

O CÉREBRO E SUAS POSSÍVEIS RELAÇÕES COM AS ALTAS HABILIDADES

Carlos Eduardo Paulino

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília – UNESP – campus Marília/SP. Psicopedagogo Institucional e Clínico. Especialista em Saúde Mental e Atenção Psicossocial.

RESUMO: Este estudo objetivou investigar aspectos neurofisiológicos da dotação e talento, abordados em pesquisas recentes, com ênfase em quatro das grandes áreas de funções cerebrais (cognitiva, intuitiva, sensorial e emocional). A maioria dos estudos investiga a relação entre a atividade elétrica do cérebro e a inteligência, visando a conhecer o funcionamento cerebral com mais profundidade e determinar os fatores fundamentais subjacentes à dotação no domínio da inteligência. Pessoas com inteligência na média, comparadas com pessoas intelectualmente dotadas, exibem menor poder alfa (talvez por exercer maior esforço mental), durante o processamento das informações em diferentes tarefas. Foi verificado também que outros domínios, como socioafetivo, perceptual, físico e da criatividade, estão sendo pouco considerados nas pesquisas, principalmente por estudos de suas expressões específicas. Apesar desses conhecimentos já construídos, um longo percurso ainda precisa ser trilhado, para que se adquira melhor compreensão dos mecanismos neurofisiológicos fundamentais relacionados às bases da dotação e talento.

ALTAS HABILIDADES/SUPERDOTAÇÃO: ASPECTOS NEUROFISIOLÓGICOS – UMA REVISÃO DA LITERATURA

1. INTRODUÇÃO

O cérebro, ao longo da história, nem sempre foi reconhecido como um local importante e relacionado com a mente humana, mente entendida como responsável por diversas funções complexas, tais como, o raciocínio, a percepção, a capacidade de sentir, de tomar decisões e de comandar o corpo.

Evidências arqueológicas indicam que o homem pré-histórico ou mesmo espécies homínidas já possuíam alguma ideia de que o cérebro estava relacionado com as funções mentais. Foram descobertos crânios que possuíam traumatismo craniano e, alguns destes crânios, de culturas humanas pré-históricas datadas do período Neolítico (10.000 a.C.), possuíam indícios de uma prática cirúrgica chamada trepanação. A trepanação (do grego *trapanon*, perfuração, abrir um buraco) é um procedimento cirúrgico que consiste na retirada de uma porção do crânio, sua prática possuía tanto finalidades mágico-religiosas como exclusivamente terapêuticas, tais como, no tratamento de epilepsia, dor de cabeça e sintomas relacionados com traumatismo craniano.

Esses achados arqueológicos constituem a principal evidência de que essas culturas possivelmente conferiam “ao cérebro um papel importante na regulação das funções mentais, uma vez que esses orifícios cranianos foram deliberadamente realizados de forma cirúrgica, para atingir algum determinado propósito” (Castro & Fernandez, 2010, p.142). A análise de crânios descobertos através de escavações arqueológicas constitui um dos principais elementos para tentar responder a essa questão, já que a ausência de registros escritos impede que se possa definir com exatidão que tipo de conhecimento essas culturas possuíam sobre a relação entre o cérebro e as funções mentais.

O registro mais antigo grafado com a palavra cérebro encontra-se em um papiro egípcio médico, datado de 1700 a.C., mas que acreditam ser uma cópia de um texto mais antigo, provavelmente de cerca de 3000 - 2500 a.C. Mesmo com evidências de que o povo egípcio possuía conhecimento sobre o cérebro, eles não atribuíam a ele nenhuma função especial, pois para eles o coração era o centro da mente, ou seja, o coração armazenava todas as informações e experiências que uma pessoa teria adquirido em sua vida, assim após a morte de alguém, eles embalsamavam seu coração e o cérebro era descartado (Gazzanica, Heatherton, 2005).

Na Grécia a partir do século IV a.C., começou a re-surgir a ideia de que o cérebro estaria envolto de alguma forma com a mente. Foi o médico Hipócrates (460-377 a.C.) e seus seguidores através de estudos com pacientes com epilepsia que descreveram o cérebro como a localização da mente. Dois séculos mais tarde, o médico romano Galeno (130-200 a.C.) também atribuiu funções mentais ao cérebro e suas ideias foram dominantes durante séculos.

Com o passar dos séculos, devido a diversas mudanças históricas e científicas, Gall (1758-1828) acrescenta ao antigo conhecimento sobre o cérebro que “a mente poderia não ser uma entidade unificada, [...] mas composta por múltiplos componentes, que poderia estar localizados em diferentes partes do cérebro” (Gazzanica, Heatherton, 2005, p.122). Anos mais tarde, Paul Broca (1824-1880) analisou o cérebro de um paciente que possuía deficiência na fala e encontrou uma lesão de um acidente vascular cerebral. Este foi o marco das primeiras localizações modernas sobre a mente no cérebro, pois essa região foi confirmada como crucial na produção da linguagem e assim confirmou-se de forma mais científica de que há diferentes regiões cerebrais relacionadas com diferentes funções.

O final do século XX, a “década do cérebro” – 1990/2000 – foi marcado por um período de incentivo à investigação dos processos

neurais, com grandes investimentos governamentais e não governamentais, quando novas técnicas foram aperfeiçoadas para compreender o funcionamento do cérebro, congregando cientistas de cerca de quinze países das mais diversas áreas. Foram unidos esforços de neurologistas, psicólogos, biólogos e farmacologistas, dentre outros, formando novas ciências como a neuroquímica, a neurofisiologia, a neurociência computacional ou a neurociência cognitiva (Simonetti, 2008, p.56).

Atualmente, com os avanços da tecnologia para “criar imagens da mente”, acreditam que o cérebro não é uma estrutura uniforme, e através de algumas tecnologias, tais como, eletroencefalograma (EEG), tomografia por emissão de pósitrons (PET) e imagem por ressonância magnética (IRM) buscam regiões do cérebro que podem ser correlacionadas com atividades mentais específicas.

Uma das buscas dos cientistas e estudiosos diz respeito à investigação sobre quais partes do cérebro estão envoltos num determinado tipo de inteligência e quais são de forma mais detalhada, as ligações entre o cérebro e inteligência, bem como a de indivíduos que possuem capacidade elevada.

A palavra inteligência origina-se do latim, *intelligentiã*, que provém de *intelligere*, termo composto de *intus* "entre" e *legere* "escolher", “escolher entre”, “discernir”, isto é, inteligência é aquilo que nos permite escolher, que – de certa forma – exige tomada de decisão, escolha entre um e outro. Na linguagem comum, a palavra inteligência faz referência a uma qualidade dos indivíduos, já na linguagem científica, refere-se a uma qualidade do comportamento (Miranda, 2002).

As raízes do estudo científico da inteligência humana surgiram do interesse pelas manifestações extremas dessa qualidade do comportamento: a genialidade e a deficiência funcional. Ou seja, um dos olhares científicos busca no cérebro humano quais

processos estariam envolvidos nas diferentes formas de expressão da inteligência. Neste artigo focaremos nas diferentes formas de expressão da capacidade elevada.

Perez (2006) aponta que é possível reunir e classificar as teorias sobre a inteligência em quatro grandes grupos: psicométricas, cognitivistas, desenvolvimentistas e socioculturais.

Assim, segundo a autora nas teorias psicométricas existiriam duas correntes diferentes, as teorias monolíticas, onde a inteligência é única, inata e mensurável. E as teorias fatoriais ou multifatoriais, onde a inteligência contém múltiplos fatores que também podem ser avaliados com instrumentos de mensuração.

Dentro da teoria desenvolvimentista, para Piaget a inteligência é definida como um processo de adaptação na busca de equilíbrio que se desenvolvem ao longo de quatro etapas, imutáveis na sua ordem, porém podem ter duração variável, pois existem fatores que podem acelerá-lo ou retardá-lo, tais como, a hereditariedade, experiência física, transmissão social ou o fator educativo e a equilibrarão (WECHSLER, 1998; DELOU, 2001).

Já as teorias socioculturais, segundo Perez (2006, p.):

[...] partem das concepções de Vigotsky, que não formula propriamente um conceito de inteligência, mas cujas contribuições sobre a formação e desenvolvimento dos processos psíquicos superiores e os conceitos de zona de desenvolvimento real e zona de desenvolvimento proximal são de grande importância para essa conceituação.

Dentro das teorias cognitivas, há a teoria das “inteligências múltiplas”, proposta por Gardner, que descrevia de início sete “inteligências” (várias das quais são reconhecidamente já conceituados talentos). A ideia central de Gardner era primordialmente negar a influência do conhecido *Fator G*, de Spearman, e assim relegar o Quociente de Inteligência (QI), que no passado era tido como o mais aceitável indicativo

de dotação, a um papel secundário. Os tipos de *inteligências* descritas por Gardner, que poderiam caracterizar a presença de alta capacidade, isoladas ou de forma combinada, são: corporal-cinestésica, musical, linguística, lógico-matemática, espacial, interpessoal, intrapessoal, posteriormente acrescentadas de mais duas *inteligências*, a naturalista e a espiritual.

Outro modelo, preconizado por Sternberg (1992), o qual define inteligência como “a *capacidade de solucionar problemas abstratos*”, acrescenta que, para compreender a capacidade humana não se deve pensar somente em termos de Quociente Intelectual, mas também no que ele chamou de “inteligência do sucesso” (*success intelligence*), uma habilidade intencional para adaptar-se a diferentes ambientes, configurá-los e selecioná-los. Sternberg distingue três tipos de inteligência: a prática, a criativa e a analítica (2006).

Gagné (2009), citado por Guenther (2010), em uma recente revisão do modelo DMGT, aborda diretamente a conceituação de capacidade natural, integrando inteligência como um entre seis domínios:

Dotação (como componente do DMGT) agrupa as capacidades naturais em seis *domínios*. Quatro desses domínios pertencem ao sub-componente mental: o domínio *intelectual (GI)*, o domínio *criativo (GC)*, o domínio *social (GS)*, e o domínio *perceptual (GP)*. Antes da revisão 2.0 o domínio perceptual estava embutido em um domínio mais amplo denominado *sensorio-motor*. Porém, embora o conhecimento do mundo externo comece com impressões sensoriais, a maior parte do tratamento dessa informação acontece dentro do cérebro, em áreas destinadas a cada um dos seis sentidos. Esse processo é definitivamente muito mais mental do que físico. (Gagné, 2009).

Renzulli propõe não uma teoria, mas um modelo que não se fixa ao Quociente Intelectual. O autor considera que, para que haja dotação, é necessária a confluência de

três fatores: capacidade acima da média, compromisso com a tarefa (motivação) e criatividade elevada.

A ampliação do conceito de inteligência, bem como de dotação e talento, promoveu um maior desejo e maior incentivo para desvendar os mistérios do cérebro e os avanços conquistados por meio do começo destes estudos sobre o cérebro e o comportamento humano, isto é, os aspectos cognitivos e comportamentais do indivíduo, corroboram para a visão de que a formação da inteligência se dá em duas dimensões – uma herdada, natural, e outra adquirida pela “influência” do meio. Dessa forma, atualmente acredita-se que a formação e o desenvolvimento da capacidade natural, ou aptidão, de cada pessoa se deve ao conjunto de vários fatores advindos da genética, da cultura, do meio e da personalidade (Gick, 2008).

Os estudos de Piaget confirmam essa visão pluralista da inteligência, as raízes biológicas do que ele denominou estruturas cognitivas não estavam nem em uma ação única do meio, nem em um pré-formismo inato, mas nas autorregulações dessas estruturas e sua permanente tendência ao equilíbrio. Em decorrência, como indica Silva (2005), seria no interior do organismo, no processo de agir, que se reuniriam as estruturas do sujeito e as estruturas da realidade material, ou seja, “os instrumentos operatórios”.

Todavia, mesmo não havendo dúvidas entre os pesquisadores de que o cérebro é um dos responsáveis pela inteligência humana, e do surgimento de instrumentos cada dia mais sofisticados, ainda são poucas as indicações fisiológicas da inteligência. Como aponta Simonetti (2008), as principais investigações estão centradas principalmente em qual a relação entre as funções cerebrais com o córtex; no metabolismo neural; na atividade elétrica dos neurônios e as transmissões neurais.

O novo paradigma explicativo da inteligência, sugere que esta não é compreendida como um atributo geral, mas como aptidões específicas que se manifestam em

habilidades no desempenho de tarefas (Silva, 2005), e a compreensão dessas aptidões específicas.

Entre outros autores, Guenther (2006) salienta que uma das aptidões específicas mais facilmente observadas em ambiente escolar é a inteligência geral, que ali se orienta por duas vias: vivacidade mental, reconhecida pela maneira com que a criança expressa sua curiosidade, questiona, interroga, mostra preferência por raciocínio sequencial (começo, meio e fim); e automotivação e confiança, caracterizada pela maneira independente e persistente da criança, além de segurança e prontidão para correr riscos.

“A análise linear, resolução de problemas e avaliação, enquanto especializações do hemisfério esquerdo, como também a orientação espacial, enquanto especialização do hemisfério direito” (Simonetti, 2008, p.67), expressam a função cognitiva do cérebro, relacionada com inteligência geral. A criatividade é uma expressão da função intuitiva do cérebro, identificada como uma das funções do córtex pré-frontal, e definida por Sternberg como a capacidade de criar uma solução que seja nova e adequada. Porém, não se manifesta apenas na criação de novas teorias ou invenções, mas permeia nossas ações cotidianas e as interações entre as pessoas (Duch, 2007). Já para outros estudiosos, a criatividade não apenas envolve chegar a algo novo, mas, além disso, significa desativar a resposta habitual do cérebro ou abandonar as soluções convencionais.

A função afetiva do cérebro enraíza o domínio socioafetivo e se expressa por via de ações conhecidas como “talento socioafetivo”, ou “talento social”. Essa função é localizada principalmente no sistema límbico, amígdala e hipocampo (Guenther, 2006), compreendendo o potencial para conviver em grupos e com grupos, apreciar convivência grupal e pluralística, expressões de segurança, estabilidade e maturidade emocional.

Essa área de capacidade é associada ao que Goleman (1994) denominou *inteligência emocional*, representando uma coleção de habilidades relacionadas com a emoção, que podem ser divididas em ramos de forma relativamente hierarquizada:

percepção das emoções, avaliação e expressão das emoções, regulação das emoções e sua utilização para resolver problemas. O ramo mais baixo (percepção de emoções) envolve os processos mais básicos, que são necessários para o posterior processamento da informação emocional, a fim de resolver os problemas. Já o ramo maior (regulamento reflexivo das emoções) abarca as habilidades mais avançadas (por exemplo, gerenciar as emoções em si mesmo e nos outros) e representa uma interface entre motivacional, emocional, cognitivo e fatores que devem ser reconhecidos e equilibrados, para gerenciar e lidar com sucesso com os sentimentos e emoções (Fink, Freudenthaler, Neubauer, 2006).

O domínio sensório-motor está relacionado com a função física do cérebro, localizada, principalmente, no aparelho sensorial externo e interno, e aparelho motor (Guenther, 2006). Desde a década de 70, pesquisadores interessados no controle dos movimentos vêm demonstrando que o potencial humano pré-motor ocorre sobre o córtex sensório motor, sendo ativado aproximadamente 0,8 segundos antes do movimento do corpo; a consciência do desejo de iniciar o movimento se dá, aproximadamente, 3 segundos antes do sinal do eletromiograma (EMG). Também programas e instruções internas, provenientes da cognição, são modificados de acordo com o resultado obtido pelo movimento (Ayres, Chiaramonte, Filho, Petersen, Rocha, Timm, Zaro e Wolff, 2008).

O conceito de inteligência – e, por conseguinte, de *dotação* entendida enquanto desenvolvimento de inteligência – deve incluir todas as funções cerebrais e, em particular, o seu uso eficiente e integrado. Assim, pode-se concluir que as pessoas que apresentam comportamentos mais inteligentes terão, necessariamente, que apresentar mais integração e um uso mais efetivo dessas funções do cérebro. (Simonetti, 2008, p.67).

Apesar de cada função estar relacionada com algumas áreas específicas do cérebro, a ativação dessas funções acontece através de uma coleção de processos

diferentes, trabalhando em diversas áreas do cérebro, e não há consenso, nem conhecimento geral sobre as áreas específicas de cada domínio. Assim, o presente estudo definiu como seu objetivo primordial investigar aspectos neurofisiológicos da dotação e talento, abordados em pesquisas recentes, realizando uma revisão bibliográfica acerca dessa temática, com ênfase nas quatro grandes áreas cerebrais (cognitiva, intuitiva, sensorial e emocional) e suas respectivas funções.

2.METODOLOGIA

Conforme foi explicitado, este estudo propõe realizar uma revisão bibliográfica que tem por finalidade analisar a literatura científica sobre os aspectos neurofisiológicos da dotação e talento. Foram utilizadas publicações indexadas na base de dados da CAPES, além de teses sobre o tema, encontradas em meio eletrônico. A busca foi realizada tendo como palavras-chave os termos: *gifted and neuroscience; alpha activity EEG (electroencephalography); human cognition; neural efficiency; intelligence; aprendizagem motora*.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

A maioria dos estudos a respeito dos aspectos neurofisiológicos entre pessoas identificadas como dotadas e talentosas e pessoas com inteligência média investiga a relação entre a atividade elétrica do cérebro e a inteligência, tendo como objetivo conhecer o funcionamento cerebral com mais profundidade, assim como determinar os fatores fundamentais subjacentes à inteligência, dotação e talento. Na maior parte dos trabalhos, seus participantes foram identificados como dotados e talentosos ou com inteligência na média, por meio de escalas de inteligência, e/ou possuíam conquistas acadêmicas em ciências, matemática ou em domínios artísticos (Doppelmayr, Klimesch,

Stadler, Pollhuber, Heine, 2002; Jaušovec, 1996, 2000; Jaušovec & Jaušovec, 2001; Fink, Graif e Neubauer, 2009; Liu, Shi, Zhao, Yang, 2008).

Os estudos da atividade cerebral têm examinado a relação entre a estrutura e o funcionamento do cérebro e o processamento da informação: velocidade da condução neuronal, potenciais evocados, metabolismo da glicose, especialização hemisférica.

A atividade elétrica do cérebro é resultante da comunicação eletroquímica entre os neurônios, correspondendo ao fluxo de informações e ocorrendo em regiões distintas, em função da atividade executada. Dessa maneira, a atividade dos neurônios recrutados para a execução de uma tarefa pode ser registrada por um eletroencefalograma (EEG). O EEG é o registro da atividade elétrica cerebral, em diferentes áreas, realizado através de eletrodos posicionados em regiões específicas do couro cabeludo. A atividade rítmica no córtex é caracterizada por sua frequência, que é a taxa na qual uma onda se repete no espaço temporal de 1 segundo, medida em hertz (ciclos por segundo). As ondas mais comuns são: delta (< 4 Hz), teta (4–7 Hz), alfa (8-12,5 Hz) e beta (>12,5 Hz) (Andrade & Luft, 2006).

A análise do EEG pode revelar, pois, a associação de áreas envolvidas na solução de um determinado problema. As ondas cerebrais (delta, teta, alfa, beta) mudam de frequência a partir da atividade elétrica dos neurônios, e se relacionam às mudanças de estados de concentração, para se adequar a determinadas tarefas. Na onda alfa, “os neurônios estão disparando em tempos diferentes, elevando a produção do neurotransmissor serotonina que aumenta o relaxamento e promove bem-estar” (Almeida et al., 2010, p.50). Segundo diversos autores, essa onda alfa é inversamente proporcional à ativação, estando associada com maior sincronia e menor esforço neural, consequentemente, com melhor desempenho (Doppelmayr et al., 2002; Jaušovec, 2000; Liu et al., 2008; Neubauer, Fink, Grabner, 2006).

Para investigar a relação entre a atividade do cérebro e inteligência, Jaušovec (1996) e outros observaram a atividade elétrica, durante a resolução de problemas *mal-definidos*, que possuíam certo grau de complexidade e exigiam uma solução mais criativa, ou seja, é aquele que não especifica claramente o estado inicial, o estado-alvo ou os processos para atingi-lo, e problemas *bem-definidos*, com objetos estáticos e claros, que podiam ser resolvidos passo-a-passo.

As diferenças apontadas por Jaušovec (2000), Fink e Neubauer (2003), foram mais acentuadas, durante a resolução de problemas, e menores, enquanto os alunos estavam lendo o enunciado do problema ou enquanto planejavam sua solução, diferindo da hipótese inicial e de estudos anteriores. Também foi constatado que os indivíduos dotados trabalham menos para realizar a tarefa e possuem uma resolução melhor do que as pessoas com inteligência média.

A pesquisa de Jaušovec (1996, p. 165) conduz ao seguinte resultado:

Indivíduos *dotados* enquanto estavam resolvendo o problema bem definido e o problema mal definido apresentaram maiores energias alfa EEG (menos esforço mental) do que os indivíduos na média, sendo que essas diferenças foram mais pronunciadas nas áreas parieto-occipitais durante a solução do problema mal definido, e sobre as áreas frontais durante a solução do problema bem definido.

A banda superior (10-12,5 Hz) está correlacionada com a memória semântica, enquanto a banda alfa inferior (6-10 Hz), com a atenção dedicada à codificação de sinais, o que evidencia a diferença com relação à onda alfa (Doppelmayr et al., 2002; Liu et al., 2008; Neubauer et al., 2006).

O resultado de outro estudo realizado por Jaušovec (2000), cujo objetivo era analisar as diferenças no processo cognitivo entre pessoas criativas e com capacidade acima da

média, em comparação com pessoas com capacidade média, durante a resolução de problemas complexos, sugere que a criatividade e a inteligência são diferentes capacidades que diferem igualmente na atividade neurológica, enquanto resolvem problemas *mal definidos* ou *bem definidos*. Em ambos os casos, uma menor atividade mental está ligada com maior criatividade e/ou inteligência superior.

Os estudos de Fink e colaboradores (2009) e de Jaušovec (2000) confirmam a visão de que os indivíduos dotados em inteligência geral possuem menos dificuldades com problemas bem definidos, porque utilizam áreas específicas do cérebro, as quais são relevantes para a solução dessas tarefas. No entanto, quando confrontados com problemas mal definidos que, provavelmente, ativam áreas do cérebro que não são relevantes para a solução das tarefas dadas, as diferenças foram mais acentuadas, pois as pessoas altamente criativas, quando engajadas na solução desses problemas criativos, apresentavam menor atividade mental do que outras. As soluções dos problemas resolvidos por *insight* foram associadas com mais poder na onda alfa, no córtex parietal posterior direito.

A atividade alfa, durante o desempenho de tarefas que exigiam diferentes demandas criativas, foi também investigada em dançarinos profissionais que tinham atingido um elevado nível de especialização em balé, ou dança moderna, comparados com um grupo de iniciantes, que só possuíam experiência básica em dança. O EEG foi gravado durante o desempenho de duas danças diferentes – uma que teria que ser inventada e uma já conhecida pelos participantes. Durante a dança improvisada, os dançarinos profissionais exibiram uma maior sincronização alfa, no hemisfério direito, do que os novatos. Todavia, quando tiveram que pensar numa dança conhecida como a valsa, por exemplo, não houve diferenças significativas.

O estudo realizado no Brasil por Almeida e colaboradores (2010), sobre os indicadores neuropsicológicos de alunos com alta capacidade, empregou o EEGQ

(mapeamento cerebral), uma metodologia muito utilizada na avaliação para tratamento de crianças e adolescentes com déficit de atenção e problemas de aprendizado. Os resultados encontrados evidenciam uma contínua predominância de alfa, entre estes e o grupo-controle: percentil frequencial sempre superior e alta amplitude.

Pode-se observar, por conseguinte, que o principal achado nesses experimentos foi que as pessoas com inteligência na média, em comparação com pessoas dotadas e academicamente talentosas, exibiram menor poder alfa, possivelmente indicando maior esforço mental, durante o processamento das informações nas diferentes tarefas, ou seja, há sugestão de uma associação negativa entre a atividade do cérebro e nível de inteligência (Almeida et al., 2010; Jaušovec, 1996; Jaušovec, 2000; Jaušovec & Jaušovec, 2001; Kwon, Kwon, Jeong, Shin, 2006; Neubauer et al., 2006, Simonetti, 2008).

Além disso, os indivíduos dotados são mais capazes de usar áreas cerebrais pertinentes, durante a resolução de problemas, uma vez que os indivíduos na média têm ativadas áreas não relevantes para o desempenho ideal da tarefa, demonstrando que, para o problema bem definido, essas áreas seriam o lobo frontal, enquanto, para o problema mal definido, a região parieto-occipital. Um achado significativo é o fato de que, em ambos os tipos de problema, os indivíduos dotados e médios exibiram poder de ondas alfas similares sobre a esquerda e a direita, na área temporal (T3, T4), o que pode sugerir que tais áreas são de importância para resolver problemas com êxito (Jaušovec, 1996).

Alguns trabalhos, como os de Simonetti (2008) e Fink, Grabner, Neuper, Neubauer (2004), sobre as diferentes áreas cerebrais ativadas, sugerem a capacidade dos dotados e talentosos para reduzir a complexidade de seu esquema operatório, tornando-o mais abstrato. Quer dizer, indivíduos na média ativam áreas do cérebro irrelevantes para o desempenho da tarefa. Em oposição, os indivíduos dotados e talentosos empregam áreas específicas, levando em conta a tarefa a ser realizada.

Estudos que adotaram a tomografia computadorizada por emissão de pósitrons (PET) apontam que, “quando as pessoas com alto QI são envolvidas em tarefas de exigências cognitivas, seus cérebros parecem usar mais eficientemente a glicose nas áreas específicas para a tarefa” (Gick, 2008, p.32), sendo possível enfatizar que

[...] índices elevados de consumo de glicose cerebral se encontram associados a uma menor capacidade cognitiva. [...] os seus resultados sugerem que quanto mais intensamente uma dada área cerebral trabalha ou funciona, tanto menor é o consumo de metabolismo de glicose. Verificou também que o treino diminui a atividade cerebral. Por outras palavras, através da aprendizagem, o cérebro “poupa” determinadas áreas do cérebro que não são imprescindíveis para a resolução de um determinado problema, resultando num menor gasto de energia (menor taxa de consumo de glicose). Daí que o cérebro “treinado” responda pronta e consistentemente àquelas tarefas ou problemas, tornando-se mais eficiente. (Lemos, 2007, p.70).

Uma outra explicação para as diferenças individuais da inteligência pode ser compreendida em termos de diferenças na velocidade e acuidade individual (Fink & Neubauer, 2005). Os acessos mais rápidos às informações podem levar a um desempenho superior. Assim, no resultado da velocidade e eficiência da condução sináptica estariam as bases biológicas do funcionamento da inteligência e, conseqüentemente, da dotação.

Almeida e Ribeiro (2005), em pesquisa sobre o que já se sabe sobre a velocidade de processamento de informação, argumenta que têm sido empregadas várias tarefas diferenciadas entre si, no volume e natureza da informação a processar, recorrendo ou não à informação retida na memória a curto prazo. Por exemplo, Fink e colaboradores

(2004) estudaram a eficiência da propagação do sinal elétrico, ao longo do axônio, demonstrando que esse axônio deve ser eletricamente isolado pela mielina, uma substância gordurosa que o envolve. Uma das hipóteses propõe que cérebros mais inteligentes são caracterizados por uma maior mielinização, de modo que os impulsos podem ser realizados com menos perdas. É possível, conforme já evidenciado, que os cérebros de pessoas criativas e inteligentes provavelmente diferem na densidade das conexões sinápticas, o que contribui para uma rica estrutura de associações e de ondas mais complexas. Com efeito, em tarefas cognitivas que requeiram a retenção de informação e o seu processamento na memória de trabalho, a velocidade desse processamento é decisiva.

A memória de trabalho é o sistema responsável por armazenamentos temporários e processamento de informações e, pode ser considerada como uma das principais fontes de diferenças individuais nas habilidades cognitivas. A memória de trabalho pode ser dividida em três subcomponentes: (i) o executivo central, o qual realiza a integração de informações novas com dados armazenados na memória de longo prazo, (ii) o bloco de rascunho viso-espaciais, que manipula as imagens visuais e (iii) o laço fonológico, que armazena informações e ensaia discurso de base e é necessário para a aquisição de dois vocabulário nativo e segunda língua.

Segundo Fink, Grabner, Stipacek, Neuper, Neubauer (2004), numerosos estudos demonstram fortes relações da memória de trabalho com uma grande variedade de competências cognitivas de ordem superior, por exemplo, compreensão de leitura, compreensão da linguagem, vocabulário. Além destas competências mais específicas de domínio, há também evidências de uma forte associação entre inteligência geral e memória de trabalho. A primeira investigação sistemática sobre esta questão foi feita por Kyllonen e Christal, relatando uma alta correlação entre estas duas medidas.

Entretanto, os estudiosos também enfatizam que muitos pesquisadores neste campo tem repetidamente sublinhado a importância de distinguir entre memória de trabalho e da memória clássica de curto prazo. Este pedido foi apoiado por evidências de estudos em que tarefas que exigem apenas armazenamento temporário de informação pode ser empiricamente diferenciados de tarefas que exigem um processamento de informação adicional (por exemplo, em simultâneo contagem de números e memorização de resultados).

Este estudo realizado por Fink, Grabner, Stipacek, Neuper, Neubauer (2004) possuíam quatro objetivos: testar a relação inversa esperada entre medidas de inteligência e ativação cortical (diminuição na potência de alfa), também observado no contexto de tarefas que exigiam utilização da memória de trabalho; verificar se a quantidade de ativação cortical é mais forte (ou talvez única) relacionadas a inteligência fluida; investigar as possíveis diferenças entre os sexos no que diz respeito a eficiência neural; análise dos efeitos topográficos com relação ao sexo dos participantes e o envolvimento de diferentes componentes da memória de trabalho durante a realização da tarefa.

Os resultados revelaram associações entre a quantidade de ERD (dessincronização) na banda alfa superior e inteligência em várias regiões cerebrais. Em todas as tarefas, os homens eram mais propensos a apresentar relação negativa de inteligência e ativação cortical. Além disso, as associações mais fortes entre ERD (dessincronização) e inteligência foram encontradas para inteligência fluída (capacidade de lidar com tarefas novas e de se adaptar a novas situações). As análises também apontaram diferenças topográficas na eficiência neural, dependendo do sexo, tipo de tarefa e subsistemas cognitivos associados envolvidos durante a realização da tarefa.

Em suma, o presente estudo ainda reforça a hipótese de uma maior eficiência neural em indivíduos brilhantes durante o desempenho de tarefas de memória de trabalho ou tarefas envolvendo seus subcomponentes.

Estudos de neuroimagem em indivíduos dotados matematicamente demonstram uma maior participação bilateral do cérebro. Assim, sugerem que os cérebros de crianças dotadas têm maior interconectividade, ou seja, o raciocínio matemático exige a participação coordenada de diversos sistemas neurais, que nos cérebros dos matemáticos dotados parecem mais extensivos ao longo dos dois hemisférios (direito e esquerdo). Estes sistemas neurais envolvem pelo menos o córtex temporal para o armazenamento e recuperação de fatos, números, regras e algoritmos; o córtex parietal para o sentido do número e inter-relações conceituais; o cíngulo anterior envolvido na tomada de decisão emocional e o córtex frontal.

Uma característica notável do comportamento dos matemáticos dotados é o seu prazer em resolver um problema matemático, ou seja, a satisfação emocional decorrente do insight. A atividade neural por trás de um sentimento subjetivo tem sido investigada com imageamento de ressonância magnética funcional (fMRI), para localizar as regiões dentro do cérebro, especialmente envolvidos, e com o EEG para registrar a dinâmica temporal. O fMRI revelou aumento da atividade na região temporal direita durante esforços iniciais de resolução, e essa atividade manteve-se quando a solução foi perspicaz em comparação com uma solução não-esclarecedora. As gravações de EEG revelou um aumento súbito da atividade neural de alta frequência na mesma área, com início em 0,3 s antes de uma solução “sábia”. Para chegar ao insight, o raciocínio matemático envolve um alto grau de criatividade. Este, por sua vez, exige pensamento analógico de uma forma fluida, uma característica cognitiva dos indivíduos dotados. Em suma, os resultados dos estudos convergem sobre a sugestão de que o pensamento matemático criativo é dependente de uma rede, envolvendo as áreas frontais e parietais

do cérebro. Esta rede é distinta da outra, envolvendo as áreas frontais e temporais que parece suportar o principal aspecto da matemática acadêmica.

Embora haja poucos estudos sobre as habilidades emocionais e ativação cerebral, pode-se mencionar o de Fink e colaboradores (2006), que analisou as atividades cerebrais durante o processamento de uma informação emocional, por exemplo, exibição de figuras que expressavam sentimentos diversos, revelando que o fenômeno da eficiência neural não se restringe ao domínio da capacidade cognitiva, mas pode também desempenhar um papel importante, no domínio da capacidade emocional.

Com relação ao domínio sensório-motor, são igualmente encontrados poucos estudos específicos, levando-se em conta que este é um dos domínios onde mais facilmente se reconhece a presença de dotação e talento. Ressaltam Ayres e colaboradores (2008, p.31):

Até agora, as pesquisas que falam sobre *performance* humana foram incapazes de explicar as diferenças entre a alta qualidade de atletas que se destacam em habilidades complexas e em habilidades médias, de um indivíduo qualquer. Elas têm explicado o processo de estabilização da *performance* na aquisição de habilidades motoras quando se concretiza a automatização do gesto. A dificuldade destes pesquisadores é exatamente aquela que motivou a curiosidade científica de Piaget, onde procurar e como observar os indicadores do aprendizado. Neste caso, parece que não basta mais observar comportamentos, mas é necessário identificar quais são as variáveis neurofisiológicas envolvidas neste processo.

Nessa perspectiva, o estudo de Andrade e Luft (2006), buscando entender como se dá a aprendizagem motora, traz alguns resultados os quais sugerem existir um menor esforço neural nos profissionais, em determinado domínio motor, quando comparados

com pessoas sem essa capacidade. Esse trabalho demonstra que a principal mudança promovida pelo aprendizado está na programação do movimento.

Durante o processo de aprendizagem cognitivo-motora, o sistema nervoso altera suas conexões neurogлияis, acrescentando novos circuitos a um circuito inato ou de complexidade menor, fazendo comparação com um ou mais padrões em outros circuitos, acionando outros, ou executando outras operações lógicas elementares, enquanto vão aumentando a rapidez, a facilidade e a precisão do desempenho do comportamento motor. Ao contrário dos estudos que enfocam a capacidade intelectual, o que se percebe na investigação de Ayres e colaboradores é a importância da onda gama (40-100 Hz) para os processos sensoriais e cognitivos do controle motor. Dentre as funções descritas, a onda gama está relacionada com a construção de bloqueios para evitar a perda de atenção seletiva, necessária para o aprendizado do controle (Ayres et al., 2008).

Apesar de as pesquisas nessa fascinante área da neurociência serem pioneiras, há problemas e limitações, sobretudo quanto à interferência de variáveis pessoais ou do ambiente, por exemplo, na avaliação da atividade elétrica (Almeida et al., 2010). Outra limitação são as questões/situações dadas aos participantes, em cuja resolução a atividade elétrica cerebral é gravada. Kwon e colaboradores (2006), como outros pesquisadores, acreditam serem problemas de solução simples, para uma análise mais densa sobre os aspectos neurofisiológicos da dotação e talento. Uma outra dificuldade tem a ver com o fato de que a identificação dos indivíduos dotados é rotineiramente realizada por testes de QI, o que restringe a identificação das demais aptidões e, respectivamente, o aprofundamento de seu estudo.

Esse aspecto é levantado por Fink e colaboradores (2004), os quais advertem que, embora os resultados atuais sobre as bases neurofisiológicas da dotação e talento possam lançar luzes sobre os fenômenos ligados à atividade elétrica, eficiência neural e suas variáveis moderadoras da inteligência, é visível a necessidade de serem conduzidos

outros estudos, na busca de meios para se compreender o enigma das bases biológicas e neurofisiológicas das capacidades humanas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo aqui empreendido buscou agrupar publicações relativas a aspectos neurofisiológicos da inteligência, com vista especial para a dotação como capacidade humana, levando em conta também as diferentes áreas de aptidão. Verificou que os domínios socioafetivo, sensório motor e da criatividade, especialmente no que se refere a suas expressões no ambiente, estão sendo pouco considerados pela pesquisa atual em neurociência. No entanto, com os recentes avanços na área cognitiva e nos estudos neurofisiológicos, pode-se esperar que novas pesquisas, com outros enfoques, sejam possíveis e abraçadas pelos pesquisadores. Todavia, cumpre lembrar que

[...] a pesquisa sobre o cérebro não pode receitar como os educadores devem ensinar. Os educadores não devem abandonar seus próprios “insights” de como ensinar baseado em suas experiências e estudos, e sim devem ser complementados com os avanços que estão emergindo da pesquisa sobre o funcionamento do cérebro e especialmente da neurociência cognitiva. (Bartoszeck & Bartoszeck, 2007, p.19).

A despeito desse conhecimento já construído, um longo percurso ainda há de ser trilhado, para que se adquira melhor compreensão dos mecanismos neurofisiológicos fundamentais relacionados às bases da dotação e talento que, pressupõe-se, poderá ser capaz de aproximar o homem da compreensão de sua própria condição de homem.

5. REFERÊNCIAS

- Ayres, E. et al. (2008). Metodologia para observação e quantificação de sinais de EEG relativos a evidências cognitivas de aprendizagem motora. *Ciências & Cognição*, v.13, n.2, p.27-50.
- Almeida, L. S. et al. (2010). Identificação de alunos com altas capacidades: uma contribuição de indicadores neuropsicológicos. *Rev. Educ. Espec.*, v.23, n.36, p.43-56.
- Bartoszeck, A. B. & Bartoszeck, F. K. (2006). *Neurociência dos seis primeiros anos-Implicações Educacionais*. Disponível em: <http://www.sitedaescola.com/ferramentas/dokeos/courses/NAPNE/document/NEURO6PRIMEIROS_Artigo.pdf?cidReq=NAPNE>. Acesso em: 05 abril 2010.
- Chiodi, M. G. (2007). *Escala de Inteligência Wechsler para crianças e bateria de habilidades cognitivas woodcock Johnson-III: Comparação de instrumentos*. Campinas: PUC.
- Cupertino, C. M. B. (2008). *Um olhar para as Altas habilidades: construindo caminhos*. São Paulo: Secretaria da Educação, CNP/CAPE.
- Davidson, I. (2010). The archeology of cognitive evolution. *Cogn Sci*, v.1, p. 214–229.
- Doppelmayr, M. et al. (2002). EEG alpha power and intelligence. *Intelligence*, v.30, p.289-302.
- Duch, W. (2007). Creativity and the Brain. In: TAN, AL-GIRL (Org.). *Creativity a Handbook for teachers*. Singapore: World Science Published, p.507-522.
- Fink, A. & Neubauer, A. C. (2003). Fluid intelligence and neural efficiency: effects of task complexity and sex. *Personality and Individual Differences*, v.35 p.811–827.
- _____, A. et al. (2004). Intelligence and working memory systems: evidence of neural efficiency in alpha band ERD. *Cognitive Brain Research*, v.20, p.212–225.
- _____, A. & Neubauer, A.C. (2005). Individual differences in time estimation related to cognitive ability, speed of information processing and working memory. *Intelligence*, v.33, n.1, p.5-26.
- _____, A. et al. (2006). Emotional abilities and cortical activation during emotional information processing. *Personality and Individual Differences*, v.41, n.4, p.485-495.
- _____, A. et al. (2009). Brain correlates underlying creative thinking: EEG alpha activity in professional vs. novice dancers. *Elsevier*, v.46, p.854–862.
- Gagné, F. (2009). Building gifts into talents: Detailed overview of the DMGT 2.0. In B. MacFarlane, & T. Stambaugh, (Eds.). *Leading change in gifted education: The festschrift of Dr. Joyce VanTassel-Baska*. Waco, TX: Prufrock Press.
- Geake, J. G. (2006). *Mathematical Giftedness in the Brain*.
- Gick, A. R. (2008). *Altas Habilidades/Superdotação: Um Estudo De Caso*. Uruguaiana: PUC.
- GOLDBERG, E. *O Cérebro Executivo: lobos frontais e a mente civilizada*. Rio de Janeiro: Imago, 2002.
- Guenther, Z. C. (2000). *Desenvolver capacidades e talentos. Um conceito de Inclusão*. Petrópolis: Vozes.

_____, Z. C. (2008). *Coleção "Debutante" – CEDET – 15 anos: Referencial de bases teóricas*. Lavras/ MG.

Hatfield, B. et al. (2004). Electroencephalographic Studies of Skilled Psychomotor Performance. *Journal of Clinical Neurophysiology*, v.21, n.3, p.144-156.

Jaušovec, N. (1996). Differences in EEG Alpha Activity Related to Giftedness. *Intelligence*, v.23, p.159-173.

_____, N. (2000). Differences in cognitive processes between gifted, intelligent, creative, and average individuals while solving complex problems: a EEG study. *Intelligence*, v.28, p.213-237. 2000.

_____; N. & Jaušovec, K. (2001). Differences in EEG current density related to intelligence. *Cognitive Brain Research*, v.12, p.55–60.

Kwon, Y-J. (2006). Differences in brain information transmission between gifted and normal children during scientific hypothesis generation. *Brain and Cognition*, v.62, p.191–197.

Lemos, G. C. E. M. P. (2007). *Habilidades cognitivas e rendimento escolar entre o 5.º e 12.º anos de escolaridade*. Portugal: Universidade do Minho.

Liu, T. et al. (2008). The relationship between EEG band power, cognitive processing and intelligence in school-age children. *Psychology Science Quarterly*, v.50, n.2, p.259-268.

Luft, C. & Andrade, A.(2006). A pesquisa com EEG aplicada à área de aprendizagem motora. *Rev. Port. Cien. Desp.*, v.6, n.1, p.106-115. Disponível em: <http://www.scielo.oces.mctes.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-05232006000100012&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 maio 2010.

Miller, L. T. & Vernon, P. (1992). A. The general factor in short-term memory, intelligence and reaction time. *Intelligence*, v.16, p.5-29.

Miranda, M. J. (2002). A inteligência humana: contornos da pesquisa. *Paidéia*, v.12, n.23, p.19-29.

Mosquera, J. J. M. (2006). Ciência Cognitiva: risco ou desafio? In: Soraia, N. F. (org). *Educação e Altas Habilidades/Superdotação: a ousadia de rever conceitos e práticas*.

Neubauer, A. C. et al. (2006). Sensitivity of alpha band ERD to individual differences in cognition. In: *Progress in Brain Research*, v.159, p.167-178.

Perez, S. G. P. B. (2006). Sobre Perguntas e Conceitos. In: Soraia, N. F. (org). *Educação e Altas Habilidades/Superdotação: a ousadia de rever conceitos e práticas*.

Silva, K. C. P. (2005). *A Teoria das Inteligências Múltiplas Teorias da Inteligência? Crítica a uma visão fragmentada da Cognição*.

Simonetti, D. C. (2008). *Superdotação: Estudo comparativo da avaliação dos processos cognitivos através de testes psicológicos e indicadores neurofisiológicos*. Portugal: Universidade do Minho. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9218/1/tese%20final.pdf>> Acesso em: 15 abril 2010.

Steven, M. (2007). Seven steps in the Evolution of the Human Imagination. *Proceedings of British Academy*, v. 147, p.3-29.