animais, frequentemente muito sofisticada, é originária de sua evolução biológica no transcorrer da filogênese⁴; ao contrário, a adaptação do ser humano ao seu meio eminentemente social é um processo ativo de desenvolvimento ontogenético⁵ mais cultural que biológico.

Neste aspecto PIAGET acaba por ser respaldado por FUTUYMA (1993), segundo o qual, a competição e a agressão entre os grupos hominídeos primitivos pode ter sido a força motriz da seleção para habilidades mentais cada vez maiores. (Não há evidências contra ou a favor!). Mas também não é necessário recorrer à agressão porque é igualmente fácil imaginar cenários mais pacíficos nos quais indivíduos “menos inteligentes” teriam uma desvantagem na sobrevivência ou na reprodução. O *status* social, juntamente com o acesso maior a acasalamentos e a recursos disponíveis, pode ter sido relacionado com a habilidade mental superior dos hominídeos primitivos.

Toda a criatura social vive o dilema de auferir os benefícios e arcar com os custos da vida em grupo. Isso cria uma pressão para permanecer com o saldo positivo tornando-se mais inteligente (PINKER, 1998).

A inteligência, vista como mecanismo adaptativo/evolutivo, é uma concepção que Piaget refere como a capacidade de relacionar-se com o seu meio, não se submetendo passivamente a ele, mas incorporando-o ativamente à sua constituição, bem como modificando-o em função das características do mesmo (ISAIA, 1991; FUTUYMA, 1993), o que caracte-

⁴ Filogenia: a genealogia de um grupo; também designa a genealogia de genes derivados de um gene ancestral comum.

⁵ Ontogenia: o desenvolvimento de um organismo individual desde o zigoto fertilizado até a morte.

riza, segundo AYALA (1982), o fato de que o progresso das entidades⁶ pode ser avaliado pela capacidade dos organismos se auto-organizarem (MARIOTTI, s/d) de forma a obter e processar a informação sobre o estado do seu ambiente.

Pela ótica da epistemologia genética de PIAGET (1977), a inteligência é vista como um processo dinâmico que emerge, no início de sua gênese, de processos orgânicos, mas encontrando neles apenas a base de sua elaboração. Desta forma o presente estudo procura realizar a contextualização biológica, como função precípua e integrativa ao desenvolvimento da inteligência, contextualizando os processos orgânicos referidos por PIAGET.

Pressupostos genéticos

Poucas pessoas negariam que os componentes da inteligência, quaisquer que sejam eles, têm uma base física e bioquímica no cérebro e que algumas lesões genéticas (tais como a fenilcetonúria⁷) podem deteriorar o desenvolvimento intelectual.

Na maioria dos aspectos, o *Homo sapiens* não é uma espécie excepcional do ponto de vista da genética de populações; seus padrões de variação genética não diferem dos da maioria das espécies. Entretanto, o meio cultural por nós criado tem afetado alguns aspectos da variação genética (FUTUYMA, 1993).

A evolução da humanidade, com base na Teoria Sintética, deu-se por uma sucessão de mutações⁸ aleatórias, o que ocasionou, através da seleção natural, o surgimento de indivíduos cada vez mais aptos intelectualmente. Dentre estas mutações considere-se, em especial, o aumento da caixa craniana, o aumento do volume cerebral e especialmente o aumento no número de sinapses.

Indivíduos mais aptos, conseguem assim, passar características favoráveis às gerações futuras. O indivíduo mais apto perpetua, desta forma, seu próprio patrimônio genético.

⁶ Entenda-se *Entidade* como população ecológica *sensu stricto*.

⁷ A Fenilcetonúria, é uma característica recessiva com várias manifestações, incluindo retardo mental; ela é causada pela deficiência de uma enzima que converte a fenilalanina à tirosina.

⁸ Mutação: a taxa média de mutação por loco, em humanos, é aproximadamente 10^{-5} por gameta, como em outros organismos.

A Seleção é a essência da Teoria Darwiniana, assim, é fundamental considerar que alguns indivíduos são geneticamente mais adaptados do que outros; são, então, ditos mais aptos (EDWARDS, 1980).

Pode-se cogitar o aperfeiçoamento de características humanas, como a inteligência média de uma população. Porém, um problema ocorre, que tipos de testes deveriam ser aplicados a fim de medir a inteligência? Além disto, um problema reside na variação ambiental que proporciona influência neste processo, tornando extremamente difícil separar efeitos genéticos e ambientais na variação do QI. Assim, provavelmente as respostas aos mecanismos de seleção natural seriam muito restritos (EDWARDS, 1980).

Um extenso trabalho de Arthur Jansen *apud* FUTUYMA (1993) afirmando que a maior parte da inteligência é hereditária, foi apresentado com grande repercussão no “Congressional Record”, em 1961 tendo sido apontado, posteriormente, por CAREY (1991), o problema de como um alelo mutante, que favoreceria a aprendizagem através da imitação dos genitores, se comportaria durante o processo de seleção natural.

Segundo SALZANO (1995), “a observação mais importante que emergiu da análise de CAREY, foi a de que quantidades moderadas de transmissão cultural, combinadas com a biológica, são favorecidas no processo de seleção natural, pois aumentam dramaticamente a rapidez com a qual a média populacional move-se na direção do fenótipo ótimo”, qual seja, o aumento da inteligência média de uma população, por exemplo.

BEE (1997) diz que há duas formas básicas para investigar uma influência genética sobre uma característica: pelo estudo de gêmeos idênticos (monozigóticos) ou fraternos (dizigóticos), criados juntos ou separados, por pais naturais ou adotivos.

Gêmeos idênticos partilham, exatamente, o mesmo padrão genético, pelo fato de se desenvolverem a partir de um único zigoto. Gêmeos fraternos, por sua vez, desenvolvem-se a partir de zigotos distintos e, conseqüentemente, a chance de partilharem exatamente o mesmo padrão genético revela-se estatisticamente desprezível.

As Tabelas I, II e III apresentam resultados de estudos a respeito da hereditariedade do QI.

Tabela I
Correlação de gêmeos idênticos entre si e fraternos entre si.

Condição	Correlação					
	*	**a	**b	***	****	*****
Gêmeos idênticos criados juntos	0,85	0,804	0,761	0,71	0,881	0,860
Gêmeos idênticos criados separados	0,67	-	-	-	0,767	0,720
Gêmeos fraternos criados juntos	0,58	0,654	0,316	0,36	-	0,600
Irmãos (inclusive os gêmeos fraternos) criados separados	0,24	-	-	-	-	0,240

Fonte: * BOUCHARD e MCGUE (1981); ** SALZANO e RAO (1975): a) masculino exclusivo; b) feminino exclusivo; *** DA-SILVA et al. (1975); **** NEWMAN et al. (1937); ***** GUENTHER (1998).

Tabela II
Correlação entre pais e filhos.

Condição	Correlação
O QI da mãe natural	0,33
O QI do pai natural	0,43
O QI da mãe adotiva	0,21
O QI do pai adotivo	0,27

Fonte: SCARR e WEINBERG (1983) *apud* BEE (1997).

Tabela III
Correlação entre familiares quanto ao QI.

Condição	Correlação
Pais naturais e filhos criados juntos	0,420
Pais naturais e filhos separados pela adoção	0,220
Pais adotivos e crianças adotadas	0,190

Fonte: GUENTHER (1998).

Os dados apresentados na Tabela I representam importantes avaliações. Os estímulos cognitivos, do ponto de vista histórico, apresentam-se diferenciados. Em 1937 a Alemanha Nazista armava-se para o que viria a ser a 2ª Grande Guerra Mundial, por exemplo; assim, naquele período os indivíduos sofriam diferentes pressões sociais, as quais agiam sobre aqueles de formas diversas. PRIBRAM (1976) denominou esta condição de funções cognitivas da cultura. No entanto, apesar disto, os dados obtidos pelos autores, salvo os de SALZANO e RAO (1975) e DA-SILVA et al. (1975), são incrivelmente semelhantes. Tem-se com isto uma forte predisposição do aspecto genético como componente da inteligência.

Os dados das Tabelas II e III por outro lado, reforçam simultaneamente os aspectos genéticos e os cognitivos propiciados pelo ambiente. A Tabela II, especificamente, parece indicar a possibilidade de uma herança genética ligada ao sexo (*XY versus XX*). Isto porém, é contraposto por BURNS (1983), ao indicar que a inteligência estaria associada a poligenes,⁹ ainda que, nenhuma hipótese completa a respeito do número exato de pares de genes e a medida de seus efeitos individuais e coletivos tenha sido desenvolvida.

Considerações neurofisiológicas

O conceito de maturação (biológica) pressupõe que todos os membros de uma determinada espécie partilhem códigos genéticos básicos que moldam os padrões de desenvolvimento normal. Mas nossa herança genética é tanto individual quanto coletiva. Cada um de nós herda uma ampla gama de características ou tendências singulares. E pelo fato de tais características ou tendências serem parte dos genes, eles tendem a persistir ao longo de toda a vida (BEE, 1997), e serem transmitidas às gerações futuras.

Cada célula cerebral (ou neurônio) contribui para o comportamento e para a atividade mental, conduzindo ou deixando de conduzir impulsos. Todos os processos da memória são explicados em termos dessas descargas (CARDOSO, 1999).

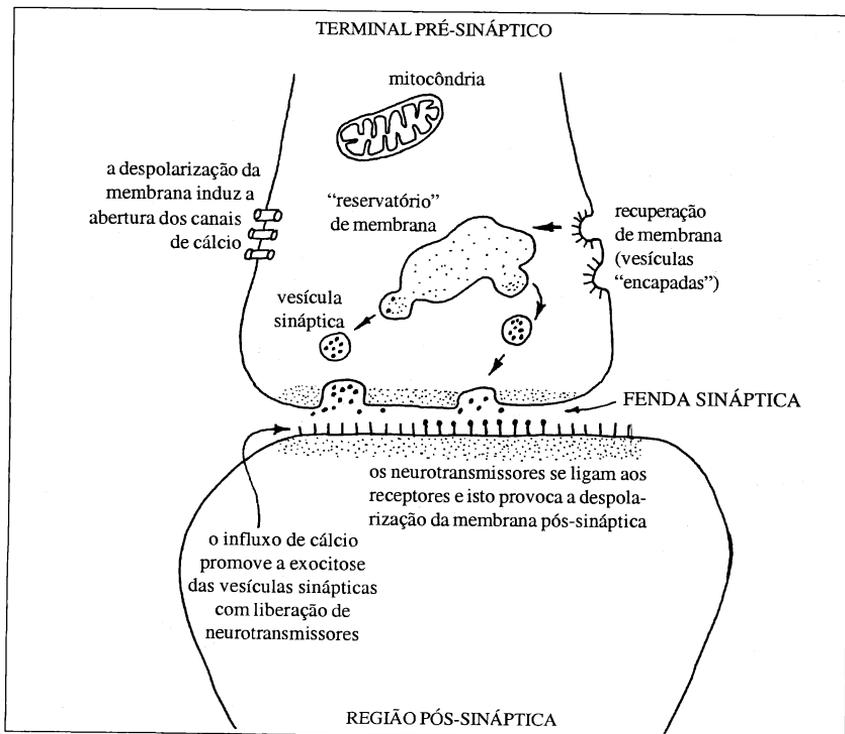
A experiência pode se dar por uma aprendizagem ativa ou pela convivência em lugares enriquecidos com indivíduos, cores, músicas, sons, livros e cheiros, por exemplo.

⁹ Poligenes: dois ou mais diferentes pares de alelos, com efeito supostamente cumulativo que controlam características quantitativas tais como tamanho, pigmentação e inteligência entre outras.

Em laboratórios científicos foi possível demonstrar que ratinhos apresentam um número muito maior de células cerebrais interconectadas umas com as outras quando eles vivem em conjunto em uma gaiola cheia de brinquedos como rodinhas, bolas e outros equipamentos, do que os ratos que vivem em uma gaiola sozinhos e sem nada para fazer ou aprender (CARDOSO, 1999).

Alguns dos maiores estudiosos do fenômeno da aprendizagem e memória na década de 40, Donald Hebb, de Montreal, e Jerzy Konorski, da Polônia, foram os primeiros a acreditar que a memória deve envolver mudanças ou aumentos nos circuitos nervosos, os quais caracterizam-se como conjuntos de neurônios que se comunicam entre si através de junções denominadas de sinapses (fig. 1).

Figura 1 - Desenho esquemático mostrando os aspectos funcionais principais das duas partes da sinapse: o terminal axônico, pré-sináptico, e a membrana do neurônio pós-sináptico.



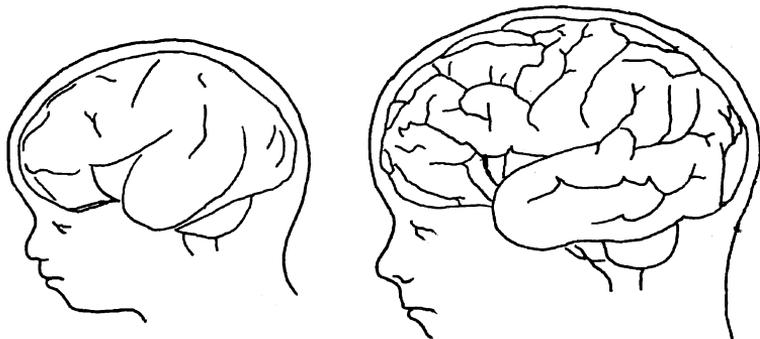
As alterações celulares decorrentes da aprendizagem e memória são chamadas de plasticidade. Elas referem-se a uma alteração na eficiência das sinapses e podem aumentar a transmissão de impulsos nervosos, modulando assim o comportamento. Mas segundo DEJOURS (1988), a plasticidade do organismo tem limites precisos. Só se inscreve, portanto, o que corresponde a uma aptidão preexistente, mesmo que até então ela só tenha existido em estado latente para aproveitar certas características presentes no genoma e transmitidos pelo cromossomos.

As malhas de neurônios são geradas no lugar certo e na proporção exata. Todas as informações necessárias à estruturação dos mecanismos cerebrais já estão demarcadas no “guia de montagem e instalação” oferecido pelo DNA. O crescimento do cérebro merece comentário especial, dada sua estreita relação com os processos psíquicos psicológicos pois o cérebro é a base física de todos os processos (COLL et. al., 1995).

O desenvolvimento e o funcionamento do cérebro são fatores hereditários, sendo que o seu desenvolvimento segue determinadas fases sucessivas que determinam os progressos da inteligência (ISAIA, 1991), estas resultantes da interação herança-ambiente (SALZANO, 1995).

Logo depois do nascimento de uma criança, vários processos são desencadeados no desenvolvimento das funções cerebrais. Um recém-nascido apresenta cerca de um quarto da massa cerebral de um indivíduo adulto (fig. 2), mas já tem quase todos os neurônios dos quais se valerá pelo resto de seus dias. Isso porque os neurônios e suas conexões crescem em tamanho, expandem-se e organizam-se em grandes linhas de processamento.

Figura 2 - Cérebro em crescimento. À esquerda um indivíduo jovem e à direita um indivíduo adulto.



Os neurônios param de se dividir logo após o nascimento, mas seus axônios e dendritos crescem extensamente durante o período anterior à maturidade, expandindo-se, e organizando-se em grandes linhas de processamento. Acredita-se que mesmo na fase adulta, ainda ocorra algum crescimento destas estruturas (SWENSON e REECE, 1996), especialmente após lesões cerebrais que comprometam determinadas funções.

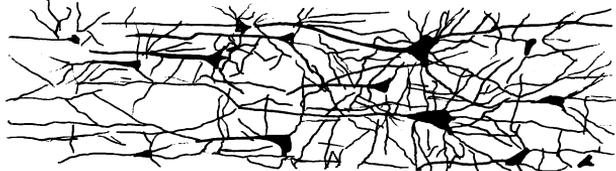
Conforme o modelo de evolução de conectividade de Changeux, Courrèges e Danchin, citado por CHANGEUX e CONNES (1995), a estrutura do material genético não muda, donde a sua classificação como “epigênese” por estabilização seletiva de sinapses, com uma considerável diversidade de conexões se manifestando; seguindo-se então um processo de afinição, que permite aprimorar, por meio da estabilização de certas conexões e da eliminação de outras, a conectividade adulta – um processo tipicamente darwiniano de produção de variações.

As principais estruturas cerebrais mais completamente desenvolvidas, no nascimento, são o mesencéfalo e a medula enquanto que o córtex cerebral apresenta-se como o menos desenvolvido (BEE, 1997).

Isto ocorre pelo fato de que o bulbo e a ponte, localizadas na base do encéfalo, separando o córtex cerebral da medula, são responsáveis por funções vitais como o controle da respiração e do batimento cardíaco. A medula elabora atos reflexos e, como tal, rege a atividade de funções tão importantes para a vida como a respiratória e a do coração, juntamente com o bulbo e a ponte. Como o bulbo, a ponte e a medula desempenham importantes funções, mesmo antes do nascimento, parece lógico que apresentem-se mais desenvolvidas do que o córtex cerebral. Quanto ao cerebelo, cabe a este, essencialmente, a função de coordenação motora.

Os neurônios (fig. 3) são a base de toda a estrutura de processamento de informações e procedimentos do cérebro. São cerca de 80 bilhões em cerca de 1,4 quilo de massa orgânica, e cada neurônio pode ter tanto quanto 1000 contatos sinápticos. De suas conexões depende a percepção do mundo, o aprendizado, o desenvolvimento das paixões, a raiva e o altruísmo.

Figura 3 - Rede de Neurônios.



Cuidados, porém, devem ser tomados ao se discutir esta temática. BEE (1997), apesar da imensa qualidade de seu trabalho, erroneamente apresenta células de Purkinje para ilustrar a evolução da “árvore dendrítica”. Tais células são integrantes do cerebelo e, portanto, pouco interessando aos processos intelectuais ocorrentes no córtex cerebral – este relacionado ao nosso estudo.

O número de neurônios por si só, não determina o intelecto, a menos que se deseje conceber que as baleias e os elefantes (ambos com aproximadamente 200 bilhões de neurônios, conforme SWENSON e REECE, 1996), sejam mais inteligentes que os seres humanos.

Uma vez estimulado, um neurônio repassa a informação a outro neurônio por meio de um processo eletroquímico. Os sinais elétricos se propagam como ondas pelos axônios, algo como longos tentáculos do neurônio. Esses impulsos são transformados em sinais químicos nas sinapses, que são o ponto de comunicação entre neurônios.

Quando em descanso, a membrana externa do neurônio é mais permeável aos íons de potássio que aos íons de sódio. No momento em que a célula é estimulada, entretanto, a permeabilidade ao sódio aumenta, determinando um influxo de cargas positivas. Esse evento desencadeia um impulso, iniciado na junção entre o corpo da célula e o axônio.

Quando o impulso encontra o terminal pré-sináptico, provoca a liberação de moléculas neurotransmissoras. Esses transmissores se espalham por uma pequena fenda, de um milionésimo de polegada, e se ligam aos receptores da membrana pós-sináptica. Tais ligações permitem a abertura de canais iônicos e, em seguida, a geração de impulsos no neurônio pós-sináptico.

A diversidade nos mecanismos de neurotransmissão permite ao cérebro atender a várias demandas. Algumas ações requerem rápidas respostas, como pisar com o pé no freio, desviar a bola para o gol ou tirar a mão de uma chapa quente. Para processar e enviar a informação necessária, existem grandes fibras nervosas que conduzem os impulsos a cerca de 100 metros por segundo (360Km/h). Outras atividades, como algumas ligadas ao aprendizado, carregam a informação mais lentamente, a 20 ou 30 metros por segundo.

A transferência de informação entre as sinapses é um processo complexo e cheio de diversidades. Nem todos os sinais repassados de neurônio a neurônio têm como mensagem a estimulação. Em alguns casos, o neurotransmissor liberado tem justamente a missão de “tranqüilizar” e inibir a célula vizinha. Sem esse efeito modulador, o cérebro en-

traria em colapso. A estimulação simultânea e desordenada de células resulta em manifestações desastrosas, como as crises epiléticas.

Para que o cérebro desenvolva todo seu potencial, é preciso que seja estimulado, provocado, trabalhado em suas centrais de comunicação. Nos primeiros anos de vida, o exercício de “musculação” mental garante o desenvolvimento das fibras nervosas capazes de ativar o cérebro e dotá-lo de habilidades. Assim, para que as memórias sejam criadas, é preciso que as células nervosas formem novas interconexões e novas moléculas de proteína (CARDOSO, 1999), novos dentritos.

No início da vida, as células nervosas são pequenas e esparsas. Não há uma malha fechada de conexões. Os neurônios processam sensações e informações somente quando estão agrupados em redes de especialização. A “ginástica cerebral” ajuda a estabelecer essas refinadas conexões e a sofisticá-las. A falta de uso condena os neurônios à morte.

A atividade que circula no sistema, conforme CHANGEUX e CONNES (1995), contribui para a modelagem do estado finito da rede. E, precisamente, ela não é idêntica para cada neurônio. No modelo de Changeux, Courrèges e Danchin, regras locais de evolução determinam a evolução de uma dada sinapse em razão de seu estado próprio de atividade e daquele da célula sobre a qual ela se projeta.

Para PIAGET, conforme ISAIA (1991), os processos biológicos que se manifestam, particularmente, pela maturação do sistema nervoso, ocupam papel de destaque no desenvolvimento cognitivo, não no sentido de determinar as estruturas cognitivas, mas de condicionarem os estágios de desenvolvimento a uma seqüência constante, na qual cada um é pré-requisito para o seguinte.

Ainda, considerando o modelo de Changeux, Courrèges e Danchin, a aprendizagem conduz a uma nova relação entrada/saída. Depois da aprendizagem, a mesma entrada produz sempre a mesma saída, ao passo que antes da aprendizagem, várias saídas são possíveis, de uma experiência a outra.

Aspectos cognitivos como fatores da construção da inteligência

A identificação da mente, ou cognição, com o processo da vida é uma idéia radicalmente nova na ciência, mas é também uma das intuições mas profundas e arcaicas da humanidade (CAPRA, 1996). Ainda, segundo este autor, na emergente Teoria dos Sistemas Vivos, a mente não é uma coisa, mas um processo, com a cognição apresentando-se

como o princípio de conhecer e sendo identificada com o processo da própria vida (CAPRA, op. cit.).

Os primeiros trabalhos experimentais de Maturana em neurofisiologia e percepção (MATURANA et al., 1960; MATURANA et. al., 1968) levaram-no a questionar as noções de cognição baseadas na teoria da informação. A teoria que ele então criou e refinou com Varela foi originalmente destinada a responder questões até aquela época englobadas nos estudos da “cognição” e/ou “percepção”. O escopo da teoria não permaneceu limitado a essas questões. Ela se construiu a partir de sua base cognitiva para gerar implicações para (dentre outras coisas) a epistemologia, a comunicação e a teoria dos sistemas sociais. Esses focos adicionais estavam tradicionalmente sob a jurisdição da filosofia, da lingüística, e da sociologia, respectivamente. Por que, então, deveríamos considerá-las um assunto que dissesse respeito a um biólogo? A resposta direta de Maturana é que “cognição é um fenômeno biológico e que só pode ser compreendido como tal; qualquer insight epistemológico no domínio do conhecimento requer essa compreensão” (MATURANA & VARELA, 1980).

Como um fenômeno biológico, a cognição é vista em relação ao(s) organismo(s) cuja conduta realiza aquele fenômeno, ou seja, a cognição é a atividade envolvida na autogeração e na autopropagação de redes autopoieticas. Em outras palavras, a cognição é o próprio processo vital – onde este processo consiste em todas as atividades envolvidas na contínua incorporação do padrão de organização (autopoietico) do sistema numa estrutura (dissipativa) física (CAPRA, 1996).

Essa orientação levou a uma descrição sistemática de organismos como unidades auto-produtoras no espaço físico. Os princípios e definições que constituem esse esquema sistemático são chamados os *aspectos formais* da teoria da autopoiese. Derivando um conjunto de características operacionais (e.g. auto-regulação; auto-referência) a partir dessa base formal, Maturana e Varela desenvolveram uma explicação sistêmica da cognição e uma fenomenologia descritiva. Os princípios e definições que constroem essa descrição sistêmica são chamados de *aspectos fenomenológicos* na teoria da autopoiese (WHITAKER, 1997).

WEINBERG (1989) apud BEE (1997) estima que a variação de reações do QI fique em torno de 20 a 25 pontos, estando esta influenciada pelo ambiente em que a criança cresce. Conforme BEE (1997), quando “aprimoramos” o ambiente de uma criança, ela mais se aproxima da extremidade superior dessa variação de reações. Quando “pioramos” o ambien-

te, a performance intelectual efetiva da criança cai para a extremidade mais inferior dessa variação de reações.

As perturbações oriundas do ambiente, promovem mudanças estruturais¹⁰ no sistema levando-o a “gerar um novo mundo”, na expressão de Maturana e Varela. Em alguns casos porém, a repetição das estruturas e não a sua modificação, conduz apenas ao seu “lapidamento” (FRANCO, 2000).

A Tabela IV mostra o escore do QI de crianças na adolescência, todas adotadas quando bebês, que representam as principais combinações possíveis de classe social baixa e alta e todos os tipos de formação dos pais naturais e pais adotivos.

Tabela IV

Escores do QI na adolescência, de filhos adotivos, de Capron e Duyme.

		Classe Social dos Pais Adotivos	
		Alta	Baixa
Classe Social dos Pais Biológicos	Alta	119,60	107,50
	Baixa	103,60	92,40

Fonte: CAPRON e DUyme (1989) *apud* BEE (1997).

Conforme os dados da Tabela IV, percebe-se que filhos de pais biológicos de alta classe social, criados por pais adotivos com as mesmas características econômicas, apresentam QI's mais elevados, o que está muito provavelmente associado a um ambiente mais favorável economicamente, que possibilite um maior nível de perturbações ambientais, promovendo assim maiores mudanças estruturais.

Tal observação entretanto, parece contraditória quando se confronta os resultados obtidos por filhos de pais biológicos de classe social baixa criados por pais adotivos de classe social alta com os de pais biológicos de classe social alta criados por pais adotivos de classe social baixa. Apenas uma explicação pode ser obtida para justificar esta “contradição”; considerar que pais biológicos de baixa classe social apresentem uma baixa predisposição gênica para níveis mais elevados de inteligência e que seus filhos alcançam níveis um tanto mais elevados pelas per-

¹⁰ Em outras palavras, mudanças na conectividade através de toda a rede, haja vista que esta responde a uma perturbação determinada, rearranjando seus padrões de conectividade.

turbações ocasionadas pelo ambiente economicamente mais ativo, numa típica relação com sua zona de desenvolvimento proximal, no segundo caso, apesar das perturbações serem menos intensas (ou ricas), predomina ainda a força da predisposição gênica.

Embora tal dado pareça preconceituoso, não o é; e buscamos na Sociobiologia a explicação. As fêmeas é que escolhem e aceitam, ou não, os machos que lhes fazem a corte, com base nos atributos exibidos por estes. Assim é natural, e Darwiniano, que mulheres mais aptas intelectualmente, busquem homens com características similares ou superiores. Já em 1957, HONZIK revelava que a correlação existente entre o QI do filho adotivo e o QI de sua mãe natural aumenta com a idade.

De acordo com BEHAR (1992) a inteligência é, em essência, uma organização e sua função consiste em estruturar o universo como o organismo que estrutura o meio imediato. Mas ela nada tem de um absoluto independente, pois é uma relação entre outras, entre o organismo e os objetos de sua interação. Esta adaptação intelectual implica em um elemento de assimilação, ou seja, de estruturação por incorporação da realidade exterior às formas devidas à atividade do sujeito, assim como de acomodação, isto é, a criação de novas formas que reestruturam essa incorporação.

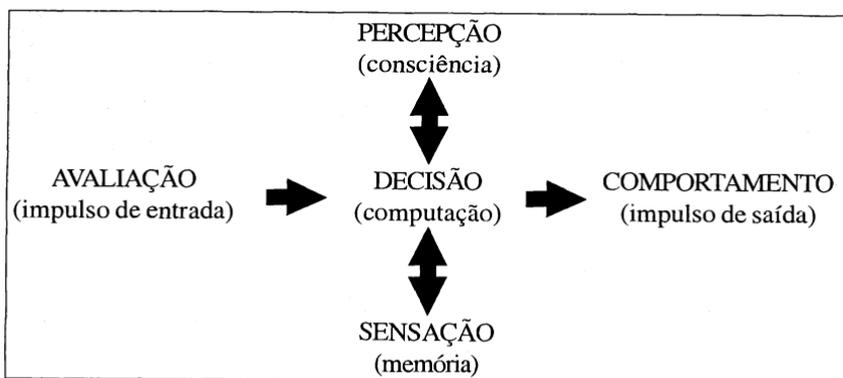
PIAGET salientou, em suas pesquisas, o funcionamento cognitivo e o processo de equilíbrio como fatores responsáveis pela possibilidade do pensamento ou da inteligência ir, pouco a pouco, construindo o instrumental intelectual necessário para a organização compreensível e inteligível da realidade (MOSQUERA e ISAIA, 1987). Conforme VALENTINI (1999), na teoria da equilíbrio a fonte de progresso no desenvolvimento está nos desequilíbrios, já que estes impelem o sujeito a ultrapassar seu estado atual e procurar avanços e novas direções. Quando esses novos elementos fazem com que as próximas assimilações sejam diferentes das anteriores, levam a equilíbrios majorantes, onde o atual equilíbrio é superior ao anterior. Considerado do ponto de vista da equilíbrio, os desequilíbrios constituem-se em fonte de desenvolvimento, pois são impulsionadores de novas equilíbrios majorantes. Tomando essa perspectiva, é indispensável para o desenvolvimento este ciclo dialético de desequilíbrios e equilíbrios progressivas.

Ainda nesta óptica, sujeito e objeto representam simultaneamente a tese e a antítese um do outro. O sujeito surgido nesta construção representa a síntese da relação, mas por sua vez, será uma nova tese/antítese de um novo objeto (FRANCO, 2000). O desenvolvimento ocorrido, porém não repre-

senta um bloco linear, podendo ocorrer defasagens cognitivas. Ao se transformar $A \rightarrow B$, algo pode ficar para trás e não ser “transformado”. O novo sujeito surgido em B , porém gera a possibilidade de ser retomado o A residual, regerando um novo B , compondo assim aspectos já de metacognição.

Desta forma, a evolução da inteligência determina a evolução dos conhecimentos, de um nível de menor para maior complexidade, através de um processo interativo entre o sujeito e o mundo (MOSQUERA e ISAIA, 1987). Ainda segundo estes autores, cabe considerar que Piaget privilegia a atividade do sujeito e a possibilidade de auto-regulação da organização cognitiva, como fatores indispensáveis à progressão do pensamento e do conhecimento. De uma forma geral, e bastante simplificada, pode-se demonstrar biologicamente este processo através da figura 4.

Figura 4 - O impulso de entrada sensorial (sensação) fornece a informação básica sobre o meio ambiente ao qual o indivíduo pode precisar responder. Então o sistema nervoso inicia um grupo de reações de processamento destinadas, por fim, a chegar a uma decisão sobre a resposta adequada. Tomar decisões requer a computação das características do estímulo; esse processamento pode ser ou não conduzido ao nível de percepção consciente. Além disso, o estímulo é avaliado em termos de significância biológica, o que requer tipicamente referência à memória de experiências passadas aprendidas; estas por sua vez são avaliadas na memória atual. Uma vez que a resposta adequada é determinada, o sistema nervoso envia seus impulsos de saída na forma de padrões de secreções glandulares e contração muscular (comportamento).



Para VYGOTSKY (1988), o desenvolvimento deve atingir uma determinada etapa, com a conseqüente maturação de determinadas funções, antes de a sociedade fazer a criança adquirir determinados conhecimentos e hábitos.

O cérebro é, com efeito, um sistema a base de memórias: as atividades anteriores ao tratamento da informação deixam nele marcas, o que significa, concretamente, que elas modificam a organização (MADEIRA, 1993).

Destes aspectos, tem-se ainda a considerar a consciência, que pode ser considerada, conforme LÉVY (1993), uma das interfaces entre o organismo, seu ambiente, e o funcionamento de seu próprio sistema cognitivo e, a qual, segundo ECCLES (1992), é representada por mundo microgranular, com unidades mentais denominadas *psicons*. Na interação cérebro-mente um psicon ligar-se-ia a um dendrônio (dendritos apicais das células piramidais) através de conexões não-locais (relatividade quântica). O aperfeiçoamento do funcionamento, por seleção natural, do córtice na integração da complexidade aumentada de estímulos neurais, resultante do avanço dos receptores sensoriais, proporcionou o surgimento dos psicons como um “efeito colateral” desses desenvolvimentos; sendo o nível mais sofisticado do fenômeno, a *autoconsciência* humana.

Para CHANGEUX e CONNES (1995), no cérebro adulto tem-se um darwinismo mental, ou psicológico, ocorrendo tanto no nível do entendimento quanto no da razão. Na escala do tempo psicológico, ele produz antes modificações de *eficiência sináptica*, do que uma evolução do *número* de conexões; desenvolvendo-se então uma atividade combinatória, que propicia a *antecipação* da interação com o mundo exterior, o sujeito se estrutura por sua atividade sobre o meio (e se ele também se reestrutura) indefinidamente, para uma adaptação, ou melhor, um equilíbrio sempre mais amplo.

Discussão e conclusões

Conhecer as complexas relações entre a cognição (aquisição de conhecimento, percepção), o comportamento humano e as atividades do sistema nervoso sempre foram um desafio para a ciência. Recentemente a tarefa de desvendar esses mistérios vem sendo realizada metodicamente pelos especialistas em neuropsicologia. Nesse campo, reúnem-se estudos de anatomia, fisiologia, neurologia, psicologia, psiquiatria e etologia. Uma das metas perseguidas há séculos tem sido reconhecer a causa de distúrbios da cognição e da especificidade de determinados comportamentos humanos.

Como um fenômeno biológico, a cognição é vista em relação ao(s) organismo(s) cuja conduta realiza aquele fenômeno. Na Teoria da Autopoiese, a cognição é uma consequência da circularidade e da complexidade na forma de quaisquer sistemas cujo comportamento inclui a manutenção da própria forma. Isso muda o foco do reconhecimento de agentes ativos e ações replicáveis através das quais um dado processo (“cognição”) é conduzido (o ponto de vista da ciência cognitiva) para um foco de reconhecimento daquelas características na forma de um organismo que determina seu engajamento com o seu meio (WHITAKER, 1997).

A Teoria da Autopoiese tem como fundamentação a maneira pela qual os sistemas vivos consideram o domínio no qual eles operam e como nele se engajam. Essa orientação inclui a maneira pela qual esta teoria trata a si mesma como teoria científica e todos os outros fenômenos. Um sistema cognitivo engaja-se no “mundo” apenas em termos das perturbações do seu sistema nervoso, que é operacionalmente fechado (i. e., suas transformações ocorrem dentro de seus limites). Na medida em que o sistema nervoso interconecta seus componentes recursivamente (como em nossos cérebros), o organismo é capaz de gerar, manter e re-engajar seus próprios estados como se eles fossem representações literais de fenômenos externos. Tais estados são de “segunda-ordem”, no sentido de que eles são derivados da experiência, e não registros literais dela. Esses estados são chamados de descrições numa Teoria da Autopoiese, e um organismo, operando dentro do domínio de suas descrições, é um observador. A operação primária é fazer distinções que separam o ambiente do sistema observador em ‘objeto’ e ‘outro’ (WHITAKER, 1997).

Tanto a herança genética quanto a educação são importantes para o comportamento humano. É impossível saber em que proporção ambas influem na mente humana ou no desempenho. Com muita probabilidade deve existir uma variação de pessoa para pessoa. A maturação do comportamento corre em paralelo com a proliferação dos processos neuroniais; presumivelmente, este crescimento crie novas áreas de contato entre os neurônios e novas redes de processamento de informações (SWENSON e REECE, 1996).

As mais recentes pesquisas mostram que cada habilidade depende de um tipo específico de conexão, cada uma delas com um tempo de maturação determinado pela natureza. No caso da linguagem, em algum momento do período, que vai dos sete aos dez meses, a criança já identifica e imita os fonemas da língua materna. Ao chegar aos dois anos, os

circuitos neurais estão em uma fase importante da evolução e estabelecimento de ligações. Nesse momento, é fundamental conversar com a criança para enriquecer-lhe o vocabulário.

É justamente nessa fase que o indivíduo começa a traduzir o pensamento em frases e a misturar as palavras, seguindo um projeto mental lógico. Especialistas recomendam ensinar uma segunda língua antes dos dez anos de idade. Há grandes chances de que o novo idioma seja falado sem sotaque. No caso da música, a chamada porta da oportunidade está aberta entre três e 10 anos de idade. E, de fato, a maioria dos grandes músicos começou a desenvolver suas habilidades exatamente nessa idade.

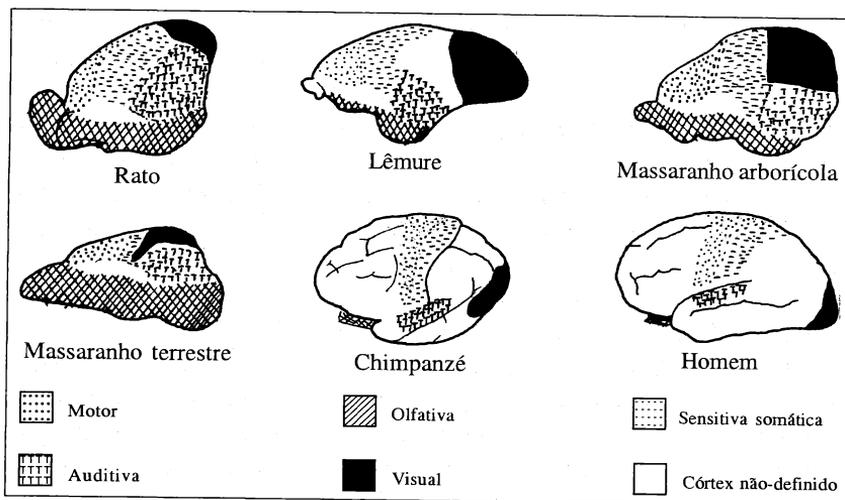
Conforme SWENSON e REECER (1996), há muitas regiões específicas sendo governadas por conjuntos anatomicamente definidos de neurônios (centros). Vários estudos em seres humanos revelaram que as funções cerebrais superiores (fala, música, matemática e assim por diante) estão mais desenvolvidas em um hemisfério cerebral que no outro. A organização da população neural do cérebro, porém assemelha-se mais a uma democracia do que a um exército (LIPP, 1988), considerando que neste sentido, o termo hierarquia quando utilizado não implica, necessariamente, um comando linear, de tal forma que, a palavra-chave torne-se *coordenação*.

Assim ao contrário do que se pensa e considerando estudos realizados com ratos em que se ocasionou lesões cerebrais, demonstrou-se que o cérebro atua em processamento distribuído (SWENSON e REECER, 1996), visto que as partes do córtex são altamente interconectadas.

Conforme VARELA apud CAPRA (1996), “o cérebro é... um sistema altamente cooperativo: as densas interações entre seus componentes requerem que, no final, tudo o que esteja ocorrendo seja uma função daquilo que todos os componentes estão fazendo... Em consequência disso, todo o sistema adquire uma coerência interna em padrões intrincados, mesmo que não possamos dizer exatamente como isso acontece”.

A figura 5 apresenta um esquema do córtex cerebral e a localização de algumas de suas funções primárias, de forma comparativa em diferentes organismos.

Figura 5 - Esquema do córtex cerebral de várias espécies para ilustrar as funções primárias das várias partes do córtex. Notar que a quantidade de córtex não-específica mostra um aumento relativo nos primatas superiores.



Fonte: SWENSON e REECER, 1996)

Considerando o aspecto genético e a influência de estímulos cognitivos do ambiente (perturbações ambientais) como processo contínuo ao longo da vida, além do aspecto de processamento distribuído do córtex cerebral, torna-se lógico que, ao sofrer uma lesão, ocorra uma estimulação ao surgimento de novas sinapses, e portanto de novos centros neuroniais, para tentar suprir perdas ocorridas, preferencialmente em área próxima àquela original.

Alguns centros neuroniais apresentam-se, com relação ao número de sinapses, mais complexos do que outros. Tal fato ocorre em função de haver uma pré-disposição gênica associada a numerosos estímulos cognitivos “direcionados” a tal área.

Isto parece se complementar, pelo menos do ponto de vista biológico, com as “inteligências distribuídas” de Gardner, segundo o qual todos temos os mesmos instrumentos para chegar ao conhecimento, mas não com a mesma intensidade. Aprendemos de formas diferentes. Uns têm mais facilidade de aprender através das imagens, outros através da fala, outros através da música, do movimento, do isolamento ou da cooperação. Todos os alfabetizados possuem a habilidade lingüística, a capacidade de ouvir, ler e escrever histórias. Mas alguns, desde o começo, mostram mais facilidade em manusear as palavras; sentem prazer em ler e escrever. Outros, pelo contrário, captam melhor o que podem ver.

Mesmo quando estão lendo (uma operação abstrata) acompanham o que lêem com imagens, apoiam-se no concreto da imagem, como um outro registro ou muleta para poder entender (MORAN, 1994). Talvez por esta razão encontremos, com relativa freqüência, sábios idiotas, músicos ignorantes e pessoas hábeis nas relações interpessoais mas refratárias à geometria, entre outras tantas possibilidades (LÉVY, 1993).

Para VYGOTSKY os fatores necessários ao desenvolvimento da inteligência são de natureza sócio-cultural, evidenciando o uso de ferramentas e de signos, em especial a linguagem. Enquanto Piaget não aceita em suas provas “ajudas externas”, por considerá-las inviáveis para detectar e possibilitar a evolução mental do sujeito, VYGOTSKY não só aceita como as considera fatores fundamentais para rebocar o processo evolutivo (MOSQUERA e ISAIA, 1987). Neste sentido, o pensamento de VYGOTSKY parece ser respaldado pelos experimentos citados por BEE (1997) e realizados por DA-SILVA et al. (1975) e SALZANO e RAO (1975) com gêmeos.

Visto que a estrutura do organismo em geral, e de seu sistema nervoso em particular, está determinada plasticamente durante a vida de cada organismo ao longo de sua ontogenia (MATURANA & GUILOFF-D., 1998), mediante uma dinâmica de desequilíbrios e equilibrações progressivas, não seria legítimo considerar a inteligência como um fenômeno biológico de simples determinação genética ou ambiental.

A partir disto, não há nenhum absurdo em conceber a participação (LÉVY, 1993) na mente, de mecanismos ou processos não biológicos, como dispositivos técnicos ou instituições sociais, elas mesmas constituídas de “coisas” e de pessoas.

Ponto fundamental e indissociável nos aspectos do desenvolvimento da inteligência é o da nutrição. Visto que o cérebro cresce em velocidade superior a do restante do corpo, seu crescimento depende criticamente de um suprimento adequado de nutrientes (SWENSON e REECER, 1996); as deficiências durante a fase de crescimento podem causar danos permanentes, ao indivíduo e à sua inteligência, aja visto que, deste suprimento orgânico o cérebro retira os subsídios de energia e biomassa para sua auto-organização em função do movimento progressivo das equilibrações piagetianas, explicadas pelos conceitos de perturbações, regulações e compensações.

Tal fato é facilmente comprovável pelo baixo rendimento escolar demonstrado por crianças sub, ou desnutridas. Assim, de nada vale um

alto potencial¹¹ gênico e intensos estímulos cognitivos, se não houver a disponibilização adequada de nutrientes que supram as necessidades fisiológicas apresentadas pelo encéfalo, para a sua autopoiese orgânica.

Como vimos, o sistema que compõe o desenvolvimento da inteligência passa por contínuas mudanças estruturais enquanto preserva seu padrão de organização semelhante a uma teia; em outras palavras, ele se acopla ao seu ambiente de *forma estrutural*, por meio de interações recorrentes, cada uma das quais desencadeando mudanças estruturais no sistema. Tratando-se, porém, de um sistema vivo, o ambiente apenas desencadeia as mudanças estruturais; ele não as especifica nem as dirige.

Finalmente, este estudo não pretende esgotar aqui a discussão dos aspectos que envolvem o desenvolvimento da inteligência. A cada dia que avançamos em direção ao futuro, novas descobertas são realizadas e com isto, novos estudos devem ser executados à luz de tais conquistas de forma a promover também a evolução deste estudo.

Referências bibliográficas

- AYALA, F. J. La Naturaleza Humana a Luz de la Evolución. *Estudios Filosóficos*, v. 31, n. 6, p. 48-53, 1987.
- BEE, H. *O Ciclo Vital*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 656p.
- BEHAR, P. A. *Informática & Educação*. Trabalho Individual I (Mestrado em Informática) – Instituto de Informática. Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1992. 80p.
- BURNS, G. W. *Genética: Uma Introdução à Hereditariedade*. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1983. 558p.
- CAPRA, F. A *Teia da Vida: Uma Nova Compreensão Científica dos Sistemas Vivos*. São Paulo : Cultrix, 1996. 256p.
- CAREY, G. Evolution and Path Models in Human Behavioral Genetics. *Behavior Genetics*, v. 21, p. 433-444. 1991.
- CARDOSO, S.H. *O Crescimento do Cérebro*. Download realizado em 15 junho às 10h25min de <<http://www.epub.org.br/cm/n01/memo/cresciemento.htm>>. 1999.
- CARVALHO, L. V. de; BARBOSA, V. C.; MENDES, S. T.; EIZIRIK, L. M.; FRANÇA, F. G. Redes Neurais Artificiais: A Volta do Cérebro Eletrônico? *Ciência Hoje*, São Paulo, v. 12, n. 70, p. 12-21. 1991.
- CHANGEUX, J.-P.; CONNES, A. *Matéria e Pensamento*. São Paulo : UNESP, 1995. 222p.

¹¹ Entenda-se potencial no sentido cartesiano da física newtoniana, não no sentido piagetiano!

- COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. *Desenvolvimento Psicológico e Educação: Psicologia Evolutiva*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1995. 356p.
- DA-SILVA, B. T. T.; OSÓRIO, M. R. L. B.; SALZANO, F. M. School Achievement, Intelligence, and Personality in Twins. *Acta Geneticae Medicae et Gemellologiae*, Roma, v. 24, p. 213-219. 1975.
- DEJOURS, C. *O Corpo entre a Biologia e a Psicanálise*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1988. 183p.
- ECCLES, J. C. Evolution of Consciousness. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 89, p. 7320-7324. 1992.
- EDWARDS, K. J. R. *A Evolução na Biologia Moderna*. São Paulo : EPU/EDUSP, 1980. 70p.
- FUTUYMA, D. J. *Biologia Evolutiva*. Ribeirão Preto : Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1993. 646p.
- GUENTHER, R-K. *Human Cognition*. New Jersey : Prentice Hall, 1998. 522p.
- HONZIK, M.P. Developmental Studies of Parent-Child Resemblance in Intelligence. *Child Development*, v. 28, p. 215-228. 1957.
- ISAIA, S. M. de A. Esquema Epistemológico Básico: A Relação entre Conhecimento e Inteligência na Perspectiva Epistemológica de Jean Piaget. *CADERNOS de Pesquisa*, Santa Maria, v. 34, p. 01-22. 1991.
- LÉVY, P. *As Tecnologias da Inteligência: O Futuro do Pensamento na Era da Informática*. São Paulo : Editora 34, 1993. 205p.
- LIPP, H. P. The Forebrain as a Playground of Mammalian Evolution. In: JERISON, H.J.; JERISON, I. (Ed.). *Intelligence and Evolutionary Biology*. Berlin : Springer-Verlag, 1988. p. 109-118.
- JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, José. *Histologia Básica*. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1995. 433p.
- MADEIRA, M. *Psicologia Cognitiva*. Polígrafo., Porto Alegre : Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 1993. 76p.
- MARIOTTI, H. *Autopoiese, Cultura e Sociedade*. Download realizado em 16 julho 2000 às 22h06min de <<http://orbita.starmedia.com/~complexidade/autopoiesis.html>> s/d.
- MATURANA, H.; GUILOFF-D., G. Em Busca da Inteligência da Inteligência. In: MATURANA, H. *Da Biologia à Psicologia*. Porto Alegre : Artes Médicas, 1998. p. 13-30.
- _____; LETTVIN, J.; MCCULLOCH, S.; PITTS, W. Anatomy and physiology of vision in the frog, *Journal. of General Physiology*, v. 43, p. 129-175. 1960.
- _____; G.-Uribe; SAMY, G.-Frenk. A biological theory of relativistic colour coding in the primate retina: A discussion of nervous system closure with reference to certain visual effects. *Archiva de Biologia y Medicina Experimentales*, Suplemento, v. 1, p. 1-30. 1968.
- _____; VARELA, F. *Autopoiesis and Cognition: The Realization of the Li-*

- ving, Boston Studies in the Philosophy of Science [Cohen, Robert S., and Marx W. Wartofsky (eds.)], v. 42, Dordrecht: D. Reidel Publishing Co., 1980.
- MORAN, J. M. *Interferência dos Meios de Comunicação no Nosso Conhecimento*. Download realizado em 26 junho às 23h42min <<http://penta2.ufrgs.br/edu/edu3375/gardner2.htm>> 1994.
- MOSQUERA, J. J. M.; ISAIA, S.M. de A. Vygotsky ou Piaget? Uma Polêmica de Repercussões Significativas. *Educação*, Porto Alegre, v. 10, n. 12, p. 77-90. 1987.
- NEWMAN, H.F.; FREEMAN, F.N.; HOLZINGER, K.J. *Twins: A Study of Hereditary and Environment*. Chicago : University of Chicago Press, 1937. *paginae incertae*.
- PIAGET, J. *Psicologia da Inteligência*. Rio de Janeiro : Zahar, 1977. 178p.
- PINKER, S. *Como a Mente Funciona*. São Paulo : Schwarcz, 1998. 666p.
- PRIBRAM, K. L. (Org.). *Biología del Aprendizaje*. Buenos Aires : Paidós, 1976. 206p.
- SALZANO, F. M. *Evolução do Mundo e do Homem: Liberdade ou Organização*. Porto Alegre : EDUFRGS, 1995. 151p.
- _____; RÃO, D.C. Path Analysis of Aptitude, Personality and Achievement Scores in Brazilian Twins. *Behavior Genetics*. Nova York, v. 6, n. 4, p. 461-466. 1976.
- SWENSON, M. J.; REECE, W. O. (Eds.). *DUKES: Fisiologia dos Animais Domésticos*. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1996. 856p.
- VALENTINI, C. B. *Aprendizagem Cooperativa em Ambientes de Educação Virtual nos Cursos de Graduação em Psicologia e Pedagogia*. Download realizado em 25 fevereiro 2000 às 16h24min de <<http://www.uces.tcche.br/carla/projeto.html>> 1999.
- VYGOTSKY, L. S. Aprendizagem e Desenvolvimento Intelectual na Idade Escolar. In: _____.; LURIA, A.R.; LEONTIEV, A.N. *Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem*. São Paulo: Ícone/EDUSP, 1988, p. 103-117.
- WHITAKER, R. *Autopoiiese e Atuação*. Download realizado em 26 fevereiro