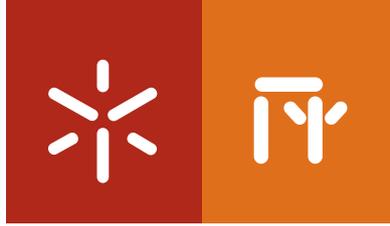


**Universidade do Minho**  
Instituto de Educação e Psicologia

Dora Cortat Simonetti

**Superdotação: Estudo comparativo da avaliação dos processos cognitivos através de testes psicológicos e indicadores neurofisiológicos**



**Universidade do Minho**

Instituto de Educação e Psicologia

Dora Cortat Simonetti

**Superdotação: Estudo comparativo da avaliação dos processos cognitivos através de testes psicológicos e indicadores neurofisiológicos**

Tese de Doutoramento em Educação  
Especialidade de Psicologia da Educação

Trabalho efectuado sob a orientação do  
**Professor Doutor Leandro da Silva Almeida**

Dezembro de 2008

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

## A g r a d e c i m e n t o s

Desenvolver uma tese de doutoramento é um grande compromisso, intelectual e afetivo, com muitas pessoas conosco durante todos estes anos, ora incentivando, ora orientando, mas sempre colaborando, sem as quais este trabalho não seria realizado.

### *OBRIGADA*

- Erwin, companheiro carinhoso, sempre atento, paciente, interessado.
- Maurício, Liège e Joca, filhos e suas famílias, nos apoiando com carinho e incentivo.
- Luisa, neta mais velha, sempre interessada e preocupada com os estudos da avó.

### *OBRIGADA*

- Dr. Leandro da Silva Almeida, orientador sempre presente, competência técnica e profissional marcada pela sensibilidade, compreensão e paciência.
- Dr. Antonio Gabriel Abaurre Chaves, neurologista e neuropediatra, cuja sensibilidade para com nosso estudo nos permitiu ir à frente, contando com seu apoio e orientação.
- Dr. Carlos Fernandes da Silva, Universidade de Aveiro, pelas orientações na Psicofisiologia.
- Dra. Maria do Carmo Villa e Dra. Zenita Cunha Guenther cuja expressiva contribuição na fase de elaboração do projeto nos deu forças para sempre continuar.
- À equipe de atendimento a alunos com sinais de talento, Vitória/ES/Brasil, em especial as professoras Erondina Miguel Vieira, Leila Cleuza da Silva e Silva, Márcia Rachel C.de C. Bueno e Wilma Silva Almeida, pela atenção e competente observação;
- À equipe de psicólogos, em especial a Maria Ângela Miranda Ferreira Macedo e a coordenadora dos trabalhos, Ms. Andreia da Silva Ferreira, pelo apoio e dedicação.

### *OBRIGADA*

- Pais e jovens participantes desta pesquisa pela compreensão e credibilidade, sem os quais esta investigação não se poderia realizar.
- Dra. Maria de Lurdes Dias de Carvalho pelo companheirismo técnico e familiar.
- Profissionais da Universidade do Minho pela ajuda institucional e acadêmica.

À memória de meus pais que nos ajudaram a iniciar os estudos e, sem conhecerem Charles Chaplin, nos ensinaram que *“A persistência é o caminho do êxito”*.

## **SIGLAS**

CAD = Conversor Analógico Digital

DMGT = *Differentiated Model of Gifted and Talent*

DNA = *Desoxyribose Nucleic Acid*

EEG = Eletroencefalograma

EEGQ = Eletroencefalograma quantitativo

FFT = *fast Fourier transformation*

RM = Ressonância Magnética

RMf = Ressonância Magnética funcional

QI = Quociente Intelectual

QIT = Quociente Intelectual Total

QIV = Quociente Intelectual Verbal

QIE = Quociente Intelectual de Execução

TAC = Tomografia Axial Computorizada

TEP = Tomografia por Emissão de Pósitrons

WICS = *Wisdom, Intelligence, Creativity, Synthesized*

WISC-III = Escala de Inteligência Weschler para Crianças, terceira edição

# **Superdotação: estudo comparativo da avaliação dos processos cognitivos através de testes psicológicos e indicadores neurofisiológicos**

## **Resumo**

Estudando superdotação, e concebendo esta como associada a um alto nível de inteligência, o interesse potencial da nossa investigação foi ponderar os contributos das ciências neurais na identificação e descrição da superdotação. Partimos do objetivo de investigar a realização de tarefas cognitivas verbais e espaciais por adolescentes avaliados como superdotados através de testes de QI utilizando, como sinal psicofisiológico, a atividade cerebral e como técnica, o eletroencefalograma quantitativo com mapeamento cerebral. Objetivamos verificar se a representação neurológica se diferencia em adolescentes: superdotados e não superdotados. Uma atenção especial foi prestada à caracterização dos 77 participantes, na faixa de 11 a 14 anos, alunos de programas de atendimento a talentosos (Vitória, Espírito Santo, Brasil). Todos foram submetidos à avaliação psicométrica, escala WISC-III e, considerando critérios psicológicos, foram selecionados 15 sujeitos para o exame eletroencefalográfico, distribuídos em dois grupos: experimental, com QI igual ou superior a 130; e de comparação, com QI acima de 100 e não superior a 120. O registro eletroencefalográfico ocorreu ao mesmo tempo em que esses alunos realizavam tarefas cognitivas verbais e espaciais. Foi também dada particular atenção aos instrumentos e procedimentos a respeitar na avaliação das funções cognitivas, quer na base da psicometria, quer na base da neuropsicologia. Os resultados podem ser assim sumarizados: no grupo dos superdotados foi contínua a predominância de alfa, percentil frequencial sempre superior, alta amplitude, na realização de ambas as tarefas, o que não observamos no grupo comparação. A localização das ondas cerebrais se deu, predominantemente, nas áreas occipital, pré-frontal e frontal, com dominância do hemisfério esquerdo para os dois grupos. Os resultados confirmam as hipóteses de que existe uma relação entre o quociente intelectual, a frequência e a amplitude das ondas alfa durante a resolução das tarefas e que o EEGQ dos superdotados mostrou alto poder de alfa (menos atividade mental), não observado no grupo comparação. A importância atual da convergência de modelos no estudo da superdotação, dada a sua complexidade, merece ser destacada, ainda que o nosso esforço neste estudo se tenha confinado à psicometria e à neurofisiologia.

## **Abstract**

### **Giftedness: A comparative study of the assessment of cognitive processes through psychological tests and neurophysiological signals**

Studying giftedness, as related to high level of intelligence, the major interest of our investigation was to consider the contributions of the neurosciences on giftedness identification and explanation. Our primary goal was to investigate the performance of cognitive verbal and spatial tasks, for teenagers recognized as gifted by IQ test using the brain activity as psychophysiological signal and using the quantitative electroencephalography with brain mapping as technique. Our objective was to check if the neurological performance differs in gifted and non gifted teenagers. A special attention was given to the characteristics of the seventy-seven participants, between eleven and fourteen year-old students participating in an enrichment program for gifted and talented students (Vitória, Espírito Santo, Brasil). All those students were submitted to psychometric assessment, intelligence scale WISC-III, and considering psychological criteria we have selected fifteen subjects for the electroencephalographic exam, distributed in two groups: an experimental group, with IQ equal or above 130 and a comparison group, with IQ 100 and not above 120. The electroencephalographic register took place while these students were solving verbal and spatial cognitive tasks. Special attention was also given to instruments and procedures used for the assessment of cognitive functions on psychometric and on neuro-psychology basis. The results can to be therefore summarized: in the gifted group the higher alpha power was predominant, frequency percentage always superior, high amplitude while solving the two tasks presented, which was not observed in the comparison group. The location of the brain waves was predominantly in the occipital, prefrontal and frontal lobes, especially in the left hemisphere for both groups. The obtained results confirm the hypothesis that there is a relation between IQ, frequency and amplitude of the alpha waves while solving the tasks, and that the gifted student's EEGQ showed higher alpha power (less mental activity), which was not observed in the comparison group. The current importance on models convergence in giftedness research, on basis of its complexity, must be emphasized, however our contribution in this study was confined to psychometry and neurophysiology.

## ÍNDICE

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1 – Da inteligência à superdotação e ao talento</b>	
<b>1. Introdução</b> .....	15
<b>2. Inteligência: Construto e Processo</b> .....	17
2.1- Contributos da psicometria para o estudo da inteligência .....	20
2.2- Contributos da teoria da informação para o estudo da inteligência ....	25
<b>3. Concepção e expressão do talento</b> .....	30
<b>4. Inteligência, superdotação e talento: conexões conceituais</b> .....	38
<b>5. Avaliação e Identificação da Superdotação</b> .....	42
5.1 - Meios ou instrumentos de identificação .....	44
5.2 - Intervenção: Desenvolvimento do Talento .....	48
<b>6. Síntese</b> .....	51
<b>CAPÍTULO 2 – Superdotação : Contributos da abordagem neurofisiológica</b>	
<b>1. Introdução</b> .....	55
<b>2. Organização cerebral</b> .....	57
2.1 - Células cerebrais e conexões .....	59
2.2 - Córtex cerebral, hemisférios, lobos e hipocampo .....	61
<b>3. Cognição e cérebro</b> .....	63
3.1 - Bases biológicas da inteligência .....	64
<b>4. Plasticidade e fisiologia cerebral</b> .....	67
<b>5. Técnicas de neuroimagens</b> .....	71
5.1 - Imagens da morfologia cerebral .....	71
5.2 - Imagens do funcionamento cerebral.....	72
<b>6. Aspectos neurofisiológicos da superdotação</b> .....	73
6.1 - Avaliação neurofisiológica da superdotação.....	76
<b>7 Síntese</b> .....	80

## **CAPÍTULO 3 - Metodologia do Estudo Empírico**

<b>1. Introdução</b> .....	85
<b>2. Objetivo , questões e hipóteses</b> .....	86
<b>3. Participantes</b> .....	88
<b>4. Instrumentos</b> .....	89
<b>5. Procedimentos</b> .....	91
5.1 – Avaliação psicométrica .....	92
5.2 – Avaliação neurofisiológica .....	93
<b>6. Síntese</b> .....	97

## **CAPÍTULO 4 – Apresentação, análise e discussão dos resultados**

<b>1. Introdução</b> .....	101
<b>2. Metodologia do estudo empírico</b> .....	102
<b>3. Apresentação e Análise dos resultados</b> .....	103
3.1 - Análise psicométrica.....	103
3.2 - Análise neurofisiológica .....	105
3.3 – Análise da anamnese .....	121
<b>4. Discussão dos resultados</b> .....	125
<b>5. Conclusão da análise e da discussão dos resultados</b> .....	130
<b>6. Síntese</b> .....	133

## **CONCLUSÃO**

<b>1. Contributos teóricos da tese</b> .....	137
<b>2. Contributos empíricos da tese</b> .....	139
<b>3. Limitações deste estudo</b> .....	141
<b>4. Desafios para o futuro</b> .....	142

<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	149
---------------------------	-----

<b>ANEXOS</b>	
Anexo 1 – Fichas .....	172
Anexo 2 _ Eletroencefalogramas – 1º. Grupo .....	177
Anexo 3 - Eletroencefalogramas - 2º. Grupo .....	187

# **Introdução**



## Introdução

*“If you don't stand for something you're liable  
to fall for anything”  
(Bob Dylan)*

As concepções sobre superdotação (*em todo este trabalho, por razões de afinidade, recorreremos à escrita brasileira da língua portuguesa*) vão desde pontos de vista específicos e focalizados em certas habilidades e desempenhos até conceitos mais amplos, complexos e flexíveis do potencial humano, passando de uma visão unidimensional para pluridimensional. Os diversos conceitos, entretanto, não residem apenas nas diferentes concepções sobre o conceito em si mesmo, eles diferem também em função do que podem incluir no seu âmbito. Por exemplo, enquanto a neurobiologia valoriza os mecanismos cerebrais, a psicopedagogia busca fatores psicológicos, educacionais e sociológicos que possam determiná-la, e a genética ressalta o papel do DNA e da hereditariedade nas características de todos os seres vivos.

A partir da década de 80 do século passado, novas teorias sobre inteligência ampliam a visão sobre superdotação e, na década de 90, as pesquisas cognitivas foram enriquecidas com o desenvolvimento das neurociências. A relação entre psicologia cognitiva e neuropsicologia se estreita e a interface entre o cérebro e o comportamento humano é cada vez mais investigada. As teorias de processamento da informação substituem as visões mais estáticas da inteligência humana, definida na psicométrica como aptidões ou quocientes de inteligência estáveis da mente (Almeida, 1988).

Quando elaboramos nossa dissertação de mestrado “Técnica de Projetos – uma estratégia de ensino dirigida às necessidades potenciais dos educandos”, a atenção foi voltada para alunos talentosos em Ciências, resultado de uma trajetória acadêmica, predominantemente, nessa área de ensino. No quadro deste trabalho, pudemos vivenciar a diversidade em nossos alunos, sobretudo no que se refere às suas capacidades. Motivada pelo grande desejo de ser professora de Biologia, pela falta de oferta de cursos neste campo, busquei na Farmácia e Bioquímica conhecimentos afins e obtive uma permissão provisória para exercer o magistério, a qual se tornou definitiva quando tivemos a oportunidade de cursar Ciências Biológicas e após buscarmos, no curso de Pedagogia, os fundamentos para a prática pedagógica. O foco de nosso maior interesse na prática voltou-se para as estratégias de

atendimento, experimentando com um grupo de alunos talentosos do ensino fundamental a realização de projetos por eles idealizados.

No início dos estudos da inteligência, fervilhavam as divulgações e investigações sobre hereditariedade e inteligência, sobretudo o trabalho pioneiro de Galton “Hereditariedade do gênio” cujo objetivo era demonstrar que as habilidades naturais do homem são herdadas de forma similar aos traços físicos do mundo orgânico (apud Feldhussen, 1988). Ganham destaque, também, os estudos de Binet e Simon, em especial a escala métrica de inteligência que construíram, abrindo caminho para Lewis Terman iniciar seu trabalho nos Estados Unidos. Todos esses autores, dentre outros, tinham a inteligência como algo fortemente marcado pela maturação das funções biológicas.

A questão da hereditariedade sempre acompanhou o debate em torno da definição da inteligência. Há alguns anos atrás, o serviço de pesquisas da Enciclopédia Britânica publicou (1990), com destaque, um relatório sobre inteligência onde se dava ênfase ao peso da genética: um estudo com gêmeos idênticos feito pela Universidade de Minnesota mostrou que, em média, a inteligência é determinada em 60% pelos caracteres herdados. Sobrariam, então, 40% para serem trabalhados por estímulos do ambiente e pelo esforço do “proprietário” do cérebro. Podemos aproveitar para citar os trabalhos do geneticista francês Albert Jacquard, mais cauteloso, o qual declara que 60% é um exagero e que o peso da genética na determinação do intelecto não passaria de 50%. De qualquer modo, a genética está presente e muito valorizada.

Segundo o serviço de pesquisas citado, os próprios pesquisadores de Minnesota acreditavam que, em estudos futuros, o valor se aproximaria do que defendia o autor francês. Para o psicólogo Thomas Bouchard Jr., integrante da equipe, a tendência é chegarmos em torno de 50% que seria a taxa mais aceitável para o papel da genética na definição das potencialidades mentais. Entretanto, para ele, o homem nasce com apenas 30% de suas conexões cerebrais feitas, o que significa ser o trabalho de humanização, de educação e de aprendizagem, responsável pelas ligações sinápticas novas que marcarão o seu desenvolvimento.

Mencionamos tais fatos, dentre muitos outros, que nos sensibilizaram para este assunto. Estamos conscientes da importância de investigações que demonstrem o funcionamento cognitivo associado à estrutura neurofisiológica, quando o centro das atenções se volta para o neurônio: uma célula, um conjunto de macromoléculas, uma estrutura que nasce, vive e morre num ambiente do qual recebe impressões que variam com o tempo e segundo os seres (Robert, 1994). Atualmente, são cerca de 39 prêmios Nobel no campo da

medicina que contemplam investigações sobre a natureza e a dinâmica do cérebro humano. Na década passada, dois projetos foram definidos como prioritários pela comunidade científica mundial – o do Genoma Humano (reconstruir um mapa que identifique cada um dos genes e a informação por eles transmitida) e o Projeto Cérebro (descobrir e utilizar a estrutura e funcionamento do cérebro humano).

Um ponto ainda pouco investigado, neste turbilhão de aspectos a pesquisar, é a relação entre os resultados obtidos nos testes psicológicos e os indicadores neurofisiológicos registrados através de neuroimagens. Este estudo avaliativo de processos cognitivos tal qual o nível geral de informação, o pensamento lógico matemático, as habilidades verbais e aritméticas, as capacidades visoespaciais e visoconstrucionais, a atenção e a memória, avaliados também sob a ótica da neuropsicologia se apresentam como um desafio bem atual. Investigadores de diferentes campos de conhecimento, como neuroquímicos, biólogos, psicólogos, neurogeneticistas, sociólogos, antropólogos e neurofarmacologistas se cruzam nessa caminhada onde a hegemonia de um conhecimento cada vez se evidencia menos capaz. Nesse enquadramento, caracterizamos e desenvolvemos nossa investigação.

A proposta desta pesquisa, como tese de doutorado, na área de Psicologia da Educação, com uma incidência psicofisiológica é, a nosso ver, o resultado de uma trajetória pessoal e profissional atenta à diversidade interindividual. Podemos afirmar que essa tendência se iniciou na regência de classes escolares e se aprofundou no campo da pesquisa no âmbito do mestrado. Finalmente, a tendência manteve-se pela busca de realização pessoal e profissional, através de alguma contribuição científica neste campo de estudo.

Nossa investigação se apoia em dois grandes eixos: a superdotação como expressão de alta capacidade intelectual e a superdotação como um processo neurofisiológico. Em ambos os casos, um alto nível de inteligência que indica um desenvolvimento acelerado e avançado das funções do cérebro que se expressam por meio de habilidades, em conformidade com aquelas que envolvem cognição, criatividade, aptidões acadêmicas, liderança ou desempenho artístico, visual ou cinestésico (Clark, 2007).

Nesse percurso, verificamos que investigações científicas centradas nos sinais emitidos pelos neurônios se têm mostrado ricas no campo clínico, tanto em pesquisas sobre os “erros de forma” como anencefalias, quanto em “erros enzimáticos” provocados por mutações em genes diferentes que se multiplicam. Outras anomalias como autismo, epilepsia, mortes neuronais como demência, doença de Alzheimer, dentre outras, são estudadas profundamente. Por outro lado, manifestações da perfeição do cérebro humano são ainda pouco pesquisadas, embora sejam reconhecidas. É o exemplo da criação, seja artística,

literária ou científica, expressa por Bourgeois (1990), isto é, a produção de valor novo, livre, independente, fruto da imaginação humana e cuja perfeição é o gênio.

Embora o conhecimento dos indicadores neurofisiológicos da superdotação estejam ainda em sua infância, técnicas novas estão alimentando pesquisas nesse campo. Durante a última década, os avanços tecnológicos na área da computação, sobretudo na velocidade e memória dos computadores, assim como os progressos na tecnologia nuclear, têm levado ao desenvolvimento de instrumentos de neuroimagem supersensíveis os quais superam as limitações das ferramentas de investigação de gerações anteriores. A ciência possui hoje técnicas que permitem, com grande precisão, relacionar as funções cognitivas e sensoriais, observáveis porquanto atividades que duram somente uma fração de segundo, constituindo preocupação de muitos investigadores procurar a ligação entre o sistema nervoso central e a inteligência das pessoas. Dentre as pesquisas nesse campo, destacam-se aquelas que se voltam para a atividade elétrica do cérebro, uma vez que as ondas cerebrais registradas no eletroencefalograma (EEG) traduzem uma contínua atividade elétrica cerebral, e o nível de excitação do córtex, em decorrência das atividades sinápticas dos neurônios, determina seu padrão e intensidade.

No início da década de 70, foi apresentada ao mundo científico a notável técnica de tomografia axial computadorizada (TAC), que abriu caminho à descoberta de novas formas de recolha de imagens do cérebro, recorrendo a cálculos matemáticos e técnicas de computação inteligente, como a tomografia por emissão de pósitrons (TEP), a ressonância magnética nuclear (RM) e a ressonância magnética funcional (RMf). No entanto, embora essas técnicas tenham potencial para nos esclarecer sobre os locais onde ocorre a atividade cerebral, durante a realização de várias tarefas, elas não nos permitem compreender nem a duração dessa atividade nas áreas cerebrais ativas, nem a sequência da respectiva ativação, em milésimos de segundo. Todavia, o EEG quantitativo (EEGQ) permite-nos estudar, em tempo real, a ativação de diferentes áreas anatômicas do cérebro, de maneira não invasiva e com alta resolução.

A literatura especializada mostra-nos que a atividade neural é caracterizada por mudanças fisiológicas que podem ser descritas tanto química quanto eletricamente, observadas em níveis diferentes, tais quais as mudanças macroscópicas com EEG (disparo de neurônios individuais) até mudanças moleculares que ocorrem nas sinapses. Sabe-se, ainda, que a essa capacidade neuronal individual se agrega um processamento extracerebral de informação através de mecanismos tais que a interação social e a cultura, pois, embora não sejam contemplados, são considerados co-responsáveis. Os atuais estudos indicam que a

polêmica *nature x nurture* se esvazia e o pêndulo oscila para o meio termo. Uma grande indagação é saber quais genes são envolvidos no processo, onde eles atuam e com que fatores interagem.

Podemos evidenciar em muitos estudos na área, citados ao longo desta tese, estar a superdotação intimamente relacionada à diversidade interindividual e, ao mesmo tempo, à identidade individual. O que dá identidade ao indivíduo? São, de alguma maneira, os próprios átomos que compõem o corpo? Depende sua identidade da eleição particular de elétrons, de prótons e de outras partículas que compõem esses átomos? Para Penrose (1996), o que diferencia é a maneira como estão dispostos seus constituintes e, não, a individualidade deles. As diferenças interindividuais têm sido uma indagação sempre presente na investigação psicológica. Para Colom (1998), a idéia de que as condutas influenciadas pela herança não se podem modificar, enquanto as condutas determinadas pelas condições ambientais se podem modificar sem problemas, é completamente errônea. Um dos temas em foco nas investigações é a influência hereditária e ambiental na inteligência, e, mais precisamente, nas diferenças intelectuais medidas pelos testes psicológicos.

A sequência estrutural desta tese é composta de dois capítulos (1 e 2), voltados para os referenciais teóricos que forneceram o suporte técnico e científico para a investigação; e dois outros capítulos dedicados ao processo metodológico e à análise e à discussão dos resultados do estudo empírico (3 e 4). Terminamos com uma abordagem, à guisa de conclusão, retomando a parte teórica e a parte empírica, os principais resultados obtidos, sua interpretação, limitações e possíveis implicações práticas deste estudo, acrescidas de sugestões para futuro. Compõem ainda este documento uma bibliografia referencial e de consulta, bem como tabelas, figuras, fichas e eletroencefalogramas com mapeamento cerebral que buscam enriquecer, ilustrativamente, o texto.

O capítulo primeiro centra-se em uma abordagem de superdotação: da inteligência ao talento, partindo da análise de como o construto “inteligência” aparece descrito na Psicologia, considerando sua importância para a definição de superdotação. Diversos modelos sobre a inteligência são destacados com fundamentação nas metáforas psicológicas concebidas por Sternberg (1990), consideradas como uma retomada da história de diversas teorias, vistas sob o ângulo de diferentes leituras do construto. A seguir, são abordados os contributos da psicometria ao estudo da inteligência, inicialmente, na psicometria clássica, com o trabalho de Binet, “*a gifted psychologist*” (Gardner, 1999, p. 67) e, posteriormente, na psicometria contemporânea, com a concepção monolítica de Spearman até a relação triárquica de Carrol. Somam-se a esses, os contributos das teorias de processamento da informação e uma análise

mais processual dos desempenhos individuais, cujos resultados nos conduziram a novos conceitos de inteligência e de superdotação.

Segue-se uma análise de diferentes estudos sobre a superdotação e a inteligência, com resultados que nos permitem identificar características cognitivas da superdotação associadas a alto nível de inteligência. Consideramos a íntima relação entre superdotação e talento, expressão fenotípica de elevada dotação genética que se manifesta em desempenho observável, desenvolvido pela prática e construído, a partir de um genótipo diferenciado. É dado destaque aos estudos de Gagné, Gardner, Moon, Renzulli e Sternberg, os quais apontam para uma inteligência atrás de cada talento. Concluimos este capítulo, abordando a avaliação dos processos cognitivos da superdotação, com destaque para os testes de quociente intelectual, aspectos favoráveis e limitativos, e para as dificuldades que lhe são inerentes, o que nos conduz a uma reflexão sobre a impossibilidade da hegemonia e manutenção de domínios isolados de conhecimentos, dentre outros aspectos.

No capítulo que se segue (segundo capítulo), procuramos analisar os contributos da neurofisiologia ao estudo da superdotação. O cérebro, enquanto órgão principal do sistema nervoso central, imensamente complexo, será abordado, de uma forma mais restrita, relacionada à cognição, com seus circuitos paralelos que não podem ser esquecidos, porquanto ele é, didaticamente, dividido, para facilitar sua compreensão, em córtex, hemisférios, lobos e hipocampo. A cognição, sob a ótica neurológica, é abordada com base em quatro grandes áreas cerebrais diferenciadas, cujo universo da inteligência se inicia com o acesso ao mundo exterior pela função sensorial, acrescida das emoções e interações sociais, processada pelas funções cognitiva e intuitiva, com dados de pesquisas na área de neurociências que apontam para o alto nível de inteligência, já que um processo avançado, extremamente integrado e acelerado dentro do cérebro.

Nesse segundo capítulo, são destacadas inúmeras pesquisas dos últimos anos que têm conduzido a descobertas fascinantes sobre o cérebro humano, como a sua plasticidade sob os efeitos da estimulação ambiental, a fisiologia da eletrogênese cerebral e o desenvolvimento de instrumentos de neuroimagens altamente sensíveis. Será dado destaque às imagens do funcionamento cerebral, com mais atenção para eletroencefalografia, mencionada inclusive nesta introdução pelo seu papel relevante na presente pesquisa. Os aspectos neurofisiológicos da superdotação, e sua avaliação são abordados nas conexões acentuadas entre os neurônios, no aumento do número de sinapses cujo fortalecimento depende de estímulos fortes para induzir a expressão gênica. Tantas investigações significativas e avanços notáveis corroboram a denominação do século XXI, o “século cerebral”.

A metodologia do estudo empírico, explicitada no terceiro capítulo, parte de pressupostos psicológicos e neurofisiológicos que nos levaram a dimensionar o problema a ser investigado no campo das ondas elétricas cerebrais de alunos com altos escores na testagem de habilidades cognitivas, verbais e espaciais, com a indagação de que tais fatos poderiam ou não revelar dados qualitativos da atividade cerebral. O objetivo do nosso componente empírico se volta para a investigação do efeito da realização de tarefas cognitivas, verbais e espaciais, sobre o comportamento de superdotados ao utilizarmos a atividade cerebral como sinal psicofisiológico e o eletroencefalograma quantitativo, com mapeamento cerebral, como técnica. Questões centrais foram levantadas para aspectos considerados relevantes, conforme registros encefalográficos dos superdotados e do grupo comparação, tipos de ondas cerebrais, gêneros dos participantes e ativação das ondas cerebrais. Assim três hipóteses foram levantadas a partir da frequência, amplitude e localização das ondas cerebrais, como os sinais psicofisiológicos nos quais nos apoiamos para realizar esta investigação.

Ainda neste capítulo, estão caracterizados os participantes da pesquisa e os instrumentos utilizados para a avaliação dos processos cognitivos, através de testes psicológicos (WISC-III) e para captação dos indicadores neurofisiológicos (EEGQ), bem como a anamnese para identificar sinais ou fatores que pudessem ter interferido no desempenho do teste psicométrico. Os procedimentos utilizados, tanto para avaliação psicométrica como para a avaliação neurofisiológica, buscaram utilizar questões diretas, claras e concisas, acessíveis ao nível dos interlocutores e se apoiaram em um ambiente de confiança e credibilidade. Para desenvolvimento da pesquisa, buscamos centrar nos momentos que estruturam um projeto de investigação (Almeida & Freire, 2000) e estarmos sempre atentos, em todas as etapas, para evitarmos possíveis distorções nos resultados e comprometimentos desnecessários à pesquisa.

Nosso estudo empírico, focalizado na superdotação, com ênfase na avaliação dos processos cognitivos, através de testes psicológicos e indicadores neurofisiológicos, concluiu seus procedimentos em pouco mais de dois anos. Em se tratando de uma investigação psicofisiológica, sob o ponto de vista metodológico, destaca-se pelo caráter não invasivo e pelo estudo de comportamentos humanos centrados na estimulação verbal e espacial, com registros das variações fisiológicas concomitantes.

O capítulo quarto, voltado para a apresentação, análise e discussão dos resultados, inicia-se descrevendo diversos aspectos determinantes para a pesquisa: a caracterização dos sujeitos, perfil da população sinalizada como talentosa e o EEGQ na forma de uma avaliação

bastante precisa da atividade cerebral por fornecer uma visão gráfica acurada da localização de alterações elétricas cerebrais. Considerando que a investigação teve dois momentos iniciais e fundamentais com instrumentos diferenciados, o WISC - III para o teste psicológico e o EEGQ para os indicadores fisiológicos, a observação dos resultados partiu de duas etapas, a análise psicométrica e a análise neurofisiológica. Segue-se a análise dos sinais psicofisiológicos que definiu a amostra sob o ponto de vista eletroencefalográfico, com uma atenção cuidadosa para os fatos que poderiam conspurcar os estudos, resultando, por consequência, na redefinição da amostra. Finalmente, completou o exame dos dados obtidos, a análise das anamneses, familiares e escolares.

A discussão dos resultados, objeto deste capítulo, teve por base o mapeamento cerebral e a análise espectral de cada um dos participantes da amostra final, além dos seguintes aspectos: média dos espectros, topografia cerebral, mapas frequenciais e hemisfério cerebral dominante. Mereceu especial atenção o comportamento das ondas alfa e beta, as mais estudadas por estarem sempre presentes em situações experimentais mais comuns. Uma vez que se trata de uma investigação sobre a relação entre a atividade cerebral e a inteligência psicométrica, que exigiu caminhos no campo da psicofisiologia e da neurociência cognitiva, a linha da discussão se inicia pelos dois momentos que deflagram e compõem o estudo comparativo, ou seja, o primeiro composto pelo exame psicométrico e o segundo, pelo exame neurofisiológico.

Segue-se a conclusão da análise e da discussão dos resultados, a partir das hipóteses formuladas, que se voltaram para as relações entre o QI e a frequência, entre o QI e a amplitude, e entre o QI e a localização das ondas cerebrais, referentes aos superdotados e ao grupo comparação. Estudos de diversos pesquisadores, na mesma área e utilizando a mesma técnica de neuroimagem, são citados, reforçando a importância das ciências neurológicas para uma melhor compreensão dos processos cognitivos. Finalmente, podemos concluir que encontramos em nossa pesquisa vários resultados registrados na literatura especializada, dados que nos permitem confirmar várias características da superdotação, quer através da avaliação psicométrica, quer através da avaliação neurofisiológica.

A conclusão final desta pesquisa está centrada nos pontos considerados fundamentais da síntese teórica, tanto no campo psicológico como neurofisiológico, como nos resultados obtidos em função das questões centrais e das hipóteses levantadas ao nível de nosso estudo empírico. Atualmente, é grande o número de projetos de investigação em andamento, destinados a responder sobre superdotação como alto nível de inteligência, aos quais a nossa pesquisa espera contribuir com a agregação de dados. O interesse potencial de nossa tese foi ir

além da área educacional e buscar ponderar os contributos das ciências neurais, no sentido de chamar atenção para a importância atual da convergência de modelos no estudo da superdotação, embora possamos afirmar que, nessa tese, tal esforço de convergência ficou confinado à psicometria e à neurofisiologia.



# **Capitulo 1**



# Capítulo 1

## Da inteligência à superdotação e ao talento

*“It’s may be a good thing to copy reality, but to invent reality is much, much better” (Verdi)*

### Introdução

Os registros mostram, em uma linha temporal e histórica, que as pessoas com habilidades superiores nas mais diferentes áreas foram valorizadas, reconhecidas e, às vezes, segregadas de acordo com o tipo de cultura. Citemos, por exemplo, a cultura grega, uma das que mais valorizaram os altos níveis de inteligência, como podemos constatar pelo grande número de filósofos, astrônomos, biólogos e matemáticos com contributos marcantes até aos dias de hoje. Aliás, o próprio Platão defendia que a identificação desses talentos deveria ocorrer precocemente e agrupados para sua estimulação, a que chamou de “Crianças de Ouro”. Outros povos, como os chineses, já no ano 2000 a.C., através de exames competitivos, selecionavam os jovens mais capazes os quais eram enviados à Corte para receberem tratamento especial (Alencar & Fleith, 2001).

Em um extenso e controverso percurso até os nossos dias, essa capacidade superior foi recebendo diferentes denominações, dentre as quais “superdotação”. O termo foi incorporado pela literatura especializada e passou a acompanhar as concepções teóricas sobre inteligência, evoluindo de uma visão reducionista para uma leitura multidimensional. Digamos que Superdotação e Inteligência são palavras com tantas definições na literatura científica, quanto o número de autores que abordam o assunto. Os motivos para isso são os mais variados, e alguns deles são ilustrados ao longo deste capítulo.

Inicialmente, fazendo-se um pouco de história, o tema é abordado a partir de metáforas psicológicas – *“symbolic language”* - de Sternberg (1990) e de Canciolo e Sternberg (2004). Estes autores chamam a atenção para o fato de que, sendo a inteligência um construto, os estudiosos concebem suas teorias e modelos sem poderem ver o objeto de sua investigação. A psicologia instituiu-se como a ciência com mais contributos no estudo desse construto.

Por muitos anos, as pesquisas sobre inteligência, quer como uma capacidade funcional da mente, composta por múltiplas funções, quer como múltiplas capacidades diferentes, ficaram restritas ao enfoque psicológico. O desenvolvimento das teorias cognitivas e das neurociências mostra que entre o estímulo e a resposta existe um comportamento mobilizado

por um conjunto de processos e de células nervosas, respectivamente, que não pode ser descurado (Changeaux, 1985). A apreensão do mundo exterior e a resposta produzida dependem da organização interna do sistema nervoso e, nesse nível, devemos procurar também a explicação do comportamento cognitivo.

A inteligência como cognição se relaciona a processos mentais que nos permitem reconhecer, aprender e recordar, também, se refere a planejamento, resolução de problemas, julgamento e outras funções cognitivas superiores. Assim, inclui funções mentais como a atenção, memória, percepção, raciocínio, juízo, imaginação e outros processos que se fazem presentes no processamento cognitivo e na resolução de problemas. Os contributos relevantes da psicometria, clássica e contemporânea, sustentada na análise fatorial, são destacados neste capítulo, seguindo-se uma referência às contribuições da teoria de processamento da informação.

Das concepções de inteligência, passamos a abordar as concepções e expressões de talento, baseando-nos nas investigações de diferentes estudiosos (Gagné, Gardner, Moon, Renzulli, Sternberg), os quais, mesmo com enfoques diversos, permitem ressaltar que inteligência e talento caminham juntos e a sua expressão reflete um contexto cultural, psicológico e social. Na superdotação, o alto nível de inteligência (Clark, 1998, 2007) é o grande diferencial no processamento cognitivo, conduzindo à elevada análise e à síntese ou ao uso de componentes metacognitivos, dentre outras características similares. Por conseguinte, ao falarmos em superdotação estabelecemos, de imediato, uma relação com inteligência e talento, cujas conexões conceituais são abordadas neste capítulo. Três elementos do talento – traços individuais (hereditariedade x ambiente), domínios culturais (define as performances valorizadas) e campos sociais (valorizam as performances) – destacados por diversos pesquisadores (Csikszentmihalyi et al., 1995) conduzem a uma análise e às tentativas de explicação da sua manifestação.

Finalmente, atentamos para um aspecto considerado da mais alta importância na prática educativa para alunos com capacidade superior à média: a sua avaliação. O trabalho educativo na área da superdotação deve abarcar um conjunto de três fatores: a clarificação do construto que a sustenta, a identificação através dos instrumentos disponíveis e a intervenção para o desenvolvimento do talento. O atendimento diferenciado passa, obrigatoriamente, pela identificação dos sinais de superdotação, sendo a avaliação necessária para o encaminhamento desses alunos para um programa de apoio na base das diferenças e interesses individuais. Dada a aproximação que pretendemos entre inteligência e superdotação, daremos particular atenção aos testes padronizados de inteligência.

## 2. Inteligência: Construto e Processo

Em face da relevância do construto “inteligência” para a definição de superdotação, importa analisar como na Psicologia este conceito aparece descrito. Desde já, é nossa preocupação tomar autores que a descrevem como traço e como processo. Para Merani (1979), o termo inteligência (do latim *intelligentia* = capacidade, habilidade) tem três acepções principais: (i) serve para designar uma certa categoria de atos distintos das atividades automáticas e instintivas; (ii) empregamos para definir a faculdade de conhecer ou de compreender; e (iii) significa o rendimento geral do mecanismo mental.

Em 1921, as respostas de quatorze psicólogos famosos, a pedido de *Journal of Educational Psychology* (Thorndike, Ed.) quanto ao “o que é inteligência”, tinham dois pontos em comum: a inteligência envolve a capacidade para aprender, a partir da experiência, e da capacidade para se adaptar às exigências do contexto. Sessenta e cinco anos depois, a mesma pergunta foi feita a vinte e quatro psicólogos reconhecidos, internacionalmente, pela sua pesquisa na área da inteligência, os quais enfatizaram os pontos, anteriormente, mencionados e acrescentaram a metacognição e o papel da cultura (Sternberg & Detterman, 1986). Com base nessas afirmações, Sternberg (2000a) sintetiza as opiniões, conceituando inteligência como

*“a capacidade para aprender a partir da experiência, usando processos cognitivos para melhorar a aprendizagem e a capacidade para adaptar-se ao ambiente circundante, que pode exigir diferentes adaptações dentro de diferentes contextos sociais e culturais”* (p. 400).

Como construto, a inteligência não pode ser diretamente avaliada ou observada (como os traços físicos, o biotipo,...). Limitação que não lhe retira a importância prática. Como uma representação mental (construto) pode ser inferida, valorizada e usada para a compreensão de certos fenômenos psicológicos. Por sua vez, enquanto processo, a inteligência teve seu significado prático expresso na seguinte descrição, endossada por 52 estudiosos (Gottfredson, 1997):

*“Inteligência é uma capacidade mental muito geral que, entre outras coisas, envolve a habilidade para raciocinar, planejar, solucionar problemas, pensar abstratamente, compreender idéias complexas, aprender rapidamente e aprender da experiência. Ela não é meramente erudição, ou uma estrita habilidade acadêmica ou uma habilidade para fazer testes. Mais do que isso, ela reflete uma mais ampla e mais profunda*

*capacidade para compreender o ambiente que nos rodeia – atualizar-se, dar sentido às coisas ou planejar o que fazer” (p. 13).*

Para Canciolo e Sternberg (2004), os estudiosos da inteligência exploram sua natureza, concebem como medir e o que fazer para desenvolver a capacidade inferida, isto é, não observada diretamente. Partem, por isso, de uma metáfora com a história de três homens cegos que tocam um elefante pela primeira vez, cada um em lugares diferentes, curiosos a respeito da natureza daquele "objeto" que tocam. Quais as imagens mentais geradas pela sensação sentida? Que relação de semelhança foi encontrada por eles? O primeiro tocou na perna: para ele seria uma árvore que poderia ser inferida e avaliada através do seu diâmetro; o segundo tocou na tromba: imaginou uma cobra, medida pela agilidade e força; o terceiro, tocou o lado robusto da barriga e teve a representação de uma parede, que poderia ser medida pela altura e largura. Concluimos, então, que os três chegaram a concepções diferentes porque o ponto inicial de análise foi diferenciado.

Por analogia, os autores propõem uma reflexão, comparando diferentes estudos sobre inteligência, ao longo da história, fundamentados nas sete metáforas propostas por Sternberg (1990) que foram agrupadas em três categorias, a partir de uma questão inicial ou pressuposta. Essas questões iniciais geraram outras questões, chamadas de derivadas pelo autor, para as quais estudiosos da inteligência buscaram respostas. Para tanto, formularam teorias, a partir da unidade base criada por eles, representativa do objeto reconhecido, porém não visualizado. Destartes, recorrendo ao trabalho de Sternberg (1990), podemos considerar as seguintes metáforas na análise da relação entre a inteligência e o mundo interno dos indivíduos: *Metáfora Geográfica, Metáfora Informacional, Metáfora Biológica e Metáfora Epistemológica*.

A metáfora geográfica caracteriza os mapas da mente humana, emergentes das diferenças individuais, tendo como unidade base o *fator*. As teorias típicas da metáfora citada pelo autor são: a de Spearman (dois fatores: "g" e "s"); a de Thurstone (habilidades primárias básicas); a de Guilford (estrutura do intelecto); e a de Cattell e Vernon (estrutura hierárquica). Sternberg destaca, como grandes contribuições desses estudos, a especificação de estruturas que descrevem o processo cognitivo, a operacionalização dos construtos e o tratamento correlacional de dados empíricos. Chama atenção para os riscos da análise fatorial exploratória e a insuficiente consideração dos processos intervenientes. Os mapas da mente humana decorrem de medidas psicométricas diferenciadas e enfatizam as habilidades intelectuais básicas e superiores.

A metáfora informacional centra-se nas rotinas do processamento da informação que o pensamento utiliza. Por exemplo, apoia-se nos estudos cognitivos de Hunt (eficiência verbal) e na teoria componencial do próprio Sternberg (metacomponentes, componentes de desempenho e componentes da aquisição de conhecimentos). São fortes contributos dessas teorias, a especificação dos processos e estratégias mentais, como a análise do desempenho em tempo real. Uma grande vantagem é a simulação por computador, embora limitada pela questionável analogia computacional. É dada ênfase à descrição e à avaliação dos processos cognitivos (memória, atenção,...) e das próprias competências cognitivas, em termos gerais.

A metáfora biológica apoia-se no relacionamento da anatomia e fisiologia cerebral e do sistema nervoso, com o desempenho dos processos cognitivos. O autor destaca as teorias de Levy (hemisférios cerebrais), de Jensen (velocidade da transmissão neuronal) e de Eysenck (exatidão da transmissão neural). A associação das atividades cognitiva e neurobiológica e o rigor das técnicas experimentais são alguns dos seus pontos positivos, ainda limitados pela reduzida aplicabilidade. A origem da inteligência, que estaria no cérebro, pode também ser avaliada por testes e registros encefálicos, expressando-se através das funções neurológicas.

A metáfora epistemológica prende-se às estruturas da mente em que se organizam o conhecimento e os processos mentais. Sem dúvida, Piaget foi o grande pesquisador na área com seus estudos genético-epistemológicos e o construtivismo psicogenético, que se baseando em uma variedade de dados da infância e adolescência, contribui com uma teoria compreensiva da inteligência. O foco estaria na aquisição do conhecimento, as tarefas de acordo com a idade e os estágios de desenvolvimento.

Na análise da relação entre a inteligência e o mundo externo, foram consideradas a *Metáfora Antropológica e a Metáfora Sociológica* e, finalmente, considerou-se a *Metáfora Sistêmica* que engloba as duas dimensões.

Na metáfora antropológica, o centro da atenção está nas influências culturais, salientando a força da cultura na valorização de certas habilidades. Os estudos reforçaram a necessidade da apreciação do pensamento inteligente em relação ao seu contexto, onde é exercido e se manifesta. Sternberg destaca as teorias de Berry (*radical cultural relativism*), de Cole (*conditional comparativism*) e de Charlesworth (*ethological*), todas elas com contribuições à psicologia cognitiva cultural e transcultural, salientando, por exemplo, que os testes psicológicos de inteligência válidos em uma cultura não podem ser transportados diretamente para outra.

A metáfora sociológica, embora também relacionada à aculturação em seu sentido lato, é mais restrita ao focalizar-se no processo de socialização, em determinado nicho

cultural. A influência social é o ponto fundamental, podendo a inteligência ser avaliada através de testes psicológicos. Nesse quadro, a avaliação considera aquilo que a criança pode fazer sozinha e acompanhada (internalização), destacando as capacidades progressivas dentro da zona de desenvolvimento proximal (Vykotsky) e o seu treino sistemático proposto por Feurstein (teoria da modificabilidade cognitiva).

Finalmente, temos a *metáfora sistêmica*. Esta metáfora engloba elementos das teorias anteriores, valorizando o conjunto de partes múltiplas e interdependentes, com uma proposta de medida STAT (Sternberg Abilities Tests) e os sinais em áreas de comportamento ligadas às habilidades analítica, criativa e prática. Como modelos ilustrativos dessa metáfora, referem-se a teoria de Inteligências Múltiplas (Gardner) e a teoria Triárquica da Inteligência (Sternberg). Essas teorias concebem a inteligência como um sistema complexo, apostando, ora na sua multidimensionalidade, ora na sua funcionalidade:

*“System metaphor: is perhaps the vaguest of all that have been considered, because almost anything can be called a system in some respect. We will understand intelligence fully only when we find a way of integrating metaphors without callously mixing them”* (Sternberg, 1992, p.17).

Em síntese, as metáforas de Sternberg podem ser consideradas como uma retomada da história de diversas teorias sobre a inteligência, vistas sob o ângulo de diferentes leituras do construto: fatores, componentes, ondas cerebrais, estágios (relação com o mundo interno), socialização e cultura (relação com o mundo externo) ou como um sistema complexo, em cujo caminho cruzam todas essas leituras (relação entre os mundos interno e externo).

## 2.1 – Contributos da psicometria para o estudo da inteligência

Os modelos de inteligência, metaforicamente, organizados por Sternberg podem ser classificados em três grandes correntes: a psicométrica, a desenvolvimentista e a da abordagem do processamento humano da informação (Almeida, 1988, 1994). Seguiremos a caracterização de Primi e colaboradores (2001) para resumir estas três correntes: (i) a psicométrica se concentra em definir as estruturas da inteligência e sua organização, o que a tem tornado vulnerável à crítica de que investiga o produto e não o processo cognitivo subjacente ao produto; (ii) a desenvolvimentista, com Piaget e Vygotsky como seus maiores inspiradores, procura descrever o processo cognitivo e relacioná-lo aos diferentes estágios do desenvolvimento, com avanços significativos para a definição das estruturas da inteligência; e

(iii) a abordagem do processamento humano da informação pode ser considerada uma reação à abordagem psicométrica, com contribuições significativas para a investigação dos processos cognitivos envolvidos na resolução dos testes tradicionais usados pela psicomетria. Abordagem que vem se juntando aos estudos das ciências neurais, dando origem à neurociência cognitiva (Hunt, 1999).

A psicomетria clássica está associada à mensuração do Quociente Intelectual e a outras aptidões intelectuais, tendo desempenhado um papel relevante na elaboração de instrumentos ou testes para a avaliação. Segundo algumas críticas, a abordagem centrou-se mais nos produtos que nas atividades da cognição propriamente dita. No século XIX, Galton publicou dois trabalhos, marcos históricos na análise da inteligência como força da hereditariedade – “*Hereditary Genius*” (1869), cujo objetivo era demonstrar que o talento, que considerava habilidades naturais do homem, é herdado de forma similar aos traços físicos de todo o mundo orgânico (in Feldhunsen, 1988) e “*English Men of Science: their nature and nurture*” (1874), destacando os traços biográficos de “pessoas mais eminentes”. Francis Galton sugere que duas qualidades gerais distinguem as pessoas que são mais inteligentes das que não o são: a energia (capacidade para trabalhar) e a sensibilidade (Sternberg, 1997). Sua proposta de que a velocidade mental poderia ser a essência da inteligência, na época considerada simplista, hoje graças às novas tecnologias computacionais e neurológicas, tem sido amplamente retomada nas pesquisas.

Os esforços para avaliar a inteligência começaram nos inícios do século passado com o trabalho do psicólogo francês Alfred Binet (estudante de Galton), juntamente com Theodore Simon. Ambos tentaram encontrar medidas alternativas às provas sensorio-motoras propostas por Francis Galton e Mckean Cattell, então desacreditadas. No início do século XX, as autoridades francesas solicitaram a Binet que criasse um instrumento que pudesse prever quais crianças teriam sucesso nos liceus parisienses, como também identificar aquelas com necessidades especiais no âmbito escolar, devido a deficiências intelectuais. Binet começou, então, a quantificar atributos da inteligência e desenvolveu a primeira escala de inteligência em 1905, formada por trinta tarefas mentais de várias modalidades, dispostas em ordem crescente de dificuldade, graduados em função da idade. Essa escala, revisada em 1908 e 1911, passou a ser um referencial descritivo do desenvolvimento de uma criança em cada faixa etária, cujo resultado podia mostrar se o seu desenvolvimento cognitivo era igual ao dos colegas de sua idade, atrasado ou mais adiantado. Seu grande mérito foi relacionar o nível da habilidade à idade (conceito de idade mental), capaz de assinalar quantos anos uma criança

estava “atrasada” ou “adiantada” em relação aos seus pares etários, elemento que, aliás, vai ser considerado nos primeiros cálculos usados para estimar o Quociente de Inteligência (QI).

A psicometria sustenta uma concepção de inteligência como uma ou mais aptidões, em parte hereditárias, passíveis de mensuração. Spearman (1927), considerado pela comunidade científica como o pai da Psicometria contemporânea, comprovou a existência de um fator “g”, através da análise fatorial e enfatizou a importância desse fator. Para ele, todas as medidas de capacidades se relacionam a um fator global, e cada medida participa desse fator em certa extensão, cujos processos cognitivos básicos propostos são a apreensão da informação, a educação de relações (capacidade de estabelecer relações entre idéias) e a educação de correlatos (capacidade de criar novas idéias aplicando as relações anteriormente inferidas). Essas atividades estariam presentes em todas as funções cognitivas, não importando o conteúdo (Almeida, 1994; Almeida & Primi, 2002).

O construto de inteligência geral, segundo os especialistas, não é derivado da soma dos escores de vários testes, mas extraído de todas as correlações entre eles. Nesse sentido, o factor g representa a variância que eles têm em comum, existindo, no entanto, realidade psicológica própria e não sendo um mero artefato das análises estatísticas. A ênfase sobre essa diferença entre “inteligência em geral”, como uma mistura dos escores de diversos testes e “inteligência geral”, como o fator comum entre variados testes (Spearman, 1927) tem diferenciado as escalas compósitas da inteligência dos testes de factor g assentes em tarefas de raciocínio (Almeida, 1994).

Brody (2000) considera os artigos de Spearman, de 1904 (*General Intelligence objectively determined and measured*) e de Binet e Simon, em 1905 (*Méthodes nouvelles pour le diagnostic du niveau intellectuel des anormaux*) como estudos que marcaram a investigação da inteligência ao longo século XX. Para ele, ambos são pioneiros, sendo o primeiro um marco na modelização do construto inteligência e o segundo, na sua avaliação. Assim sendo, a abordagem psicométrica, cujos estudos predominaram nas primeiras seis décadas do século XX, analisou para a explicitação das suas teorias os resultados dos indivíduos em baterias de testes, utilizando a análise fatorial para descobrir como os testes se correlacionavam e quais as comunalidades encontradas.

Essas comunalidades fatoriais, ao permanecerem em diversas amostras de sujeitos avaliados e de provas psicológicas usadas, permitiam definir a estrutura da inteligência, tais

como fatores, habilidades e aptidões. Em princípio, as buscas interpretativas para as correlações levavam a discussões entre as correlações indicadoras da existência de uma única habilidade geral (fator *g*, Spearman) e aquelas que explicavam a existência de várias habilidades, como as aptidões primárias (Thurstone) e os fatores de Guilford, entre outras. Desde 1990, o modelo hierárquico denominado Teoria dos Três Estratos de Carroll (1993) conduziu a um relativo consenso psicométrico, integrando fatores mais gerais e mais específicos na definição de inteligência. Na tabela 1, apresentamos uma adaptação do modelo teórico de Carroll (1993), baseando-nos em Primi e colaboradores (2001).

Tabela 1 – Modelo teórico de Carroll (1993)

Estrato III	Estrato II	Estrato I
Fator <i>g</i>	Inteligência Fluida –Gf – Habilidade de raciocínio em situações novas / Capacidade de relacionar idéias, induzir conceitos abstratos, compreender implicações	Raciocínio seqüencial Indução Raciocínio quantitativo
	Inteligência Cristalizada – Gc – Habilidade associada à reflexão e profundidade conhecimentos adquiridos de uma determinada cultura ; habilidade de raciocínio adquirida pelo investimento da capacidade geral em aprendizagem	Desenvolvimento linguístico
	Memória e aprendizagem – Gsm – Habilidade associada à manutenção de informações por pouco tempo para recuperá-las em seguida; habilidade associada à quantidade de dados retidos em situações de aprendizagem	Conhecimento Léxico Compreensão em leitura
	Memória e aprendizagem – Gsm – Habilidade associada à manutenção de informações por pouco tempo para recuperá-las em seguida; habilidade associada à quantidade de dados retidos em situações de aprendizagem	Extensão da memória Memória associativa Memória visual
	Percepção visual – Gv - Habilidade de gerar, recuperar e transformar imagens visuais	Visualização Relações espaciais Velocidade de fechamento
	Recepção auditiva – Ga – Habilidade à percepção e discriminação de padrões sonoros, em especial quando apresentados em contextos complexos, envolvendo estruturas musicais ou distorções	Acuidade auditiva Discriminação da linguagem oral Julgamento de padrões tonais musicais
	Habilidade de recuperação – Glr – Habilidade associada à extensão e fluência que itens de informação são recuperados da memória de longo prazo por associação	Fluência de idéias Facilidade de recordar nomes Fluência de associações
	Velocidade de processamento cognitivo –Gs- Habilidade associada à taxa de rapidez de processamento cognitivo em tarefas cognitivas simples	Velocidade perceptual e de processamento semântico Tempo de reação simples Originalidade/Criatividade

O exame desse quadro permite-nos verificar que a inteligência fluida é mais próxima do fator *g*, e a velocidade do processamento cognitivo é a mais distante. O termo “habilidade” (entendendo-o por capacidade) foi considerado por Carroll (1993) como “*variações individuais nos potenciais para a realização em uma classe definida de tarefas*” (p. 16), além de afirmar que “*há evidências abundantes de um fator geral de inteligência que domina os fatores ou variáveis que enfatizam um nível de complexidade elevada possível de ser dominado em tarefas de indução, raciocínio, visualização e compreensão linguística*” (p. 624)

Da concepção monolítica de Spearman (1904, 1927) até à abordagem triádica de Carrol (1993) muitos caminhos foram percorridos. Ainda no início do século XX, Thurstone, ao contrário de Spearman, utiliza a análise fatorial para provar que a inteligência compreende um grande número de faculdades que chamou de Aptidões Mentais Primárias: Compreensão verbal – medida por meio de testes de vocabulário; Fluência verbal – medida através de tarefas que exigem que o sujeito pense em tantas palavras quantas possíveis que comecem com dada letra num curto espaço de tempo; Raciocínio indutivo – medido por testes como tarefas para completar analogias e séries numéricas; Visualização espacial – medida por testes que exigem rotação mental de figuras de objetos; Aptidão numérica – medida por testes de cálculos e por resolução de problemas matemáticos simples; Memória – medida por testes de evocação de palavras e imagens; Rapidez perceptiva – medida por testes que exigem que o sujeito reconheça pequenas diferenças em figuras ou elementos.

Ainda na linha de Thurstone, ou seja, apresentando uma concepção multifatorial da inteligência, ou uma inteligência definida através de múltiplas aptidões, em meados do século passado, Guilford (1967) avançou com um modelo que contempla 120 aptidões, produto da combinações simultânea de três dimensões ou componentes, subdivididas em categorias: (i) cinco operações ou formas de processamento da informação inerente a uma certa tarefa - cognição, memória, produção divergente, produção convergente e avaliação; (ii) quatro conteúdos ou tipos de informação em que a tarefa se expressa - figurativo, simbólico, semântico e comportamental; e (iii) seis produtos ou formas fundamentais que a informação toma no final – unidades, classes, relações, sistemas, transformações e implicações ( $5 \times 4 \times 6 = 120$  aptidões).

Após mais de vinte anos de investigação, Guilford foi introduzindo mudanças nesse modelo (Almeida, 1994), propondo mais categorias para os componentes anteriormente

mencionados, avançando para um modelo que explicaria a inteligência com base em 180 aptidões (número estimado na base da divisão da operação memória, em memória a curto e memória a longo prazo e através da divisão do conteúdo figurativo em conteúdo verbal-auditivo e conteúdo figurativo-visual). Os trabalhos de Guilford, apesar de críticas à complexidade do modelo para sua verificação empírica, trouxeram contribuições indiretas para o estudo da inteligência (Almeida, 1988; Anastácia & Urbina, 2000), tais como: a inclusão da criatividade (produção divergente), a distinção entre operação e conteúdos que ajudou a esclarecer processos cognitivos e a introdução do conteúdo comportamental que remete para o estudo da inteligência social. Para Acereda e Sastre (1998), a Estrutura da Inteligência proposta por Guilford distingue-se dos demais modelos fatoriais pelo fato de o trabalho empírico ter tido como ponto de partida um quadro teórico específico e não a análise fatorial tomando as correlações em testes de inteligência.

O destaque dado aos contributos da psicometria ao estudo da inteligência relaciona-se com a linha metodológica de nossa investigação que se apoia na avaliação psicométrica da inteligência, além da avaliação dos indicadores neuropsicológicos, sem nenhuma intenção de mostrar hegemonia desses contributos sobre os demais. Sem dúvida, após os primeiros modelos fatoriais de Spearman e Thurstone, seguiram-se modelos com enfoques multidimensionais. Referimo-nos a modelos mais contextualistas como as “inteligências múltiplas” propostas no modelo de Gardner (1993) e a “teoria triárquica” de Sternberg (1994). Portanto, segundo Gardner, mais que um fator *g* (aliás mais que fatores simples), podemos falar em 7, 8, 9 ou 10 inteligências complexas. Por sua vez, Sternberg (2000a) afirma que os psicólogos, que estudam as capacidades intelectuais humanas, fazem-no, analisando a maneira como as pessoas solucionam as difíceis tarefas mentais para construir modelos artificiais com o objetivo de compreender os processos, estratégias e representações mentais utilizados no desempenho das tarefas.

## *2.2 – Contributos da teoria da informação para o estudo da inteligência*

A teoria do processamento da informação (Hunt, 1980; Newell & Simon, 1972; Sternberg, 2000a) deu origem a diversos estudos que levaram a uma investigação detalhada dos processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas, e a essa investigação se vêm integrando os estudos neurológicos, desenvolvendo largamente a neurociência cognitiva. Os psicólogos do processamento da informação, ao estudarem a maneira como as pessoas operam, cognitivamente, ao solucionarem tarefas mentais, deram contribuições relevantes para a compreensão dos processos cognitivos que são utilizados na definição de inteligência e

da própria superdotação. Para os psicólogos cognitivos, inteligência, cognição e pensamento são conceitos muito próximos, podendo o ser humano ir além do conhecimento factual e pensar sobre os próprios pensamentos (Boekaerts, 1996). Logo, pensar é transformar, elaborar ou processar a informação, fazer uso dela para obter novos conhecimentos; é observar, comparar, classificar, inferir, argumentar e criar. Destarte, pensamento e inteligência se confundem.

Os teóricos do processamento da informação buscam compreender o desenvolvimento cognitivo, estudando como as pessoas de diferentes idades tratam a informação, ou seja, como codificam, decodificam, transferem, armazenam e evocam a informação, especialmente quando as situações implicam a resolução de tarefas desafiadoras (Sternberg, 2000a). Para este autor, os investigadores na área utilizam duas abordagens fundamentais em seus estudos: uma essencialmente geral para todos os domínios, e outra que focaliza domínios, essencialmente específicos. Os da primeira abordagem, mostram como os princípios gerais do processamento da informação são aplicados e usados ao longo das funções cognitivas, enquanto os da outra abordagem se dedicam ao estudo de domínios específicos, às habilidades metacognitivas, às habilidades quantitativas, às habilidades visuoespaciais ou ao raciocínio indutivo. De uma maneira geral, para esses pesquisadores, mudanças internas no processamento cognitivo são produtos da maturação fisiológica, da influência ambiental e do próprio desenvolvimento dos processos cognitivos.

Em princípio, como ciência experimental, a Psicologia Cognitiva elege o comportamento como objeto de estudo e a aprendizagem passa a ser entendida como sendo a alteração de um determinado comportamento. A influência da psicologia behaviorista se fazia presente, compreendendo o ser humano como um organismo que tem uma base biológica e, além disso, é produto do meio ambiente e da cultura em que está inserido. O modelo, hoje mais considerado historicamente, foi sendo substituído por outros em que o desenvolvimento cognitivo vai para além das causas biológicas, ambientais e culturais. A epistemologia genética (Piaget) e o modelo sócioconstrutivista (Vygotsky), a primeira construtivista-estruturalista e a segunda de cunho dialético, com pontos de convergência e divergência, têm contributos importantes para a compreensão de como se desenvolvem o pensamento e o conhecimento do ser humano, onde o componente biológico se faz sempre presente. Entretanto, segundo os mesmos autores – e em particular Vygotsky -, a estrutura neurológica, sendo necessária, é insuficiente para explicar o desenvolvimento da inteligência.

No quadro da teoria do processamento da informação, as diversas linhas de investigação podem ser estudadas, segundo dois pontos de vista: o fisiológico e o psicológico

(Almeida, 1984; 2008; Eysenck, 1985 ; Vossen, 1988). Teoricamente, os fenômenos fisiológicos são a base do êxito intelectual. Jensen (in Eysenck, 1985) tem ampliado os estudos de Thorndike (capacidade frente à velocidade nos testes de QI), de Hick e Forneaux (relação logarítmica entre o tempo utilizado para resolver um problema e sua dificuldade) e de Newll e Simon (no campo da inteligência artificial), indicando que o cérebro funciona como um sistema de processamento de informação. Concluiu, por exemplo, que a rapidez fisiológica com que o sujeito executa as operações mentais é vantajosa, pois pode executar mais operação por unidade de tempo, sem sobrecarregar o sistema nervoso.

As investigações têm mostrado que a base fisiológica dessa relação é a energia neuronal, representada pelo número de neurônios que se ativam em resposta a um estímulo. Menor quantidade de neurônios são utilizados para processar um estímulo já conhecido, enquanto que para um estímulo novo, inesperado, o cérebro empregará um maior número de neurônios. Baseando-nos em Almeida (1984)), os contributos dos estudos que procuram uma ligação entre o sistema nervoso e a inteligência podem ser divididos em três grandes linhas de pesquisa com enfoques diferenciados: (i) velocidade do processamento da informação, com duas variáveis mais estudadas, os tempos de reação e os tempos de inspeção; (ii) registros da atividade elétrica cerebral, cujos estudos neurológicos aumentaram consideravelmente, nos últimos anos, face o desenvolvimento das técnicas de neuro-imagem; e (iii) ligações entre as zonas cerebrais e determinadas funções cognitivas ou tipos específicos de tratamento da informação. Por exemplo, a pesquisa recente destaca uma associação entre o funcionamento pré-frontal e o controle cognitivo (CPF), nomeadamente o exercício supervisionado de atividades puramente cognitivas, como memória de trabalho, atenção seletiva e flexibilidade cognitiva, dentre outras.

Ao analisar as relações entre determinadas funções cognitivas, como percepção, aprendizagem, memória e o ambiente, Vossen (1988) chama atenção para um item específico de informação, ou seja, o estímulo, a ação que ele provoca e as consequências desta ação “*can develop by maturation, it can be modified by learning or it can result from learning*” (p. 417). Para o autor, as consequências da ação podem ser estudadas a partir de dois pontos de vista: (i) o biológico, relacionado com as consequências da ação para sobrevivência do material genético que, direta ou indiretamente, se relaciona com a unidade de informação, implicando na preservação ou na melhoria da adaptação do indivíduo ao seu ambiente; (ii) o psicológico, segundo o qual as consequências da ação para o organismo são traduzidas nos princípios do reforço, que, por sua vez, são elaborados em várias teorias da aprendizagem.

As informações recebidas do meio ambiente são assimiladas e transformadas através de um processo dinâmico e complexo, tendo sido desenvolvidos diversos modelos a fim de identificar como são obtidas, transformadas e armazenadas essas informações. Os modelos de processamento, apoiados na trilogia recepção da informação, tratamento e resposta, são hoje bastante utilizados na descrição da inteligência e requerem componentes estruturais (percepção, atenção, memória a curto-prazo, memória a longo-prazo), além de componentes funcionais (processos, estratégias, transformações). Uma das teorias que se destaca pelo esforço em estabelecer uma relação entre entrada de informação, processamento e resposta é o modelo do processamento cognitivo PASS: (i) *Planning* – processo cognitivo fundamental que inclui geração, avaliação e execução de estratégias para a resolução de problemas; (ii) *Attention* – atenção focalizada e seletiva, importante para a inibição da resposta a estímulos distratores; (iii) *Simultaneous* - processamento cognitivo utilizado para a transformação simultânea da conceituação de elementos interdependentes em um todo; e (iv) *Successive* – processo utilizado, quando uma informação deve seguir uma ordem em que cada elemento tem a ver, unicamente, com aqueles que precedem.

Tal modelo tem como suporte os trabalhos de Lúria (1966 - 1984), procurando conceituar inteligência, fundamentando-se em investigações da neuropsicologia (Almeida, 2008; Naglieri & Das, 1990, 2005). Para Lúria (1973; 1980) os processos mentais, como sensação, percepção, linguagem, pensamento ou memória são sistemas funcionais complexos que não podem ser entendidos como simples faculdades localizadas em áreas particulares e concretas do cérebro. A dinâmica do comportamento humano compreende a interconexão de redes de informação, competindo ao cérebro organizar o sistema de comunicação de uma infinidade de dados como um sistema aberto, em constante interação com o meio, num processo de construção de conhecimento com integração das sensações, percepções e representações mentais (Lúria, 1980; Vygotsky, 1984; 1991).

Para Mayer (in Dembo, 1988), o fluxo da informação começa com um estímulo do ambiente, por exemplo, os itens das provas na escala WISC-III. A seguir, a informação vai ao Sistema de Memória Sensorial para registro, onde é armazenada brevemente até que passa ao Sistema de Memória de Curta Duração ou Memória de Trabalho. A informação que não passa ao segundo sistema se perde; a que por aí passa, é então codificada e integrada à memória, sendo o seu período de duração bastante curto, cerca de 30 segundos. Já no Sistema de Memória de Longa Duração (também usada “memória a longo-prazo), a informação é armazenada permanentemente, e para tanto é classificada, organizada e conectada através de organizadores, nomeadamente metacognitivos.

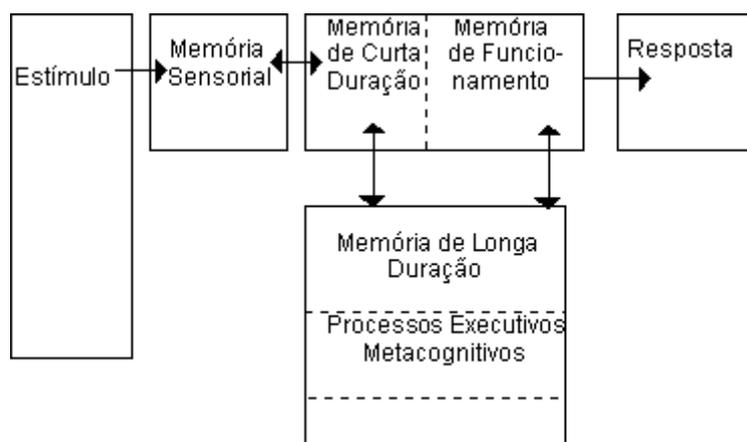


Figura 1 - Modelo de Processamento da Informação Humana  
(Traduzido e adaptado de Mayer, 1981, citado por Dembo, 1988)

Outras investigações atuais têm dado contribuições valiosas para a compreensão do processamento da informação, tais como: (i) a teoria da Codificação Dupla de Paivio (1990), para quem há dois códigos trabalhados, cognitivamente, por dois sistemas separados, um especializado no processamento de objetivos e eventos não-verbais, e outro especializado em trabalhar com a linguagem; (ii) a teoria cognitiva de Anderson (1983) -*Adaptive Control of Thought* - segundo a qual os mecanismos de aprendizagem estão relacionados com outros processos cognitivos, como memória, linguagem, solução de problemas, dedução e indução, com atuação de três memórias que se relacionam, ou seja, a memória declarativa, a memória de longo-prazo, e a memória de trabalho; e (iii) a teoria da Exibição de Componentes (Merril, 1983) que classifica o aprendizado em duas dimensões, o conteúdo (fatos, conceitos, procedimentos e princípios) e o desempenho (recordação, uso e generalização).

Observamos que as pesquisas têm apontado para uma visão de inteligência como capacidade de processamento de informações ligadas às habilidades necessárias para o sucesso na resolução de problemas, à adaptação do indivíduo ao meio e à aprendizagem (Almeida, 2008). Constatamos também que as investigações sobre as correlações entre as diferentes estruturas do cérebro e inteligência ainda necessitam de análises e métodos mais consistentes em suas conclusões (Toga & Thompson, 2005). Vários estudos realizados apontam que as diferenças individuais na inteligência podem ser compreendidas em termos de diferenças na velocidade e acuidade individual no acesso à informação da memória a longo-prazo (Sternberg, 1994). Assim sendo, o acesso mais rápido às informações pode levar a um desempenho superior e, ademais, a velocidade do processamento de informação pode ser

entendida como um componente básico das diferenças individuais na inteligência (Fink & Neubauer, in Ribeiro & Almeida, 2005). Considerando que a inteligência é um ingrediente essencial que distingue os superdotados das outras pessoas, o desenvolvimento de todos os modelos pode ser fundamental para a compreensão da superdotação e da excelência (Eysenck, 1985).

### 3. Concepção e expressão do talento

Podemos afirmar que o termo talento tem tantas concepções como inteligência, que vão do senso comum a diferentes estudos científicos, além da valorização que recebe hoje como requisito para sucesso profissional, tempo considerado pela mídia como “a era dos talentos”. Destacaremos, os estudos de Gagné sobre dotação e talento, os mapas do talento de Gardner, Moon e *personal talent*, a conceituação de Renzulli, mais centrada na atuação que na potencialidade e a concepção de Sternberg sobre “*developing expertise*”, considerando que esses estudos, sob enfoques diferentes, não se excluem, mas se completam ao apontar para uma inteligência na base de cada talento.

Os estudos de Gagné (1995, 2004) destacam quatro amplos domínios de dotação: inteligência e capacidade intelectual, criatividade e pensamento criador, capacidade sócioafetiva e intra-pessoal, e habilidades sensório-motoras. Para o autor, seis fatores levam ao favorecimento da expressão desses *dotes* em *talentos*, compreendidos como desempenho acima da média comparável, inclusive com produção de alta qualidade: (i) *Chance* ou acaso — Gagné & Schader (2006), ao considerarem que a chance, como um fator no desenvolvimento do talento, é frequentemente mal interpretada, ressaltam duas metas: "(a) to briefly review the relevant- and limited- scientific literature on the subject of chance, and (b) to draw the general guidelines for a research program aimed at buttressing belief and hypotheses with solid empirical data" (p. 88); (ii) Dotação - plano genético, as habilidades naturais, mentais ou físicas, para Gagné (2007) são, significativamente, influenciadas pelo nosso "*genetic endowment*"; (iii) Traços próprios da pessoa – o "Eu" - características pessoais (autoconceito, autogestão, autocontrole...) biotipo, nível de motivação, enfim tudo que constitui a personalidade. Muitos dos traços acontecem por influência de interação com outras pessoas, pela presença de modelos e pessoas que causam admiração e, embora sejam do domínio íntimo de cada um, estão sujeitos à influência educacional (Guenther, 2004); (iv) Aprendizagem — o desenvolvimento do talento, com certeza, envolve o processo de aprender, formal ou informalmente, o exercício e a prática ;

(v) Influências ambientais - a família, a escola, meio social (cultura), comunidade; e (vi) Educação formal - identificação, enriquecimento, aprofundamento e aceleração de estudos, enfim, toda a metodologia da educação especial para desenvolver capacidades e potencial.

No seu modelo “*Differentiated Model of Giftedness and Talent*” (DMGT), Gagné propõe uma clara distinção entre superdotação e talento (2007): “***Giftedness*** designates the possession and use of untrained and spontaneously expressed outstanding natural abilities or aptitudes (called gifts), in at least one ability domain, to a degree that places an individual at least among the top 10% of age peers. ***Talent*** designates the outstanding mastery of systematically developed competencies (knowledge and skills) in at least one field of human activity to a degree that places an individual at least among the top 10% of “learning peers” (all those who have accumulated a similar amount of learning time from either current or past training)” (p. 4).

No modelo, a dotação está associada a habilidades naturais, por exemplo, o talento linguístico associa-se ao dominar uma língua estrangeira ou a habilidade sensório-motora é decisiva para o talento desportivo ou musical. Os talentos, que se manifestam em campos extremamente diversos, podem ser considerados expressões fenotípicas de genótipos diferenciados. O desenvolvimento do talento ocorre através da maturação biológica e psicológica, da aprendizagem espontânea e da aprendizagem sistemática.

Pode-se inferir, assim, que as altas habilidades naturais atuam como material para os elementos constituintes dos talentos; a superdotação se refere ao potencial ou às habilidades naturais não-treinadas, enquanto o termo talento se reserva, especificamente, para rendimentos alcançados como resultado de um programa sistemático de formação e prática, desenvolvido e construído a partir daquela dotação. O acaso, os catalisadores intrapessoais e os catalisadores ambientais nesse modelo atuam como facilitadores do desenvolvimento do Talento, resumindo-se na figura 1.1 os seus elementos constituintes (representação gráfica cedida por Zenita Cunha Guenther).

## O “novo” DMGT 2.0

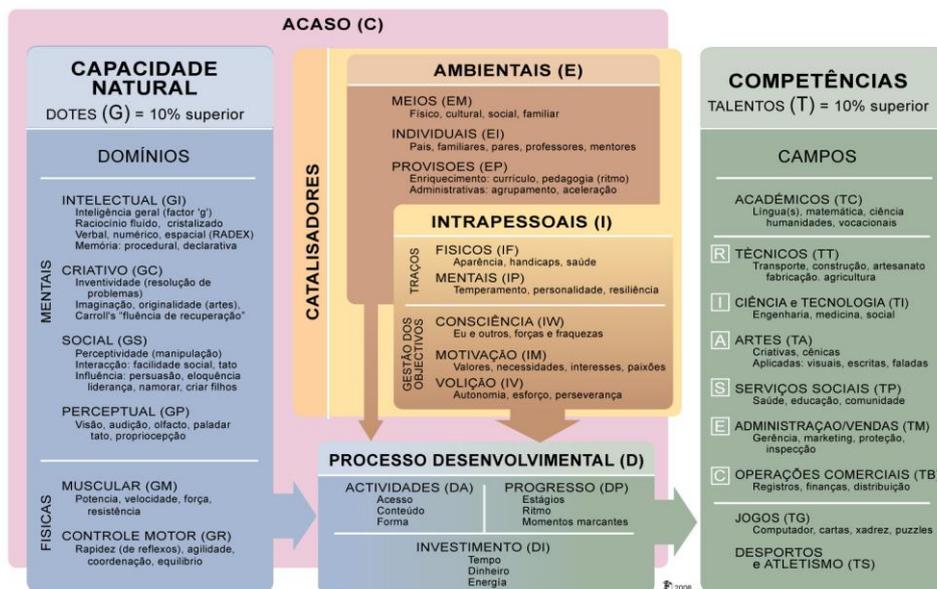


Figura 2 – Modelo de Gagné do desenvolvimento do talento (2008)

Tomando o contributo de Gardner, importa lembrar que pretendeu deixar claro a pluralidade do intelecto: "*múltiplas (inteligências) para enfatizar um número desconhecido de capacidades humanas diferenciadas, variando desde a inteligência musical até a inteligência envolvida no entendimento de si mesmo; inteligências para salientar que estas capacidades eram tão fundamentais quanto aquelas historicamente capturadas pelos testes de QI*" (1995, p.3).

Assumindo que o mapa cerebral sugere áreas distintas de funcionamento inteligente, conclui, em seus estudos, que existem tipos de inteligências independentes. Começa com duas, especialmente, importantes para a aprendizagem - linguística e lógico-matemática -, seguindo com as que chamou de inteligências “não-canônicas”. Aqui, inclui a inteligência musical, espacial, corporal-cinestésica, naturalista e as inteligências pessoais (inter e intrapessoal). Mais tarde, Gardner foi ponderando, progressivamente, sobre a eventual existência de uma inteligência existencial e espiritual (Gardner, 2003; 2005).

Para alguns autores, a teoria de Gardner concebe a mente humana de forma modular, ou seja, cada inteligência como emanada de uma parte distinta do cérebro, expandindo os conceitos de inteligência, e conseqüentemente, ampliando a maneira de identificar talentos, concepção que está mais assente em especulações teóricas do que

em verificações empíricas. Falta, assim, investigação empírica que sustente as suas afirmações (Sternberg, 2000b). Basicamente entende inteligência como uma capacidade de resolver problemas ou de elaborar produtos que sejam valorizados em um ou mais ambientes culturais e comunitários. *”Con frecuencia me pregunto si una inteligencia es lo mismo que un talento o una aptitud. Aunque considero que la claridad intelectual es esencial, detesto las discusiones centradas en cuestiones terminológicas porque casi nunca son concluyentes y, en ocasiones pueden llegar a ser contraproducentes”* (2001, p.93).

Falando em termos de inteligência e de talento para Gardner (1995) *”a inteligência é um potencial biopsicológico. O fato de um indivíduo ser ou não considerado inteligente e em que aspectos é um produto em primeiro lugar de sua herança genética e de suas propriedades psicológicas.... O talento é sinal de um potencial biopsicológico precoce, em alguns dos domínios existentes na cultura. Os indivíduos podem ser talentosos em qualquer área reconhecida como envolvendo inteligência* (p. 50). Por sua vez, a prodigiosidade é uma forma extrema de talento, incomum, podendo ocorrer em qualquer domínio; a perícia é um tipo de excelência técnica, sem nenhuma implicação de originalidade, um trabalho por muito tempo num determinado domínio que conduz a um desempenho em níveis mais elevados. A criatividade descreve um produto inovador dentro de um domínio, aceitáveis pela comunidade e, certamente, uma pessoa pode ser perita sem ser criativa. Reserva para gênio o *”rótulo honorífico”*, pois são aquelas pessoas cujos produtos assumem um caráter universal.

A partir da perspectiva de que uma capacidade só poderá ser considerada se tiver o endosso cultural, Gardner (1995) desenvolveu sua teoria das inteligências múltiplas e com base nesse conceito de inteligência, criou uma nova matriz de talento, apontando a respectiva trajetória desenvolvimental nos indivíduos. Na Tabela 2, descrevemos e procuramos diferenciar um conjunto de termos usados, freqüentemente, na área da superdotação e dos talentos.

Tabela 2 – Comparabilidade de designações usadas na área do talento e da dotação

Termo	Esfera	Idade-foco	Status do Domínio/Campo	Questões Relevantes
Inteligência	biopsicológica	todas	-----	-----
Talento	biopsicológica	jovens/crescendo	pré-domínio/pré-campo	Experiência cristalizadora
Prodigiosidade	biopsicológica	crescendo	domínio/campos atuais	amplios recursos
Perícia	domínio/campos atuais	pós-adolescência	domínio/campos aceitos	conhecimento/habilidades cumulativas
Criatividade	domínio/campos futuros	pós-adolescência	domínio/campos aceitos	Assincronia produtiva
Gênio	amplo domínio / largo campo	pessoa madura	universal	vínculo com a infância

Descrevendo o contributo de Sidney Moon, podemos mencionar o seu conceito de *"personal talent"* (2003) ao apresentar três especificações do construto: (i) focaliza atenção no domínio do desenvolvimento do talento; (ii) dá um enfoque dinâmico a características como motivação e persistência, frequentemente citadas com uma concepção estática; e (iii) contribui com abordagens mais individualizadas para o processo do desenvolvimento do talento. Para a pesquisadora, *"personal talent is defined as exceptional ability to select and attain difficult life goals that fit one 's interests , abilities, values and contexts"* e acrescenta *"personal talent can also be conceptualized as expertise in the personal domain "* (p. 6).

Seguindo as proposições de Moon (2003), *"personal talent"* pode ampliar e enriquecer conceituações sobre superdotação, como as de Gagné, Renzulli, Sternberg ou Tannenbaum, pois nesses modelos a motivação *"as a trait, rather than as competence to be developed. Personal talent theory, on the other hand, provides a dynamic, incremental view of motivation"* (p. 14). Uma outra contribuição da teoria de Moon seria ajudar a explicar o *"puzzling phenomena"*. Por exemplo duas pessoas com os mesmos altos escores em testes psicométricos poderem apresentar diferentes trajetórias no desenvolvimento de seus talentos, uma vez tratar-se de um tipo de talento que se traduz pela excepcional capacidade pessoal para selecionar e atingir metas difíceis que se encaixam em seus interesses, habilidades, além dos contextos sociais (Moon, 2002).

Quatro aspectos fundamentais da teoria proposta podem ser

destacados (Moon, 2002, 2006): (i) dois tipos de conhecimento são básicos para desenvolver o “*personal talent*”: o conhecimento de si mesmo (consciência da existência de seus interesses, habilidades e valores, desenvolvidos no auto-conhecimento, na tomada de decisão e de auto-regulação) e o conhecimento do ambiente (entendimento sobre as influências culturais e das situações específicas de apoio). Deve-se ter um grande conhecimento da psicologia da meta a atingir e aplicar conhecimentos de investigação psicológica para conseguir elevados níveis de satisfação, bem-estar e melhorar resultados de desempenho; (ii) a contribuição de muitos estudos psicológicos para a base de conhecimento no domínio de talento, como os estudos de fatores não-cognitivos que facilitam a realização (auto-eficácia) e os estudos sobre resiliência (superar obstáculos); (iii) como construto incremental, as pessoas não nascem com esse tipo de talento, e é importante desenvolvê-lo através da experiência e da aprendizagem pela auto-consciência, resiliência e melhor percepção de si mesmo; e (iv) esse talento, ainda pouco conhecido, é construído num processo contínuo de aquisição de habilidades, como auto-conhecimento, confiança em si, auto-conceito positivo que passam pela formação da competência pessoal para chegar à consolidação das capacidades necessárias a uma elevada competência/ “*personal talent*”, final deste *continuum*.

Alguns outros aspectos devem ser considerados ao abordar “*personal talent*”, como não confundir com o poder de aperfeiçoamento pessoal na busca de uma melhoria contínua, inerente ao ser humano. Outro aspecto a destacar são as considerações da Psicologia Humanista (Guenther, 2006) ao chamar atenção para pessoas mais “adequadas” que outras, ou seja, pessoas que parecem captar, perceber e colocar melhor o que têm de enfrentar, obtêm mais êxito na resolução de problemas e maior satisfação nas situações vivenciadas. Alguns autores humanistas (Maslow, Rogers, Combs...) apontam conceitos próximos como *auto-realização*, *adequação pessoal* ou *personalidade sadia*. No fundo, as pessoas com um auto-conceito positivo, confiança em si, conhecimento efetivo de suas características, sejam qualidades ou defeitos, atingem níveis superiores de realização (Moon, 2002), o que se aproxima do conceito recente de “*wisdom*”, proposto por Sternberg (2003).

Tomando os trabalhos de Renzulli (1978), talento e superdotação combinam três conglomerados básicos de traços humanos: (i) habilidades cognitivas gerais acima da média; (ii) altos níveis de motivação e compromissos com as tarefas; e (iii) altos níveis de criatividade. Teoria formulada por Renzulli na década de 70, também conhecida como a “teoria dos três anéis”, apresenta uma conceituação centrada mais na atuação que na potencialidade. Nesse sentido, trata-se de uma concepção ou modelo que não se atém ao Quociente Intelectual, antes assume a confluência de fatores, aliás, não estritamente intelectuais.

A habilidade acima da média deve permanecer, relativamente, estável e não necessita ser excepcional; a criatividade se refere à flexibilidade e à originalidade do pensamento, e o comprometimento com a tarefa refere-se à persistência, à dedicação, ao esforço e à autoconfiança nas situações de realização. A partir de sua caracterização, Renzulli (2001) conclui que a superdotação é relativa ao tempo, às pessoas e às circunstâncias, isto é, os comportamentos superdotados têm lugar em *determinadas pessoas* (não em toda a gente), em *determinados momentos* e em *determinadas circunstâncias* (não em todo o tempo e lugar). Numa perspectiva desenvolvimental, para o pesquisador, os superdotados “possuem ou são capazes de desenvolver este conjunto de traços e aplicá-los a qualquer área potencialmente valorizada do desempenho humano” (o sublinhado é do autor, 2004, p. 85).

Além da concepção de superdotação, “Teoria dos Três Anéis”, outras grandes contribuições de Renzulli para o desenvolvimento do talento podem encontrar-se no Modelo Triádico de Enriquecimento e no Modelo de Enriquecimento Escolar (com a colaboração de Sally Reis), neste caso uma intervenção extensível a toda a escola. Um dos componentes deste último modelo é o Portfólio Completo do Talento, cuja “*meta final é criar autonomia nos alunos, transferindo para eles o controle da administração*” (2004, p.113), o que a experiência tem mostrado acontecer e cujos objetivos são recolher informações sobre o que o aluno valoriza, classificar informações, de modo a ter uma visão tão completa quanto possível sobre os pontos fortes de cada estudante. O portfólio deverá ser objeto de uma atualização permanente, estando também disponível para uma consulta periódica dos seus dados ou, sempre que necessário.

Trata-se de um instrumento centrado nas forças positivas individuais de cada aluno, nos seus pontos fortes vistos como forças potenciais, cujas informações devem ser usadas para um plano de atuação tendo em vista o desenvolvimento de seu talento. O levantamento das características individuais de aprendizagem abrange três dimensões: (i) habilidades, traduzidas nos indicadores máximos de desempenho, expressos em notas escolares e/ou no nível de participação em atividades e/ou no grau de interação, resultados obtidos em testes padronizados ou elaborados pelo professor; (ii) áreas de interesse, a “pedra angular” que sustenta suas atividades; e (iii) os estilos educativos, quer seja quanto as técnicas instrucionais com as quais se identifica mais (tutoria, trabalho independente, leituras, discussões,...), ou o ambiente de aprendizagem que estimula sua produção; os estilos de pensamento (legislativo, executivo ou judiciário, citando Sternberg) ou como prefere usar suas habilidades e interesses, e os estilos de expressão, como prefere se expressar (oral, gráfica, dramatização,...). O portfólio

constitui, assim, um veículo que tem se mostrado eficaz e eficiente para o exame das habilidades, interesses e estilos de aprendizagem do aluno, visando à direção de um plano sistemático para identificar e nutrir talentos (Purcell & Renzulli, 1998).

Tomando os contributos de Sternberg na área dos talentos, este autor, na base da teoria triárquica da inteligência (analítica, criativa e prática), formula um modelo pentagonal implícito de excepcionalidade (Zubiria, 2002). Esse modelo considera que a excepcionalidade deve ter um conjunto de cinco características expressas em critérios: excelência (estar acima da média), raridade (atributo diferenciado), produtividade (produções significativas), demonstratividade (capacidade excepcional comprovada) e valor (atributos valorizados culturalmente).

Ao considerar o construto especial "*developing expertise*", Sternberg (2001) o define "*as the ongoing process of the acquisition and consolidation of a set of skills needed for a high level of mastery in one or more domains of life performance*"(p.160). Para este mesmo autor (2000a), *expertise* melhora enormemente a resolução de problemas, podendo ser considerado um processo cujo objetivo é superar obstáculos que atrapalhem o caminho de uma solução e acrescenta: "*Gifted individuals, then, are those who develop expertise at a more rapid rate, or to a higher level, or to a qualitatively different kind of level than do non-gifted individuals*" (2001, p.161).

Embora vários aspectos da *expertise* ainda sejam desconhecidos, algumas características do alto nível de desempenho dessas pessoas já foram identificadas e descritas (Sternberg, 2000a): (i) possuem grandes e ricos esquemas, unidades de conhecimento bem organizadas e altamente interconectados; (ii) predizem, exatamente, a dificuldade e vão da informação dada à implementação de estratégias para descobrir o desconhecido, baseando nas similaridades estruturais entre os problemas; (iii) demonstram alta precisão no alcance de soluções adequadas e quando são impostas restrições de tempo, resolvem os problemas mais rapidamente do que os principiantes; (iv) quando uma nova informação contradiz a representação inicial do problema, mostram flexibilidade em adaptar-se a uma estratégia mais apropriada; (v) monitorizam, cuidadosamente, as próprias estratégias e dentro delas possuem muitas sequências de etapas automatizadas; e (vi) expandem a amplitude de possibilidades, usando a criatividade.

Para Sternberg (2000b), se desejamos compreender as habilidades humanas, não podemos apenas pensar em termos de Quociente Intelectual. Numa reacção à psicometria mais tradicional, este autor postula que, para além do QI, podemos falar numa "Inteligência Exitosa" ou habilidade intencional para adaptar-se a diferentes ambientes, configurá-los e seleccioná-los. Para tanto, seremos forçados a integrar a abordagem prospectiva da

psicometria clássica com a abordagem retrospectiva da psicologia cognitiva no caminho da *expertise*, ou de outra forma estaremos desperdiçando talentos (Sternberg 2000b).

Em síntese, existe um consenso nos estudos anteriores ao considerar que o talento é construído, e nesse processo de construção entram dimensões importantes como a prática, o esforço e a produção, embora analisados com enfoques diferenciados. Gagné enfatiza que os talentos são construídos sobre os pilares da dotação, desenvolvendo-se pela maturação biológica e psicológica, enquanto Gardner destaca os domínios culturais como marcantes no desenvolvimento do potencial biopsicológico. Moon, ao focalizar a atenção no “*personal talent*”, coloca que ele é desenvolvido pela aprendizagem e experiência, acrescentando que o autoconhecimento, a confiança em si e o autoconceito positivo sustentam a motivação e conduzem a níveis superiores de realização. Por sua vez, Renzulli expressa o talento através de comportamentos superdotados, frutos de uma habilidade intelectual acima da média, uma grande motivação pela tarefa a ser realizada e uma alta criatividade. Por último, Sternberg considera o desenvolvimento da *expertise* como um processo de aquisição e consolidação de habilidades com o objetivo de superar obstáculos e expressar um alto nível de desempenho. A *expertise* define-se através de características como a excelência, produtividade, raridade, demonstratividade e valor cultural.

#### **4 . Inteligência, superdotação e talento: Conexões conceituais**

A superdotação, assim como a inteligência, são variáveis internas, avaliadas pelos efeitos no comportamento, sobretudo em nível da aprendizagem e realização. Ambas são construtos psicológicos, inferidos, e baseiam-se em traços ou variáveis latentes, e como tal não podem ser avaliadas diretamente (Feldhussen, 1992; Freeman & Guenther, 2000; Sternberg & Lubart, 1995, 1996). Os primeiros estudos sobre altos níveis de inteligência feitos por Terman e sua equipe (1925) constituem ainda hoje um exemplo clássico interessante da pontuação em testes de inteligência como determinante fundamental de potencial superior. Seu objetivo foi realizar uma investigação longitudinal, tendo como suporte um grupo selecionado de sujeitos em função de seu nível superior de inteligência (QI igual ou superior a 130), com base na escala de Stanford-Binet. Ainda hoje os resultados dessa pesquisa longitudinal são apontados para descrever quem são os superdotados e como decorrem os seus projetos de vida na idade adulta.

Por outro lado, o talento tem sido considerado uma habilidade desenvolvida, uma capacidade biológica, que requer prática, não como uma categoria natural, mas como uma construção social alicerçada

em três pilares: (i) traços individuais, que são, parcialmente, herdados e, parcialmente, desenvolvidos com a estimulação; (ii) domínios culturais, referentes a sistemas de regras que definem certos domínios de desempenhos como significativos e valorizados; e (iii) campo social, pessoas ou instituições que decidem se os desempenhos são considerados de valor ou não (Csikszentmihalyi et al., 1995). Bárbara Clark conceitua talento como “*an aptitude for a specific area or areas of ability, academic or artistic, that, if given appropriate opportunities for development, may realize their giftedness*” (2007, p.57) e, para Gagné (2008), talento é a mestria notável de competências, sistematicamente, desenvolvidas (habilidades e conhecimentos) em, pelo menos, um campo de atividade humana. Esse nível superior de mestria deve situar-se a um grau que coloque o indivíduo entre os 10% superiores, relacionados aos pares que estão (ou já estiveram) ativos naquele campo.

Investigadores na área de inteligência e superdotação (Clark, 2007; Gagné, 2007; Howe, 1990; Treffert, 1989) vêm demonstrando que determinados atributos, captados pelo desempenho observável, são sinais para se inferir a existência de um potencial superior, assumido como uma aptidão natural ou de origem genética. Se ter aptidão é ter possibilidade, o talento seria a expressão fenotípica dessa possibilidade pela capacidade de operar, em um alto nível de habilidade e conhecimento, e independente do QI, num determinado domínio de realização. Sob esta ótica, o talento não surge em um vazio interior (Landau, 1990), mas se manifesta no campo específico de interesse da pessoa, a partir da inteligência e da superdotação.

Que fatores fazem a diferença entre aqueles que apresentam excelência e aqueles que permanecem na média? Gagné (2004) destacou seis fatores, tanto genéticos como ambientais; para Shore e Kanevsky (1993), são fatores de cognição dominantes, entre os quais menciona a memória operacional seletiva, o uso efetivo do conhecimento organizado com o máximo de eficiência, a metacognição, a velocidade mental rápida e precisa, a flexibilidade com ênfase no pensamento divergente e a preferência por desafios complexos; por último, Tannenbaum (1997) destaca, como elementos cognitivos, a flexibilidade e o intelecto geral superior, enquanto para Jausovec (1993), a questão central será: “*Is it possible to explain unobservable thinking process (operations) by means of observable responses (products) and observable stimuli situations (contents)?*” (p. 47). Os estudos de Jausovec sobre flexibilidade e metacognição, comparando o desempenho de estudantes superdotados com um grupo normal, concluíram que os primeiros se destacaram por respostas menos rígidas e superioridade na seleção de estratégias.

Segundo Bárbara Clark (1998, 2001), a superdotação é um conceito de fundo biológico que serve como definição para alto nível de inteligência e indica um desenvolvimento acelerado e avançado das funções do cérebro, incluindo a percepção física, emoções, cognição e intuição. Desenvolvimento que pode ser expresso por meio de altas habilidades, tais como as inerentes à cognição, à criatividade, à liderança e ao desempenho artístico, dentre outros. A canalização de tais altas habilidades para a realização traduz-se, então, em talentos. Para esta pesquisadora, alunos talentosos se mostram bons pensadores, com profundo interesse pelo próprio rendimento, gostam de analisar e questionar o que lhes ensinam, examinar as novas informações, vão do concreto ao abstrato, diferenciando-se daqueles que não o são, mais pela forma como usam as suas habilidades cognitivas do que propriamente pelas habilidades que possuem.

Em se tratando de inteligência, Sternberg (1991, 1997), com base em sua teoria triárquica, apresenta três habilidades cognitivas que se destacam na superdotação intelectual: (i) ver o problema sob um novo ângulo (habilidade sintética); (ii) reconhecer, dentre as próprias idéias, aquelas que são melhores para investir e compreender suas partes (habilidade analítica); e (iii) ser capaz de persuadir outras pessoas sobre o valor de suas próprias idéias (habilidade prática). Para o autor, a excelência seria uma boa combinação entre esses tipos de habilidades, aliada aos estilos intelectuais: legislativo (gosta de formular problemas, criar novas regras e maneiras de se ver as coisas), executivo (tem prazer em implementar idéias) e judiciário (gosta de emitir opiniões e avaliar tarefas e regras).

Em suas investigações, o pesquisador postula que as pessoas altamente inteligentes conhecem suas próprias forças e compensam ou atenuam suas fraquezas; não se limitam a ter aptidões, mas refletem quando e como as utilizar eficazmente. O modelo WICS (*Wisdom, Intelligence, Creativity, Synthesized*) é uma possível base comum para identificar pessoas superdotadas (Sternberg, 2003). O desempenho superior seria a síntese de sabedoria, inteligência e criatividade, ou seja, a sabedoria emanada da teoria do equilíbrio de interesses, intra e interpessoais, para se chegar à adaptação, configuração e seleção de ambientes; a inteligência como a capacidade de alcançar metas em um contexto sociocultural, maximizando pontos fortes, a fim de compensar as debilidades; e a criatividade como decisão e atitude, o desejo de superar obstáculos e de assumir riscos. Seria a combinação das habilidades analíticas (examinar um problema e entender as partes), sintéticas (intuição, adaptação, criatividade) e práticas (conjunto das habilidades analíticas e sintéticas).

Para Anderson e Davis (2001), que centram suas investigações em teorias que admitem a inteligência geral, em algum sentido, consideramos três dimensões como causas possíveis para explicar as diferenças individuais em termos cognitivos: a velocidade de processamento da informação, a capacidade de processamento e a interferência ou inibição do processamento. Para os estudiosos dessa área, um caminho desafiador aponta para a importância de concentrar investigações sobre a integração dos três parâmetros, pois parece evidente que não são completamente independentes entre si. Por exemplo, o aumento da velocidade ou a inibição pode dar como resultado a metacognição mais eficiente. A ação individual está associada à forma pela qual é processada a informação e aos processos utilizados para codificar, armazenar e recuperar dados; os estudos sobre as diferenças na velocidade de processamento entre crianças têm apontado para características específicas dos talentosos marcadas pelas associações e deduções mais rápidas.

A análise dos diferentes estudos sobre inteligência e superdotação, de autores reconhecidos nesses domínios nos permite identificar a flexibilidade, a metacognição e a velocidade mental como características cognitivas da superdotação, associada ao alto nível de inteligência. Pode-se ainda identificar, como elementos centrais desses construtos, a capacidade de estabelecer relações entre idéias, a capacidade de criar novas idéias e a apreensão da informação (ou seja, os processos básicos propostos por Spearman para definir o factor g). Acrescente-se ainda que, segundo Colom (1995), não existe nenhuma dúvida de que os testes de QI exploram, pelo menos, algumas capacidades que constituem uma parte importante da cognição humana.

Desde as investigações de Guilford, a inteligência passou a ser vista como um conjunto diversificado de habilidades intelectuais e criativas, e, conseqüentemente, o conceito de superdotação se ampliou, passando a incluir nele a criatividade e seus componentes, como o pensamento divergente. Diversos autores (Alonso & Benito, 2004 a; Fe1dhunsen, 1992; Gagné, 1995; Landau, 1990; Sternberg 1991; Winner, 1998) , numa visão pluridimensional, referem-se ao superdotado destacando não só uma inteligência muito superior à média e diferenças cognitivas tanto em nível qualitativo como quantitativo, como também a capacidade criativa ou a motivação intrínseca, dentre outros.

Em síntese, com base nos diferentes estudos, insta considerar as assertivas: (i) inteligência e superdotação (alto nível de inteligência) são construtos, ou seja, conceitos que não podem ser diretamente observados, mas que podem ser usados como uma representação mental, enquanto que podemos entender o talento como a concretização da superdotação

através de comportamentos altamente inteligentes, acima da média comparável; (ii) a superdotação é um potencial superior que se concretiza nas produções inovadoras e as pessoas que manifestam esse potencial são denominadas superdotadas; (iii) a inteligência e, por consequência, a superdotação têm uma composição genética (*nature*), e se desenvolvem com a contribuição do ambiente (*nurture*); (iv) o desenvolvimento dessa dotação é o resultado de um processo interativo que envolve além dos desafios do ambiente estimulador, a força do ego ou motivação intrínseca e a prática intensiva que fazem desabrochar e sustentar ao longo do tempo os talentos; e (v) a superdotação, alto nível de inteligência, não é unidimensional, pois são agregadas a ela outras dimensões, entre as quais salientamos a criatividade e a motivação intrínseca.

## **5. Avaliação e Identificação da Superdotação**

Durante o início do século XX, começando com o trabalho marcante de Terman, predominou na psicologia (Almeida, 1994) uma visão reducionista na definição e avaliação das habilidades cognitivas. Tal visão passava por uma centralização demasiada na identificação de inteligência como raciocínio lógico-abstrato ou, então, um conjunto de habilidades de índole verbal e numérica, por sua vez fortemente relacionado com as aprendizagens escolares. Progressivamente essa visão do construto se foi alargando. Por outro lado, também houve mudanças em nível da avaliação. Progressivamente avaliar nessa área deixou de significar somente diagnosticar atributos ou identificar pessoas, antes passou a incluir a identificação de formas de intervenção, respeitando o princípio da individualização do atendimento, de acordo com os interesses e as necessidades de cada aluno. É fundamental que se façam presentes na avaliação na área da superdotação: (i) a definição dos construtos de base em que incide a identificação; (ii) os meios/instrumentos para realizar essa avaliação; e (iii) as propostas de intervenção pedagógica (Hagen, 1980; Pereira, 1998).

O compromisso socioeducativo com o bem-estar psicológico das crianças e jovens começa, como demonstram estudos e investigações, com a avaliação das suas potencialidades. Esse princípio nem sempre está assegurado. Por vezes, ocorre que os padrões culturais, influenciando logicamente o sistema educativo, mantêm a idéia das diferenças individuais como algo não-positivo, às vezes até negativo. Nomeadamente, no caso da excelência, são frequentes os preconceitos de elite social decorrentes da

superdotação sinalizada e existe também o mito de que as crianças/jovens talentosos devem ter um desempenho excepcional em todas as áreas de conhecimento, notas elevadas... e, como nem sempre tais fatos se concretizam, passam a ser consideradas problemáticas, pouco esforçadas e não-dotadas em qualquer área. A situação agrava-se por falta de apoio direcionado às necessidades do aluno, podendo este ser colocado em situação de risco. Tais alunos, para cederem à forte pressão de tal situação educativa, às vezes se comportam recorrendo a um “falso-self” para serem aceitos no seu grupo ou turma, e assim não correm o risco de se isolarem socialmente. Com esquemas cognitivos diferentes, “chocam” com o ensino dito tradicional, no qual o pensamento divergente e o tratamento não-sequencial da informação carecem de espaço (Pereira, 2006).

Estas situações apontam para a importância da identificação precoce dos sinais de superdotação, bem como das situações de risco associadas. Objetivo ou intenção são um ponto inicial interessante para o processo de avaliação da superdotação, enquanto a avaliação não é para atestar que se é ou não é, antes orienta para uma posterior identificação das oportunidades socioeducativas que devem ser oferecidas àquele aluno em concreto, aliás a todo o tipo de aluno.

A identificação é uma etapa da avaliação de crianças e jovens superdotados, destacada como um processo por Almeida e Pereira (2000), e não como uma decisão limitada a um dado momento ou espaço. Os autores salientam a necessidade da superdotação ser entendida como um processo contínuo e multi-etápico. Assim, certos cuidados devem se fazer presentes, como incluir o máximo possível de informação (multi-método), contemplando não apenas as dimensões cognitivo-acadêmicas do sujeito (multi-dimensional), mas também ser efetuada ao longo de diferentes momentos e contextos (multi-temporal e multi-contextual), além de multi-referencial, recorrendo a diferentes agentes e informadores-chave para a sua concretização (coleta de informação). Se avaliamos para intervir, o processo só estará concluído com propostas de intervenção e de desenvolvimento ajustadas às aptidões e demais características pessoais avaliadas (Almeida et al., 1999).

Um ponto comum entre os estudiosos da avaliação é que esta deve ser coerente e consistente com os objetivos aos quais se destina, podendo-se evidenciar duas orientações práticas ao se tratar de avaliação da superdotação (Guenther, 2006 a): (i) os testes, medidas estandarizadas apoiadas em um ponto fixo de demarcação, indicando um limite determinado de produção, que deve ser alcançado, para que se identifique um talento; e (ii) a observação direta, baseada na sequência de acontecimentos naturais do dia-a-dia, de forma

contínua e cuidadosa, atenta nas diversas situações de ação e produção, nas quais as crianças e jovens estariam envolvidos.

### *5.1 - Meios ou instrumentos de identificação*

A avaliação das crianças e jovens, na expectativa de identificação de sinais precursores de superdotação, deve-se situar no quadro de uma avaliação para fins de atendimento às suas necessidades educativas especiais, como se afirmou. Por isso, estando a superdotação associada logicamente a processos cognitivos, importa clarificar os processos e identificar os melhores instrumentos disponíveis na prática para a sua avaliação. Sabe-se que são processos de aquisição, retenção e evocação de conhecimentos, são ainda processos de entendimento das situações, relacionamento e aplicação de relações nos problemas e tarefas do quotidiano. Como tal, podemos recorrer a testes que têm a grande vantagem de serem instrumentos estandardizados, assim como, a tarefas retiradas do quotidiano e que o sujeito, usualmente, está habituado a realizar.

A psicometria clássica começou elaborando instrumentos de medida, quando os estudos da inteligência se iniciaram, de modo que não se sabia bem o que era medido e depois evoluiu, com a psicometria contemporânea, para formulações teoricamente mais sofisticadas (Primi, 2003). Sabe-se que a análise fatorial, cujo propósito é identificar construtos cognitivos comuns à realização de subgrupos de testes que presumidamente avaliam uma mesma capacidade, sustenta as teorias na área da inteligência e da avaliação. Insta afirmar que a definição e a avaliação se baseiam nas diferenças individuais que são reveladas nos muitos testes criados para avaliar os processos cognitivos. *"Como se deseja descobrir quais são as capacidades que compõem a inteligência percorre-se o caminho inverso, isto é, aplica-se uma bateria de testes cobrindo uma diversidade de capacidades intelectuais, emprega-se a análise fatorial para descobrir os agrupamentos de testes e por fim, analisa-se estes grupos entendendo quais são as capacidades comuns envolvidas na resolução dos testes dentro deles"* (Primi, 2003, p.68). Na investigação psicométrica, segundo Thompson e Toga (2005), a análise fatorial torna possível extrair de uma série de testes, uma medida de desempenho cognitivo independente do conteúdo e de outras especificidades dos mesmos (construtos teóricos).

Os chamados testes de QI ganharam e detêm grande importância na avaliação da inteligência. São testes apresentados em diferentes formas e conteúdos, recorrendo a

analogias, séries ou compreensão de situações, e avaliando capacidades visuo-espaciais, raciocínios, linguagem e cálculo. Os subtestes das baterias de QI são heterogêneos nas funções cognitivas avaliadas, podendo avaliar, por exemplo, as capacidades de inferir, identificar semelhanças e diferenças em padrões geométricos ou verbais, e processar informações complexas com rapidez e eficiência. Para os autores destas baterias, *"as pessoas diferem substancialmente na realização nestes testes, mas aquelas que têm bons resultados nuns testes, tendem a ter nos outros. As elevadas correlações entre os resultados em testes de relações espaciais, lógica, vocabulário, completar figuras e até tempo de reação conferem suporte à noção de que poderia haver uma habilidade transversal que estaria na base da capacidade intelectual mais do que várias habilidades distintas e diferentes"* (Thompson & Toga, 2005, p. 5).

Dentre as baterias disponíveis, mencionamos a Escala de Inteligência de Weschler para Crianças — WISC-III (Weschler, 1991), utilizada no nosso estudo empírico. A par dos índices globais de QI, Primi (2003) menciona que os seus subtestes se agrupam por fatores cognitivos mais específicos. Assim, Informação, Semelhanças, Vocabulário e Compreensão são subtestes para medir fatores específicos de inteligência cristalizada; o subteste Aritmética mede o fator Conhecimento Quantitativo, enquanto Dígitos mede a memória a curto prazo; os subtestes Completar Figuras, Arranjo de Figuras, Cubos e Armar Objetos medem o processamento visual; finalmente, os subtestes de Código e Procura de Símbolos são medidas de Velocidade de Processamento. Em sua opinião, o QI total da WISC-III reflete principalmente três fatores amplos: inteligência cristalizada (Gc), processamento visual (Gv) e velocidade de processamento (Gs). No mesmo sentido de crítica, Flanagan, McGrew e Ortiz (2000) referem que a WISC-III deixa de avaliar fatores importantes como a inteligência fluida, o armazenamento e recuperação da memória de longo prazo, além do processamento auditivo. Segundo eles, a escala possui um número elevado de subtestes para avaliar o processamento visual e a inteligência cristalizada, sendo questionável o fator de resistência à distração, enquanto fator cognitivo.

De qualquer modo, a WISC-III mantém-se como um dos testes mais usados em todo o mundo para a avaliação da capacidade intelectual de crianças e adolescentes. Esse dado não esconde nenhuma controvérsia reinante em torno da avaliação da inteligência através dos testes de inteligência, que não apenas a WISC. O quociente de inteligência, avaliado nos testes psicométricos tem sido objeto de muita confusão. Desde logo, o QI é uma medida quantitativa, resultado de uma escala numérica padronizada, importando complementar com

outra informação dita mais qualitativa.

Satler (1992), em estudo pormenorizado sobre o uso dos testes de QI, sistematizou diferentes aspectos que foram agrupados em favoráveis e limitativos. Quanto a pontos positivos dos testes, a autora cita: (i) mais do que qualquer outra variável, o QI tem um conjunto vasto de correlatos que são preditivos do sucesso numa larga variedade de situações humanas; (ii) a avaliação da inteligência é niveladora por excelência, impedindo que as classes se transformem em castas e pode revelar talentos insuspeitos em muitos indivíduos e melhorar as oportunidades educativas; (iii) os testes de inteligência fornecem perfil dos pontos fortes e fracos, sendo meios estandardizados de comparar o desempenho de um sujeito com o de outros sujeitos, observados nas mesmas situações, representadas pelos itens dos testes; (iv) o QI pode ser entendido como uma medida da capacidade do sujeito para competir na nossa sociedade, com implicações de natureza econômica e social; (v) os QIs são ótimos preditores do êxito escolar; e (vi) os testes de inteligência avaliam as diferenças interindividuais e dão indicações úteis sobre as diferenças culturais e biológicas, podendo ser considerados instrumentos valiosos na identificação de crianças com habilidades cognitivas extremadas e, como tal, para a sua sinalização para programas educativos apropriados.

Por outro lado, a pesquisadora levantou como aspectos limitativos dos testes de QI: (i) os testes de inteligência limitam a nossa compreensão sobre a inteligência e representam somente uma amostragem de um número restrito de condições sob as quais o comportamento inteligente se manifesta; (ii) os resultados dos testes de QI, por vezes, são usados para separar as crianças em categorias estereotipadas, limitando, assim, a sua liberdade de escolher as áreas de estudo; (iii) o conhecimento de seu próprio QI pode confinar o nível de aspiração das crianças, afetar o seu auto-conceito e os resultados são abusivamente tomados como medidas de capacidade inata; (iv) o QI, só por si, não faz justiça à natureza multidimensional da inteligência; (v) os QIs têm uma capacidade limitada para predizer o êxito profissional e a atividade intelectual fora do contexto escolar; e (vi) os testes não captam os processos subjacentes às respostas das crianças, podendo estar culturalmente enviesados contra as minorias étnicas, pois as respostas não convencionais acabam por ser penalizadas em termos de pontuação atingida nos testes.

No final da década de 70, Kaufman argumenta que os testes de inteligência podem fornecer informações válidas, contudo, enquanto instrumentos de trabalho, dependem diretamente da habilidade dos especialistas que os aplicam e analisam. Assim, *"the assessment of intelligence via the conventional IQ test has tremendous potential for great use and great abuse"* (Kaufman & Kaufman, 2003, p. 465). De qualquer modo, são vários os

estudiosos que defendem as limitações dos testes psicométricos, por exemplo, como instrumentos de identificação da superdotação (Gagné, 1994; Gardner, 1995; Renzulli, 1978; Sternberg, 1991). De uma maneira geral, estes autores destacam que certas funções psicológicas importantes, como motoras, artísticas e musicais não são, normalmente, avaliadas nos testes de inteligência mais disponíveis. Outros, como Anastacia e Urbina, (2000), consideram os testes de QI como um reflexo da realização educacional, limitando, seriamente, a suposta “inteligência” avaliada e explicando porque acabam por ser um bom preditor do desempenho educacional subsequente.

Em alternativa aos testes psicológicos standardizados, e também passíveis de serem usados na identificação de sinais de superdotação, podemos apelar para instrumentos de observação direta. A observação ocorre como um processo natural, contínuo e sistemático, juntando à sinalização e avaliação do desempenho também uma importante função de compreensão do sujeito. Guenther (2006b), recorrendo à sua prática de 15 anos no Centro para o Desenvolvimento do Potencial e do Talento (Lavras/MG, Brasil), destaca como grande vantagem da observação informal a sua capacidade de auto-correção. No fundo, as impressões que acontecerem por conjunturas aleatórias e que poderiam gerar erros de observação, tendem a ser corrigidas quando observadas sob nova ótica ou até podem ser eliminadas. Por ser auto-corretiva, a observação sistematizada exige espaços de tempo razoavelmente longos e recorrem normalmente a situações também diversas. Claro que, também aqui, são fundamentais as competências técnicas dos instrumentos usados e dos observadores envolvidos.

Por outro lado, a pesquisadora lembra que não se pode ignorar os riscos desse instrumento de estudo, como o julgamento precoce, a rotulação e a interpretação de fatos isolados em termos de carácter ou traços pessoais. Outro risco é o observador deixar que seu quadro referencial pessoal e a sua visão de mundo se reflitam no que está tentando perceber e observar no aluno, como também deixar que o “efeito do halo” contamine sua observação ao examinar uma situação nova, relacionando-a com outra já existente (por exemplo, criança de “classe pobre” é assim, aluno superdotado é perguntador e agitado, etc.). Assim sendo, alguns cuidados são necessários no uso dos instrumentos inerentes à observação informal: objetividade, clareza, simplicidade, continuidade, sistematização, ordenação e verificação da validade, comparando e completando seus dados com observação de outras pessoas que também convivem com aquela criança ou jovem. Para auxiliar o processo de observação, Guenther (2006a) propõe uma lista de indicadores para orientar o professor na identificação dos sinais de superdotação em quatro domínios: (i) inteligência; (ii) criatividade; (iii)

capacidade socioafetiva; e (iv) habilidades sensório-motoras. Outras escalas de observação estão igualmente disponíveis. Por exemplo, a Escala de Avaliação das Características Comportamentais dos Alunos com Habilidades Superiores (SCRBSS) de Renzulli aparece bastante referenciada na literatura, permitindo ao professor avaliar os seus alunos nas áreas de criatividade, liderança, motivação, aprendizagem, artes cênicas e plásticas, música, planejamento e comunicação.

## *5.2 – Intervenção: Desenvolvimento do talento*

Os estudos em torno dos fatores pessoais e contextuais associados à excelência fazem-nos pensar nas dimensões a considerar nos programas de estímulo ao talento. Nas populações estudantis, os autores enfatizam a autorregulação e a metacognição como áreas da aprendizagem e da cognição que mais favorecem o desempenho claramente superior dos alunos. Com efeito, estudos empíricos na área da metacognição apontam que o maior desenvolvimento das habilidades metacognitivas conduzem a melhor desempenho, uma vez que a capacidade dos indivíduos de monitorar e regular os próprios processos cognitivos conduzem a estratégias específicas (Flavell et al., 1999). O desenvolvimento de uma “consciência metacognitiva” tem se mostrado eficaz no trabalho com alunos talentosos com o objetivo de: (i) levá-los a conhecer-se para identificar seus interesses e limitações; (ii) orientá-los na autorregulação para usar normas e regras no processo produtivo; e (iii) ajudá-los a construir e a seguir um determinado plano de ação.

Outro aspecto nas medidas de estímulo ao talento passa pela diversidade de formatos das atividades a realizar. O atendimento para desenvolvimento do talento de alunos com sinais de superdotação tem sido proposto dentro de diversas alternativas, tais como: (i) atividades curriculares organizadas na própria escola – são realizadas com a intenção de ocupar os alunos mais capazes por meio de cursos de arte, clubes de ciências ou de esporte, por vezes recorrendo à monitoria de colegas mais velhos e adultos, importando que tais atividades decorram mais do interesse do aluno do que daquilo que a escola está capaz de oferecer; (ii) sala de recursos – esta estratégia foi, inicialmente, desenvolvida para atender alunos com deficiência, cuja aprendizagem exigia material didático específico. Pelo que se sabe, para desenvolver talentos não são requeridos “recursos materiais” específicos, em uma sala especial, pois os recursos pedagógicos usados por eles são necessários aos outros alunos da escola. O objetivo dessa sala seria oportunizar a convivência entre os pares, orientados por

um professor / facilitador capacitado para catalisar todos os recursos materiais e humanos, existentes na escola ou fora dela, e sobre essa base atender cada criança de acordo com seus interesses e potenciais; (iii) Modelo de Enriquecimento Curricular (*SEM*) - trata-se de um plano destinado a identificar altos níveis de potencial nas habilidades, interesses e estilos de aprendizagem dos alunos para, de seguida, serem orientadas medidas concretas de estímulo ao desenvolvimento de tais potencialidades. Compõe-se de três tipos de atividades: experiências exploratórias gerais, aprendizagem do conteúdo e metodologias, desenvolvimento de projetos (Renzulli & Fleith, 2002); e (iv) iniciativas de associações e universidades, oferecendo programas de alto nível a alunos talentosos, por exemplo, nos fins de semana ou nos períodos de férias, geralmente, após a constatação da falta de desafios e de estímulos para esse grupo de alunos no ambiente educacional regular (Gallagher, 2002).

Uma das experiências de intervenção que gostaríamos de mencionar neste apartado é a forma de estímulo ao talento por parte do Centro para o Desenvolvimento do Potencial e Talento (*CEDET*), inicialmente, da cidade de Lavras (MG, Brasil), mas agora espalhado a outras cidades e estados brasileiros. De forma breve, trata-se de um espaço de índole comunitário de apoio, complementação e suplementação educacional ao aluno com altas habilidades, matriculado em escolas públicas ou particulares. Em termos de objetivos, o programa visa a desenvolver o autoconceito, estimular a excelência na área de talento, cultivar a sensibilidade e o respeito aos outros. Suas ações voltam-se para a identificação e recrutamento dos alunos, recorrendo-se a múltiplos instrumentos de sinalização e identificação. Assim, privilegia-se a observação direta dos professores, havendo lugar também para a reavaliação pelas equipes técnicas da escola e do CEDET (Guenther, 2006a, 2007), e, ainda, a participação dos pais.

Como se pode facilmente antecipar, o processo de desenvolver talentos envolve interações múltiplas, constituindo-se numa busca sistemática pelos talentosos potenciais que, uma vez identificados, seguem um programa estruturado de atividades que tem como meta a excelência e se estrutura por um período significativo de tempo (Gagné, 2008). Hollingworth (in Alencar, 2002) observou que alunos, excepcionalmente, inteligentes (QI igual ou acima de 130), quando tinham oportunidade de passar a interagir com seus pares, apresentavam mudanças expressivas em seu comportamento e na sua realização. Assim, por exemplo, passavam a dar contribuições significativas nas atividades em grupo, envolviam-se com questões éticas e filosóficas, e se sentiam mais seguros e socializados. Na prática socioeducativa, essas medidas de apoio devem traduzir-se na implementação de estratégias

que busquem um desenvolvimento equilibrado do aluno no seu todo como pessoa, nas quais as atividades conduzam a um progresso e investimento pessoal permanente e nas quais os próprios educadores e técnicos reconheçam a necessidade e o valor de possuírem uma base teórica sólida para a intervenção.

Pode-se apontar que a avaliação das características pessoais e dos processos cognitivos inerentes à superdotação, como a sua avaliação psicológica em geral, tem sido considerada complexa por vários motivos (Almeida & Melo, 2007): (i) problemas inerentes à definição e natureza do próprio conceito; (ii) escassez e fraca validade de instrumentos de avaliação psicológica, específicos para a situação concreta; e (iii) fenômeno multifacetado e objeto de controvérsia no seio dos investigadores e dos profissionais.

Uma das dificuldades que se destaca é a escassez de instrumentos atualizados dentro de cada contexto, e ainda subsistem os testes clássicos e pouco esforço tem sido colocado na criação de testes complementares ou alternativos (Sternberg & Kaufman, 1996), como também profissionais da educação pouco preparados para atender alunos com esse tipo de diversidade individual (Almeida & Melo, 2007). Nos dias atuais, tem sido destacada a importância da neuropsicologia na busca para identificar quais são as funções neuropsicológicas que estão envolvidas nos processos cerebrais mais complexos. Aliás, a avaliação neuropsicológica deixa a preocupação inicial com identificação e localização de lesões cerebrais, para avaliar as funções cognitivas através dos usuais testes psicométricos, mas com uma outra leitura, analisando as relações entre as funções, tanto inferiores como superiores, com os registros cerebrais (Andrade et al., 2004).

Os estudos e pesquisas mais atuais nos permitem concluir que se trata de sair da visão psicométrica do século XIX. A idéia central é que, o que está sendo avaliado, é todo o processo e não apenas o resultado final ou produto que se consegue atingir. Por outro lado, no quadro de uma visão cada vez mais interdisciplinar, importa buscar nos diversos campos de conhecimento formas complementares que, no seu conjunto, acabam por se constituírem na melhor alternativa. No fundo, é necessário, *“pugnar por formas mais eficientes e precisas de reconhecer as crianças e jovens com capacidade superior, dissipando alguns mitos existentes em torno de superdotação”* (Tourón & Reyero, 2005).

## 6. Síntese

O paralelismo entre o desenvolvimento dos modelos de inteligência e as diferentes concepções de superdotação é facilmente identificável, como também o fato da inteligência interatuar com outros processos psicológicos da personalidade no seu todo, mas se diferenciando dos mesmos. As primeiras definições de superdotação tinham, por base, a concepção de inteligência superior, conjugada a altos escores nos testes psicométricos. Binet e Terman se destacaram pelas valiosas contribuições por parte da psicomетria clássica, tendo sido este o primeiro a relacionar as habilidades superiores da superdotação com as altas pontuações nos testes de QI.

Saindo da abordagem psicométrica, as novas concepções de inteligência geraram mudanças na conceituação de superdotação que passaram a incorporar outros componentes como, por exemplo, a criatividade, a motivação, o autoconceito positivo, sustentando a aproximação da capacidade superior com a combinação de produção convergente e divergente. Os modelos estruturais de inteligência se distinguem pelo reconhecimento, ou não, de um fator geral de inteligência, como também pela presença, ou não, de uma organização hierárquica das habilidades, atualmente mais consensual e comprovada empiricamente. A multiplicidade de funções e habilidades cognitivas na definição de inteligência abriu portas também para uma conceituação multidimensional da superdotação.

Nas posições teóricas mais recentes, a superdotação, enquanto dotação e se expressando fenotipicamente em diversos tipos de talentos, tem sido considerada como ultrapassando a área de uma inteligência lógico-abstrata, mesmo que essa concepção de inteligência geral se mantenha ainda relevante, na psicologia (Almeida, 1904). Não sendo possível falarmos em superdotação sem incluir as variáveis cognitivas, podemos aceitar a sua expressão em áreas diversas da realização humana, traduzindo a confluência também de índole experiencial, motivacional e social.

Por sua vez, ao longo deste capítulo, destacamos que os enfoques ao nível da expressão do talento, convergem ao considerá-lo fruto de um programa sistemático de formação e prática, desenvolvido a partir da dotação. Alguns estudiosos, como o psicólogo Anders Ericsson, da Universidade da Flórida, sustentam ser o talento uma questão de treinamento intensivo, sem qualidades inatas, cujo ingrediente-chave é a persistência em querer aumentar o desempenho (Restak, 2004). No entanto, a maioria dos autores valorizam, a par da persistência ou motivação, capacidades gerais inatas ou básicas à aprendizagem e à realização superiores.

Falando de avaliação, tendo em vista a identificação da superdotação e talentos, importa diversificar os métodos e instrumentos usados. A complementaridade é fundamental, considerando medidas psicológicas e neurológicas, considerando os testes formais clássicos de inteligência e as escalas de observação direta. Com este propósito, podemos aceitar que estamos, ainda, na infância das investigações sobre superdotação e talento, onde conceitos como “emergência” e “ativação epigenética” são recentes e, logicamente, bastante discutidos nos meios científicos (Simonton, 2005). Traços resultantes da combinação de múltiplas interações genéticas poderão descrever as diferenças humanas que, mais facilmente conseguimos sentir que definir, avaliar e explicar.

A terminar, em síntese pessoal, parece-nos defensável que inteligência e superdotação estão juntas nas expressões de talento, mesmo que não-suficientes. A manifestação e estabilidade de um talento e execução superior requerem também ambientes favorecidos e aprendizagens ou treino eficientes. O desenvolvimento do potencial não se consegue em meios adversos. Assumidas a superdotação e a expressão dos talentos como processo e não apenas como resultado, insta cuidar de formas dinâmicas para a respectiva avaliação e atendimento educacional.

## **Capitulo 2**



## Capítulo 2

### Superdotação: Contributos da abordagem neurofisiológica

*“His body has gone to his brain”*  
(Dorothy Parker)

#### Introdução

Compreender a estrutura e o funcionamento do cérebro é compreender-nos a nós mesmos. Engenhosamente criado, altamente “girificado” com tantas circunvoluções, solução da natureza para um problema de engenharia mecânica, o cérebro vem fascinando o campo científico de um modo geral (Andreasen, 2003). A Europa do século XIX era o fermento da indagação especulativa e experimental, relativamente, à questão cérebro/mente. A psicologia, para Hobson (1996), teve um papel importante na fermentação de idéias e estudos, dando origem a três linhas de trabalho: a psicologia experimental, a psicanálise e a neurobiologia.

A primeira atenção científica para o estudo da inteligência humana iniciou-se no século XIX com a estranha idéia de que a medição dos crânios revelaria alguma coisa do intelecto; a idéia era de que quanto maior o crânio, maior o cérebro e mais alta a inteligência. Da craniometria nasceu a frenologia: as dobras do cérebro eram associadas às propriedades intelectuais e nascia a suposição de que o cérebro teria alguma relação com inteligência e funções específicas.

No final do século XX, a “década do cérebro” – 1990/2000 – foi marcada 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.

O século XXI desponta com investigações significativas e avanços notáveis, sendo chamado nos meios científicos como “século cerebral”. Um estudo que se destaca é o projeto “Atlas do Cérebro”, estimado em, aproximadamente, cem milhões de dólares, um esforço científico que vem sendo apontado como um dos pilares da neurociência deste século. Este projeto pretende estabelecer um mapa tridimensional do cérebro, estendendo-se ao nível molecular, a partir de amostras de cérebro de camundongo, o qual possui muitas estruturas

cerebrais em comum com o ser humano. Outro projeto que abriu as portas para avanços significativos neste início do século XXI foi o Projeto Genoma Humano, “*an incomparable tool for the investigation of every aspect of human function*” (Wally Gilbert, in James Watson, 2004, p. 169), um esforço mundial que congrega em torno de dezoito países para que possamos ter um conhecimento de nós mesmos a nível molecular.

Abordaremos neste capítulo o cérebro, órgão supremo do sistema nervoso central, de uma forma mais restrita, intimamente relacionado à cognição, especificando características de sua composição celular, destacando no prosencéfalo o córtex cerebral, os dois hemisférios, os lobos e o hipocampo, importante por sua ligação com a aprendizagem e memória. Sem dúvida, trata-se de um órgão imensamente complexo, com estrutura e função ainda pouco compreendidas, com pesquisas atuais alimentadas num tema central – se o cérebro funciona como um todo ou se parte dele trabalha independentemente, constituindo a mente (Gazzaniga et al., 2006).

Seguindo a essas considerações organizacionais, o foco passa a ser como a informação, se desloca através do sistema nervoso até o nível celular, enfatizando a fisiologia da eletrogênese cerebral, bem como a flexibilidade e plasticidade cerebral. Uma atenção especial será dada às investigações sobre as bases biológicas da inteligência que se fundamentam no fato de a atividade cerebral ser um reflexo do seu metabolismo bioquímico neural e da atividade eletrofisiológica nos transmissores neurais da informação. Outro ponto a ser considerado são as descobertas sobre a grande maleabilidade do cérebro humano, capaz de desenvolver novas conexões, quando estimulado, reforçando a importância da educação e de toda a estimulação ambiental.

Progressivamente, uma visão dinâmica vem se impondo, segundo a qual outros fatores, como a idade, nível educacional ou grau de desempenho, passam a ser considerados decisivos na determinação dos padrões de atividade encefálica relacionados às diferentes funções cognitivas. Segundo Kandel (2000), para a maioria dos neurobiologistas, todo comportamento, do mais simples ao mais elaborado e, como corolário, seus distúrbios, é um reflexo da função cerebral. Assim, uma grande tarefa das ciências neurais é explicar como o cérebro organiza suas células para controlar o comportamento, e como, por sua vez, o funcionamento das células de cada indivíduo é influenciado pelo comportamento de outra pessoa, bem como por uma grande quantidade de fatores ambientais.

Outro aspecto importante que será considerado neste capítulo é o advento de avançadas tecnologias de neuro-imagem dinâmica, como a Tomografia por Emissão de Pósitrons (TEP), a Ressonância Magnética Funcional (RMf) e a Eletroencefalografia

Quantitativa (EEGQ), entre outras, as quais vêm contribuindo, significativamente, para abalar a antiga visão de um sistema nervoso central estático e sem plasticidade. As imagens da morfologia e do funcionamento cerebral vêm contribuindo para investigar a atividade neural do cérebro cujos instrumentos podem ser agrupados de acordo com os sinais captados, se elétricos ou se metabólicos.

A pesquisa cognitiva, no âmbito das ciências neurológicas, tem beneficiado com a revolução ocorrida nas modernas técnicas de imagem, permitindo visualizar inter-relações no cérebro humano vivo. Neste capítulo, será dada ênfase ao Eletroencefalograma (EEG), uma técnica não-invasiva, econômica, que mede a atividade cerebral espontânea e pode ser um instrumento valioso para a análise da atividade cerebral envolvendo uma série de processos cognitivos. A Eletroencefalografia Quantitativa (EEGQ), importante aperfeiçoamento dessa técnica, que permite observar o nível de atividade cerebral, saber se uma região está ou não envolvida em certa tarefa cognitiva ou obter um mapa topográfico do padrão espectral de energia no cérebro, terá destaque como o instrumento utilizado nesta pesquisa para análise dos indicadores neurofisiológicos.

Por último, serão abordados aspectos neurofisiológicos da superdotação, na expectativa de melhor compreendermos o conceito de superdotação e como algumas pessoas apresentam um potencial superior, tomando considerações mais diretamente relacionadas à estrutura e funcionamento do cérebro humano. Como importante referencial para os estudos sobre superdotação, utilizando a dissecação do cérebro como técnica para desvendar o potencial neurológico, serão destacados, neste capítulo, os resultados de diferentes investigações sobre o cérebro de Einstein, cujos contributos têm se mostrado altamente significativos. Logicamente, serão também considerados importantes estudos do cérebro “in vivo”.

## **2. Organização cerebral**

Uma concepção moderna do cérebro, fruto dos avanços nas neurociências ao longo das últimas décadas, considera-o composto por múltiplos circuitos distribuídos. Tentativas didáticas, com o objetivo de tornar compreensível a sua complexidade, às vezes conduzem a uma forma simplista de pensar, como localizar a memória, exclusivamente, no hipocampo ou a linguagem no hemisfério esquerdo, usada durante muitos anos. Essa concepção reducionista aparece hoje substituída pela concepção de que nenhuma região isolada pode ou consegue executar qualquer função mental sem a cooperação de outras regiões cerebrais (Andreasen, 2003). Ao falar do “admirável cérebro novo”, a pesquisadora utiliza a seguinte comparação:

“o funcionamento do cérebro humano é como uma grande orquestra que está continuamente a tocar uma grande sinfonia. Não podemos apontar para nenhuma parte isolada, ou mesmo para uma combinação de partes e dizer que constitui a orquestra ou a sinfonia. O miraculoso processo de atividade mental ocorre regularmente, em todos nós, a toda hora, quer sejamos talentosos ou pessoas normais” (p.103). Exemplifica, citando que, quando executamos uma atividade mental, como relatar uma experiência pessoal significativa, usamos diferentes sistemas cerebrais, simultaneamente e conjugados, como o sistema executivo frontal, o sistema límbico (emocional), a memória, a linguagem e o sistema motor, ao mesmo tempo, embora seja possível reconhecer que existam áreas cerebrais mais ativadas que outras em certas funções e comportamentos. Insta reter que é o cérebro/mente, com seus circuitos paralelos distribuídos que não podem ser esquecidos ao se dividir o cérebro em suas partes constituintes. Essa divisão apenas faz sentido por razões de descrição e para facilitar a compreensão dos assuntos versados, como estamos fazendo neste capítulo.

A superfície do cérebro humano tem um aspecto muito enrugado, com dobras e pregas, cheio de circunvoluções e sulcos (Figura 1), estando dividido em grandes áreas sensoriais e motoras.

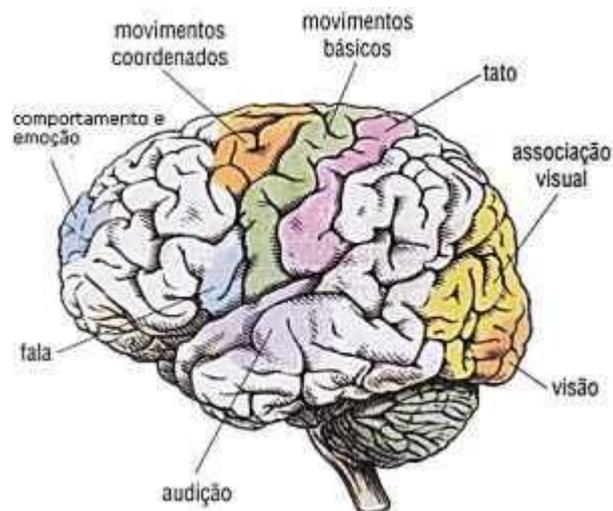


Figura 1 – Áreas sensoriais e motoras do cérebro

O neurocientista alemão, Karl Zilles, desenvolveu um método para medir esse pregueamento conhecido como índice de girificação ou IG. Trata-se da relação entre a distância em volta da superfície inteira do cérebro, mergulhando bem fundo nos sulcos, e a distância em volta da superfície externa; o cérebro humano fetal, até cerca de seis meses, é essencialmente liso, com IG aproximado de 1,06, atingindo em um adulto normal cerca de 2,6

IG. A medição do IG tem se mostrado uma ferramenta importante para compreender, não só a evolução do cérebro, como também o seu neurodesenvolvimento, mostrando que ele aumentou à medida que os seres humanos evoluíram, além de confirmar que a ontogênese repete a filogênese, ou seja, o desenvolvimento do indivíduo reflete o desenvolvimento da sua espécie (Andreasen, 2003).

### *2.1 - Células cerebrais e conexões*

O sistema nervoso é formado por duas classes principais de células: os neurônios e as células gliais. Os neurônios, embora representem 10 a 20% de sua composição, se destacam pelas propriedades fisiológicas e morfológicas únicas para desempenhar funções específicas. Compete aos neurônios a condução dos impulsos nervosos e, para isso, se comunicam através do que se chamam as sinapses, um campo de junção onde um neurônio encontra uma outra célula que pode ser um outro neurônio no sistema nervoso central ou uma célula glandular, muscular....., no sistema nervoso periférico que conduzem informações sensoriais. As sinapses típicas são sinapses químicas que se diferenciam das elétricas, as quais permitem a condução dos potenciais de ação, impulsos gerados quando o limiar do estímulo é alcançado (Barker et al., 2003) .

A outra classe de células, as células gliais (80%), são não-neurais e assumem, como função principal, a sustentação. O cérebro de um recém-nascido pesa cerca de 400 gramas e o de um adulto chega a 1,5 quilos, mas ambos contêm o mesmo número de células que se diferenciam qualitativamente pelo tamanho, além de fibras nervosas, a princípio, não totalmente desenvolvidas, o que significa poucas conexões entre elas.

A Figura 2.2 (Clark, 2007, p. 46) mostra três neurônios interconectados, quando se pode observar que, embora um neurônio possa ter várias dendrites, possui apenas um axônio. Outro aspecto interessante na figura é o detalhe do encontro do fim do axônio de um neurônio com o início de uma dendrite de outro axônio, caracterizando uma sinapse, onde está detalhada a fenda sináptica. É o lugar por onde passa a informação sob a forma de substâncias químicas (os neurotransmissores), ou seja, quando o estímulo passa de elétrico a químico e depois volta a ser elétrico.

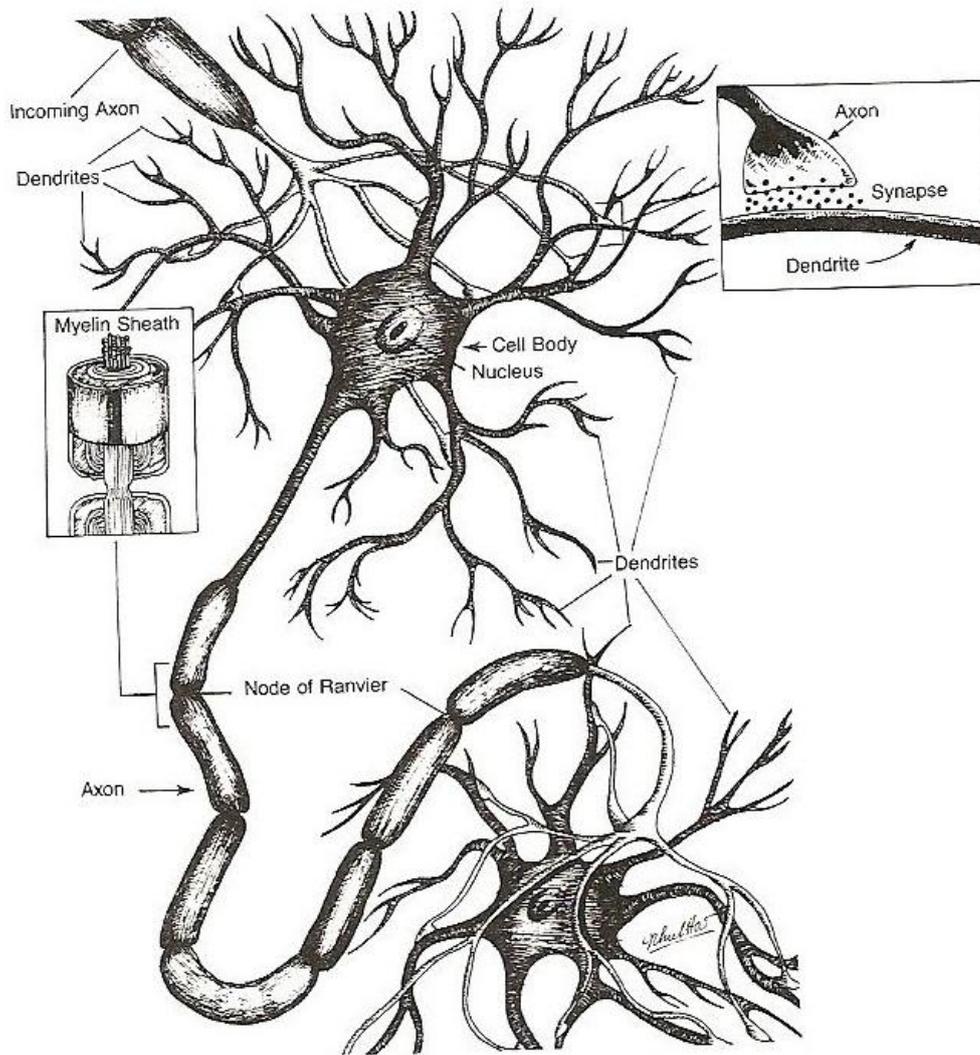


Figura 2 – Descrição dos neurônios e suas sinapses

A atividade neural é assim um processo eletroquímico; os tecidos do cérebro (a substância branca, a substância cinzenta e o líquido cefalorraquidiano), do crânio e do escalpo (couro cabeludo) conduzem, passivamente, as correntes elétricas produzidas pela atividade sináptica. Uma substância lipídica, a mielina, ao redor dos axônios mais utilizados, apressa a transmissão elétrica até doze vezes mais, como também reduz as possíveis interferências. O psicólogo Donald Hebb (in Jensen, 2002), postulou, acertadamente, há mais de 50 anos que a aprendizagem ocorre quando uma célula nervosa necessita de menos *input* de outra célula, na vez seguinte em que é ativada, ou seja, “aprendeu” a responder.

## 2.2 - Córtex cerebral, hemisférios, lobos e hipocampo

O córtex é uma camada do cérebro com espessura de apenas 1 a 4 mm que envolve a superfície do cérebro, formado por inúmeras circunvoluções (sulcos, fissuras e giros) e que, nos seres humanos, está associado à capacidade de raciocinar, planejar e coordenar pensamentos e ações, perceber padrões visuais e sonoros, usar a linguagem e realizar muitos outros comportamentos. No fundo, nas palavras de Robert Sternberg “*sem ele, não seríamos humanos*” (Sternberg, 2000a, p.57).

O córtex abrange, principalmente, os corpos neurais cinzentos que processam a informação que o cérebro recebe e envia e, por sua coloração é, às vezes, conhecido como a *massa cinzenta* do cérebro. Para Kandel (2000), as funções cognitivas podem ser localizadas no córtex cerebral.

É uma camada composta, em sua maior parte, por neurônios que recebem impulsos nervosos das mais diferentes partes do corpo e os retransmitem com respostas motoras ou psíquicas. Para tanto, são utilizados dois tipos de energia: elétrica que transporta a energia por diferença de potencial e química pela ação de substâncias chamadas os neurotransmissores. Estes fazem o papel de ponte, pois, como se sabe, as células nervosas não se comunicam diretamente e os neurotransmissores através das sinapses fazem a intermediação, estabelecendo uma conexão nervosa.

O córtex cerebral envolve os dois hemisférios simétricos – direito e esquerdo - os quais possuem quatro divisões principais ou lobos. Referimo-nos aos lobos frontal, parietal, temporal e occipital, cujos nomes foram dados com base nos ossos do crânio e as cobre, com propriedades funcionais diferentes, por vezes sobrepostas. Por exemplo, os frontais têm um papel de destaque nos atos intencionais (planejamento, criatividade, julgamento, resolução de problemas), os parietais têm tarefas importantes no processamento da linguagem, os temporais se destacam nos processos de audição e memória, e os occipitais são os maiores responsáveis pela visão. Eles possuem vários giros importantes, separados por sulcos que resultam do desdobramento da “casca” para obter economia de tamanho. Desses, os lobos frontais ocupam 1/3 do córtex cerebral humano, e metade deles forma o córtex pré-frontal, importante ponto de convergência de informações no sistema nervoso central, provenientes não apenas das regiões corticais mas também das regiões subcorticais, especialmente, das envolvidas no processamento da cognição e nas emoções (Davidson, 2000).

Os hemisférios, direito e esquerdo, se ligam por um feixe de fibras nervosas constituindo o que se chama de corpo caloso, densa rede tecidual, o maior sistema de fibras

do cérebro que chega a mais de 200 milhões de axônios. Considerando que as vias nervosas se cruzam ao passar do encéfalo (cérebro, cerebelo e tronco cerebral) para a medula (outra parte do sistema nervoso central), os centros do hemisfério esquerdo comandam os movimentos do lado direito e vice-versa. Havia uma tendência a estabelecer diferenças em suas funções: o lado emocional e intuitivo do cérebro estaria no hemisfério direito, responsável pela percepção espacial, atividades artísticas, criatividade; o lado racional e analítico estaria no esquerdo, ao qual caberia o domínio da linguagem e o pensamento lógico-matemático. A moderna conceituação de especialização hemisférica admite que os dois hemisférios possam funcionar juntos para desempenhar uma tarefa, embora possam dar contribuições diferentes (Gazzaniga et al., 2006).

Molfese e sua equipe (1975) fizeram diversos experimentos sobre potenciais evocados de estímulos verbais e não-verbais tendo constatado um maior envolvimento do hemisfério esquerdo em operações analítico-sensoriais, como as envolvidas na fala e no cálculo. Kosslyn, Professor do Departamento de Psicologia da Universidade de Harvard, em entrevista concedida a Gazzaniga e colaboradores (2006), considera a possibilidade dos hemisférios cerebrais diferirem entre si de três maneiras: (i) neuroanatômica, por exemplo: o córtex visual é maior no hemisfério direito, ainda não sendo muito claras as implicações funcionais daí decorrentes; (ii) eficiência no desempenho de tarefas específicas; e (iii) nos tipos de estratégias que usam.

Diferenças de lateralidade nas respostas emocionais foram estudadas por Davidson e seus colaboradores (1999, 2000), medindo a atividade elétrica do couro cabeludo. Foram medidas as respostas eletroencefalográficas (EEG) das porções anteriores do escalpo (lobos frontais), e embora todos os participantes tenham mostrado sinais de atividade nos dois hemisférios, estes se diferenciavam de acordo com o nível de disposição no exercício da tarefa: mais atividade de base no hemisfério direito, igual à disposição negativa; se no esquerdo, disposição positiva. Desse modo, os autores propõem que possam existir circuitos neurais separados no envolvimento ao se tratar de reações emocionais lateralizadas, isto é, aproximação (hemisfério esquerdo) e afastamento (hemisfério direito).

O córtex também pode ser dividido de acordo com as subdivisões funcionais ou pela microanatomia dos tipos celulares e de sua organização. Suas inúmeras dobras apresentam diversas vantagens: (i) acondicionar maior superfície cortical dentro do crânio e, por isso, da superfície total do córtex humano que é igual a 2.200 a 2.400 cm<sup>2</sup>, por causa do dobramento, cerca de 2/3 estão nas profundezas dos sulcos; (ii) manter os neurônios em relações tridimensionais muito próximas, o que economiza distância axonal, e daí, o tempo de

condução neuronal entre as diversas áreas; e (iii) permitir que o córtex mantenha mais próximas regiões vizinhas.

O cérebro é um complexo amplo e, reciprocamente, interligado de sistemas, com a interação dinâmica da atividade neural dentro e entre sistemas. Por analogia, é como se fosse um sistema metropolitano onde, por força das conexões em rede, uma estação pode fazer parte de muitas linhas diferentes (Barker et al., 2003). Dentre os sistemas, destaca-se o sistema límbico, e nele, o hipocampo, localizado profundamente nos lobos temporais, bem no centro do cérebro, que juntamente com córtex, tem importante papel na transformação das informações em memória e, conseqüentemente, em aprendizagem. Ao serem nossos alunos estimulados a desempenhar uma tarefa nova (as provas de cubos, por exemplo), as primeiras áreas acionadas são as de associação visual, no córtex frontal. O hipocampo, imediatamente, recebe os estímulos e liberta neurotransmissores, como a dopamina. Os neurotransmissores promovem conexões entre os neurônios e, assim, a informação é codificada em sequência e sempre evocada quando o aluno revê a tarefa.

### **3. Cognição e cérebro**

Pesquisadores na área das neurociências (Diamond, 1988; Kandel, 1985, 2006; Restak, 2004) desenvolvem uma compreensão de cognição e inteligência vinculada ao funcionamento mental. No passado, acentuava-se a separação entre cognição, motivação e afeto, contudo, hoje entende-se cognição como a capacidade de processar informações, de reagir ao que percebemos no mundo e em nós mesmos, sendo *“o cérebro o órgão responsável pela cognição, bem com pela emoção e motivação”* (Sternberg, 2000a, p. 74).

Por sua vez Piaget (1978), que durante mais de 50 anos analisou o psiquismo infantil, explica a inteligência como uma extensão de atributos biológicos. O funcionamento intelectual seria uma atividade biológica, com as seguintes características: organização, assimilação e acomodação. A cognição, segundo Lyncan (1990), é geralmente usada como referência a todas as faculdades ou funções do cérebro, e este percebe, registra e processa informação para produzir o comportamento inteligente. Sob essa ótica, a função cognitiva é um processo biológico de representação, armazenamento e recuperação de informações, e, ao mesmo tempo, é produto dessas atividades de processamento pela manifestação de estratégias para encontrar soluções.

### 3.1 - Bases biológicas da Inteligência

O construto inteligência é, sem dúvida, uma variável amplamente investigada, desde o início da psicologia cognitiva aos estudos recentes da neurociência. Para Almeida (1994), existem duas posições dos estudiosos da inteligência: os que entendem ser ela um atributo inerente à estrutura neurológica, assim, corresponde a uma característica da mente, e aqueles que a entendem como um atributo do comportamento, nomeadamente decorrente da aprendizagem.

Não há dúvidas entre os pesquisadores de que o cérebro é o órgão responsável pela inteligência humana, mas mesmo com instrumentos cada dia mais sofisticados ainda são poucas as indicações fisiológicas da inteligência. As investigações estão centradas nos seguintes aspectos: (i) relações das funções cerebrais com o córtex; (ii) metabolismo neural; e (iii) atividade elétrica nas transmissões neurais. Para Thompson e Toga (2005), existem várias evidências que sustentam a correlação entre a estrutura cerebral e a inteligência. Numa meta-análise de McDaniel e Nguyen (2002), integrando uma amostra de 1.375 indivíduos, foi verificado que o volume do cérebro e o QI se correlacionavam de forma positiva e, estatisticamente, significativa. Por outro lado, dos 28 estudos usando ressonância magnética, 27 deles apresentavam também essa correlação.

Podemos dizer que a aprendizagem começa, quando o axônio de um neurônio conduz a informação sob a forma de estimulação elétrica e transporta substâncias químicas, desencadeando conexões com as dendrites de outro neurônio. Quanto mais conectividade neuronal mais processos cognitivos são gerados, os quais nos permitem resolver problemas e compreender os fatos. Jensen (2002, p.33) afirma que “*o resultado final da aprendizagem para os humanos é a inteligência*”, independente da forma como é definida e, quanto mais conexões existirem, também mais as comunicações se tornam mais eficientes. Para Greenfield (1995), a aprendizagem é uma função nobre dos neurônios e não pode ser realizada por um impulso apenas, necessita grupos de neurônios. O processo se inicia com a chegada do estímulo ao cérebro, ele é selecionado e após ser processado a diferentes níveis, forma um potencial de memória para que, em situações posteriores, a informação possa ser ativada facilmente.

A cognição como ato de pensar, sob a ótica neurobiológica, pode ser vista como praticar química cerebral, produzir neurotransmissores, e os mensageiros que medeiam os processos bioquímicos de nosso cérebro, sejam como produtores de energia (oxidação da

glicose, hidrólise de fosfocreatina ....) sejam consumidores (manutenção dos gradientes iônicos, metabolismo energético cerebral pelos astrócitos.....). Destacam-se, nesse circuito, a serotonina (atividades ligadas ao impulso), a noraadrenalina ou a epinefrina (interesse que as coisas despertam no indivíduo) e a dopamina (mecanismo de tomada de decisões). Esses neurotransmissores passam informação de um neurônio para outro, através das sinapses e, se não há mensagens, diminuem e se concentram para um processo de reaproveitamento. Quando, por algum motivo externo, a produção de neurotransmissores é reduzida, e os receptores não recebem a informação, a pessoa reduz seu processamento cognitivo (fica desanimada, não consegue ter ânimo ou prazer na realização de tarefas).

O entusiasmo das ciências neurais nos dias atuais reside na convicção de que se estão desenvolvendo as ferramentas para explorar o órgão da mente e, conseqüentemente, o otimismo de que as bases biológicas da inteligência se tornarão, progressivamente, compreensíveis (Kandel, 2000). Nesta linha, Bárbara Clark (2007) chama atenção que, para compreendermos por que algumas pessoas apresentam um alto nível de inteligência e outras não, necessitamos de nos familiarizar com a estrutura básica do cérebro humano e as suas quatro grandes áreas diferenciadas, tanto estrutural como funcionalmente, mais concretamente as funções física, emocional, cognitiva e intuitiva (Figura 3, adaptada de Clark, 2007, p.50).

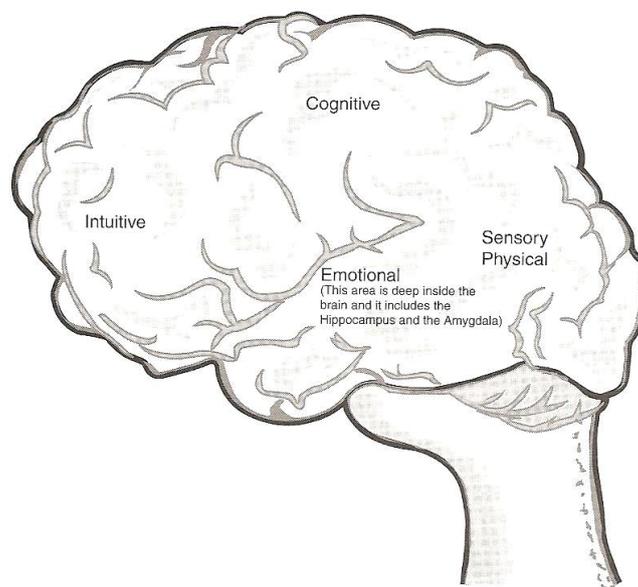


Figura 3 – Áreas funcionais do cérebro

Kandel (in Clark, 2007, p.39) destaca que “*the idea that different regions of the brain are specialized for different purposes is central to modern brain science*”. O universo da inteligência, baseado nas áreas do cérebro, se inicia com o acesso ao nosso mundo exterior através da função física, sensório-motora; o nível da habilidade intelectual e a nossa percepção da realidade dependerão de como o nosso cérebro organiza e processa essa informação. Sabemos que as pessoas com alto nível de inteligência utilizam a informação recebida do ambiente e expandem a sua percepção da realidade, muitas vezes buscando a excelência cognitiva e se esquecendo de que ela começa com o crescimento e desenvolvimento da função sensório-motora. A segunda função, centrada nas emoções e interações sociais, é como se fosse um suporte para os processos cognitivos, abrindo a entrada para aumentar ou limitar a cognição superior. Ela nos ajuda, significativamente, na nossa construção de realidade e no nosso modelo de mundo possível.

A função cognitiva inclui a análise linear, resolução de problemas, sequências e avaliação, enquanto especializações do hemisfério esquerdo; como também a orientação espacial, enquanto especialização do hemisfério direito. O sistema está localizado no neocórtex, onde os dados são processados, decisões são tomadas, ações iniciadas e memória armazenada. Para Hawinks e Blakeslee (2004), “*almost everything we think of as intelligence – perception, language, imagination, mathematics, art, music, and planning – occurs here*” (p. 40). Localizada no córtex pré-frontal, a função intuitiva exerce um importante papel em determinados comportamentos como *insight*, empatia, criatividade e introspecção. Parece ser a área que energiza e regula outras partes do cérebro. A intuição, identificada agora como uma das funções do córtex pré-frontal, tem se tornado uma parte do planejamento, pensamentos futuros e *insight*, sendo certo que todas as funções cognitivas são hoje tomadas como sendo necessárias para a inteligência pessoal.

Clark (2007) conclui as suas observações sobre essas importantes quatro áreas, afirmando que os dados de pesquisas na área de neurociências sugerem que o alto nível de inteligência é o resultado de um processo avançado, extremamente integrado e acelerado dentro do cérebro. O conceito de inteligência – e, por conseguinte, de superdotação 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.

#### 4. Plasticidade e fisiologia cerebral

Pesquisas mais recentes na área das neurociências demonstram que existe certa plasticidade neuronal, de modo que neurônios lesados podem, em parte, se regenerar. Uma das várias pesquisas é da neurocientista Elizabeth Gould e Tapanat (1999), da Universidade de Princeton, feita com ratos e macacos. Submetidos a exercícios de aprendizagem e memória, o número de neurônios do hipocampo chegava a dobrar pelo fato de serem altamente estimulados; para esses investigadores, o cérebro das pessoas adultas funcionaria da mesma maneira, pois, estudos anteriores mostraram que o hipocampo de pessoas sob grande estresse ou portadoras de câncer se apresentava bastante reduzido.

O expressivo desenvolvimento das ciências neurais neste século vem mostrando que o nosso cérebro é diferente hoje do que era no passado. A diferença resulta do efeito das experiências vivenciadas. Os cientistas acreditam que o cérebro humano apresenta plasticidade, ou seja, a capacidade para mudanças que são codificadas ou armazenadas para serem usadas quando necessário (Restak, 2004). O conceito de plasticidade relaciona-se com o fato de o cérebro ser dinâmico, respondendo com mudança aos desafios, físicos ou psicológicos.

A noção de plasticidade foi introduzida pelo psicólogo canadiano Donald Hebb, em 1949, que argumentava ser esta capacidade fruto da aprendizagem de novas informações ocorridas ao nível dos neurônios, mudando as ligações sinápticas (in Andreasen, 2003). A autora defendia que, se várias células nervosas recebem, ao mesmo tempo, um estímulo gerando um potencial de ação, esse “disparo” as leva cada vez mais a partilhar as ligações, confirmando que neurônios disparam ao mesmo tempo, se se ligam ao mesmo tempo. A idéia é, normalmente, chamada plasticidade hebbiana que, nos últimos anos, os neurocientistas têm sido capazes de explicar como e por que elas ocorrem.

David Hubel (1981) prêmio Nobel da Fisiologia e da Medicina, juntamente com Torstein Wiesel e Roger Sperry, estudaram o desenvolvimento do centro da visão no cérebro, em gatos e macacos, determinando o que acontecia ao desenvolvimento cerebral quando, em animais muito jovens, um olho era tapado, e não havia a entrada de informação desse olho, fazendo com que o alinhamento celular normal deixasse de ocorrer nos centros visuais do cérebro. Se o olho for destapado, após o tempo de formação do centro de visão, que os neurocientistas chamam de período crítico, já é demasiado tarde para que a visão possa ocorrer. Assim, o momento da entrada da informação do ambiente é da mais alta importância, pois capacidades se perderão ou diminuirão, se a estimulação deixar de ocorrer na altura certa.

São novos dados para a compreensão de plasticidade a partir de outra perspectiva, conduzindo-nos a refletir sobre as possíveis implicações na área educacional. Por exemplo, estes estudos fazem-nos pensar na importância de se escolherem as atividades corretas para que os nossos cérebros sejam bem exercitados. “*Este princípio aplica-se não só a infância, mas também à idade adulta e mesmo ao processo de envelhecimento*” (Andreasen, 2003, p. 65).

Pesquisas com ratos, realizadas pela neuro-anatomista Marian Diamond, da Universidade da Califórnia, (1967) mostraram que, com a estimulação ambiental, foi possível obter cérebros com córtex mais grosso, mais ramificações das dendrites, mais axônios e, ainda, corpos celulares mais desenvolvidos. Isto significa que os neurônios se comunicam melhor entre si, havendo um maior desenvolvimento das células gliais. Estudos posteriores apoiam que esses efeitos se possam aplicar ao cérebro humano, uma vez que o cérebro de camundongo possui muitas estruturas cerebrais em comum com o ser humano.

A pesquisadora Bárbara Clark, em artigo sobre o que nós sabemos a respeito do cérebro, “*What we know about the brain*” (2001) destaca, entre outros pontos, os efeitos da estimulação ambiental sobre a estrutura do cérebro e os resultados positivos que podem ser alcançados: (i) aumento das ramificações dendríticas, das interconexões entre os neurônios, gerando flexibilidade nos processos mentais, mais capacidade de síntese e habilidade para gerar idéias e soluções; (ii) o número de sinapses e o tamanho dos contatos sinápticos aumentam, e a comunicação dentro do sistema torna-se mais complexa com um crescimento no nível das habilidades verbais, visuais, espaciais e compreensão mais rápida; (iii) a mielinização dos axônios é aumentada, provocando que a corrente de energia dentro e entre as células se torne mais forte e mais frequente e, com isso, uma precocidade no desenvolvimento de diversas habilidades e curiosidade acentuada; e (iv) o cérebro torna-se mais eficiente quanto mais uso se faz do córtex pré-frontal, aumentando a criatividade e as experiências intuitivas.

Outro ponto importante a ser considerado é a atividade rítmica do córtex cerebral que se caracteriza pela taxa de repetição das ondas em um segundo, medida em hertz e denominada frequência. A partir das observações, ao tirar medições no próprio filho e registrar alterações rítmicas no potencial da frequência de 10 hertz, que ficaram conhecidas como ondas alfa, Hans Berger, 1924 (in Rippon,2006) intensificou seus estudos de que o cérebro gerava uma corrente elétrica, a qual poderia ser registrada, o que se concretizou cinco anos depois. Eletrodos passaram a ser colocados no couro cabeludo e conectados a um

poderoso amplificador de corrente elétrica. Esse amplificador aumenta a amplitude do sinal elétrico, gerado pelo cérebro, milhares de vezes; através de um dispositivo chamado galvanômetro, as oscilações dessa corrente elétrica (para mais ou para menos) são desenhadas numa tira de papel sob a forma de ondas. No cérebro, a somatória da atividade elétrica de milhões de neurônios, principalmente no córtex, podem ser observadas no eletroencefalograma (EEG), um aparelho que registra a atividade elétrica das células do cérebro durante os diversos estados em que se encontra uma pessoa, desde a vigília até ao sono profundo.

A capacidade de gerar e produzir impulsos elétricos se expressa em um potencial de ação traduzido como um impulso ou pico nervoso, gerado ao alcançar o estímulo, ou seja, uma breve flutuação de cargas elétricas na membrana do neurônio, causada pela rápida abertura e fechamento de canais iônicos dependentes de voltagem (fluxo de íons). A codificação das informações é feita pela frequência dos disparos, e não, pela dimensão desse potencial, de modo que se o limiar não é alcançado deixa de ser gerado um potencial, e o sinal não será propagado ao longo do axônio (Barker et al., 2003). Os órgãos dos sentidos são a entrada da informação, e o cérebro transforma a informação em experiência graças a atividades eletroquímicas neuronais. Pelo interior dessas células espalham-se íons de potássio ( $K^+$ ) e pelo exterior íons de sódio ( $Na^+$ ), partículas carregadas eletricamente, sendo que estas conduzem a maior número de cargas elétricas positivas. Assim, o meio externo é mais carregado que o meio interno, quando o axônio está em repouso.

Os neurônios recebem as informações pelos dendritos e as enviam a outro neurônio pelo axônio; isto acontecendo abrem-se os canais de sódio da membrana celular e os íons penetram no axônio que se enche de cargas positivas invertendo, por curto tempo, a polaridade elétrica. Quando isso acontece, também se abrem os canais que permitem a saída do potássio, e o interior se torna rapidamente menos carregado que o meio externo, em relação ao estado de repouso e precisa voltar à situação inicial. Para eliminar o excesso de íons sódio, uma pequena bomba, no interior da membrana, entra em atividade, e o impulso nervoso continua seu caminho como uma onda até o final do axônio, onde no botão sináptico, a atividade elétrica se transforma em química pela ação dos neurotransmissores. Destarte, potenciais de ação percorrem, como ondas, os axônios dos neurônios, para transferir informação de um lugar a outro no sistema nervoso. Uma onda pode ser de alta ou baixa amplitude (voltagem) e alta ou baixa frequência (regularidade), estando as principais ondas e

suas características resumidas na Figura 2.4, cujos valores não são, exatamente, iguais em todos os manuais, existindo pequenas variações entre si (Arangüena, 2001).

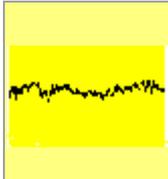
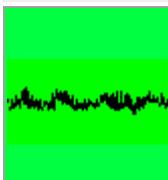
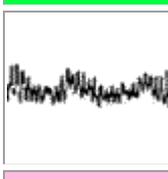
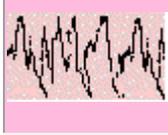
	<b>Ondas beta</b> (baixíssima amplitude, frequência; 13 a 32 ondas/seg)	Elevada atividade bi-frontal, aumentam a atividade elétrica do cérebro, o fluxo sanguíneo se eleva promovendo novas ligações dendríticas. Relacionam-se com ansiedade.
	<b>Ondas alfa</b> (baixa amplitude, 8 a 12,5 ondas /seg)	Pessoa acordada e relaxada, com os olhos fechados. Os neurônios estão disparando em tempos diferentes. Registro regular (sincronizado). Elevam a produção do neurotransmissor serotonina que aumenta o relaxamento e promove bem-estar.
	<b>Ondas Teta</b> (baixa-média amplitude; 3-7 ondas/seg)	Ativam a produção do neurotransmissor catecolamina que promove estímulo mental, concentração e o bem-estar. Podem ser observadas no hipocampo, envolvido no processamento da memória.
	<b>Ondas delta</b> (alta amplitude, baixa frequência; 3 ondas /seg)	As ondas são grandes e lentas. Estão associadas ao sono profundo, ideais para a recuperação física e/ou mental. Podem promover o afloramento dos processos intuitivos.

Figura 4 – Características das ondas cerebrais

As ondas cerebrais registradas no EEG traduzem uma contínua atividade elétrica cerebral, cujo padrão e intensidade é determinada pelo nível de excitação do córtex em decorrência de atividades sinápticas dos neurônios, principalmente da porção talâmica. A grande rede de neurônios, aqui como células piramidais dispostas, paralelamente, uma às outras e, perpendicularmente à superfície do córtex cerebral, com ramificações dendríticas assimétricas, dipolares, são a ponte entre o tálamo e o córtex, e constituem o sistema tálamo-cortical.

A descrição do significado funcional das ondas elétricas cerebrais e sua relação com o processo cognitivo só está sendo possível com o grande desenvolvimento tecnológico. Hobson (1996) faz uma analogia com o estudo do sangue: saber que o sangue é vermelho é uma coisa; saber que a vermelhidão é uma função da quantidade de hemoglobina oxigenada dentro dos corpúsculos vermelhos individuais é outra. O EEGQ permite uma avaliação mais precisa da atividade cerebral, dando uma visão gráfica mais acurada da localização de alterações elétricas.

As animações dinâmicas das imagens cerebrais, geradas pelo avanço da informática, facilitaram o estudo da função cerebral e do cérebro em ação como em estudos sobre aprendizagem, feitos por pesquisadores da Universidade do Texas, que monitoraram o EEG de estudantes num processo de resolução de problemas (Ballone, 2005).

## **5. Técnicas de neuroimagens**

Os avanços tecnológicos na velocidade e memória dos computadores, como também a tecnologia radionuclear, nos últimos dez anos, têm permitido o desenvolvimento de instrumentos de neuroimagens altamente sensíveis, superando as limitações das ferramentas de investigação até então utilizadas. Hoje a ciência conta com equipamentos de grande precisão que permitem relacionar funções cognitivas e perceptuais, atividades que, por vezes, se passam em uma fração de segundo, embora se reconheçam os altos custos e a exigência de profissionais altamente capacitados.

A atividade elétrica cerebral, resultado da comunicação eletroquímica entre diferentes neurônios, se dá em distintas regiões do cérebro de acordo com a atividade executada. Muitos são os instrumentos para investigar a atividade neural do cérebro e tais instrumentos podem ser agrupados de acordo com os sinais captados, se elétricos ou metabólicos.

### *5.1 - Imagens da morfologia cerebral*

As imagens são obtidas com técnicas estruturais e anatômicas que permitem ver o cérebro com grande pormenor e perceber a forma como várias partes suas se relacionam espacialmente. A radiografia foi a primeira técnica não-invasiva para obter imagens do cérebro, inventada em 1896. Uma radiação eletromagnética, chamada raios X, era capaz de produzir uma fotografia negativa do interior, quando se podiam ver os ossos e as cavidades, com riqueza de detalhes. Entretanto, essas fotoradiografias estão superadas porque apresentam pouco mais do que a densidade dos ossos cranianos (Sternberg, 2000a).

A tomografia axial computadorizada (TAC), na qual os raios X atravessam o crânio em planos sucessivos, utiliza um computador para analisar fotoradiografias cerebrais e construir

uma imagem 3-D do cérebro. Mais recente é o imageamento por ressonância magnética (RM), técnica que utiliza um campo magnético para gerar imagens depois reconstruídas em um computador, produzindo uma representação 3-D do cérebro muito mais precisa que as reproduções mostradas pelo TAC.

## 5.2 - *Imagens do funcionamento cerebral*

Para obter essas imagens, são utilizadas técnicas fisiológicas e neuroquímicas, que permitem examinar: (i) a forma como o cérebro cria pensamentos e responde aos desafios, alterando seu funcionamento e o seu fluxo de sangue; (ii) como as células nervosas “conversam” umas com as outras através dos mensageiros químicos; e (iii) como diversas medicações alteram o funcionamento do cérebro.

Constituem exemplos dessas técnicas, a tomografia por emissão de positrons (TEP) que se baseia na noção da glicose como forma de energia para a atividade funcional; a ressonância magnética funcional (RMf) que realiza uma avaliação da hemodinâmica cerebral; a espectroscopia, que mede a especificidade dos neurotransmissores durante uma atividade; e a eletroencefalografia quantitativa, que permite observar o nível de atividade cerebral, e assim saber se uma determinada região está envolvida, ou não, em certa tarefa cognitiva. Referimos ser essa a técnica utilizada em nossa investigação para estudo dos indicadores neurofisiológicos.

O Eletroencefalograma (EEG) é a técnica mais antiga, não-invasiva, que mede a atividade elétrica cerebral espontânea captada através da utilização de eletrodos colocados sobre o couro cabeludo (escalpo), com auxílio de uma pasta condutora que, para além de fixá-los, permite a aquisição adequada dos sinais elétricos. Considerando que os eletrodos estão demasiado longe das células constituintes do cérebro para que ocorra a decodificação dos sinais, o significado funcional tornou-se claro quando foi possível registrar a atividade especializada dos neurônios, e a forma como se relaciona com o EEG (Hobson, 1996).

Caton, em 1875, foi o primeiro a demonstrar a existência da atividade elétrica espontânea do encéfalo, utilizando eletrodos colocados sobre o crânio de animais (coelhos e macacos), ou colocados, diretamente, sobre o córtex. Mas, deve-se a Hans Berger a paternidade da eletroencefalografia para registro das ondas elétricas cerebrais, uma atividade espontânea e contínua que cessa apenas nos estados extremos de anoxia cerebral. O EEG registra apenas diferenças de potencial elétrico entre pontos de escalpo; não dá informações sobre a maior parte das funções cerebrais (memória, linguagem, ...). As medições se

explicitam em gráficos de curvas sinusoidais com amplitudes e frequências variáveis que ocorrem durante o registro.

O EEG como registro da atividade elétrica cerebral pode ser um instrumento valioso para análise da ativação cortical que envolve uma série de processos cognitivos, com a vantagem de ser uma técnica não-invasiva e mais econômica. Embora apresente vantagens, existe uma certa limitação técnica da ferramenta, pois entre o cérebro e o escalpo interpõem-se várias camadas de tecidos que podem prejudicar a condução elétrica. O uso de computadores para processar sinais fisiológicos cerebrais abre um número infinito de possibilidades. Por exemplo, a análise espectral, baseada no teorema de Fourier (cientista francês que lhe deu o nome), mostra os componentes de frequência de uma onda, isto é, que quantidade de ondas (alfa, beta, teta, delta) estão presentes em um canal de registro.

No EEGQ digital, o mapeamento indica a importância da migração dos grupos beta para a área posterior em detrimento da função alfa, mais importante para o raciocínio lógico. A principal origem dos potenciais de EEG é a atividade elétrica das células piramidais que têm como característica, a projeção de seus axônios para outras áreas do cérebro e da medula espinhal. Essas células são neurônios excitatórios, possuem axônios colaterais que se projetam localmente e seu principal neurotransmissor é o glutamato, que facilita o desenvolvimento da potenciação de longo prazo, processo pelo qual o tamanho de uma resposta neuronal aumenta após a estimulação.

O futuro do EEG quantitativo residirá, sem dúvida, no acoplamento de métodos digitais de análise de sinais e processamento de imagens, como EEGQ + TEP, ou EEGQ + RMf, que mostram o metabolismo do cérebro. Considerando que o metabolismo é mais intenso nas regiões mais ativas, podemos mapear, com relativa exatidão, o funcionamento cerebral.

## **6. Aspectos neurofisiológicos da superdotação**

Estudos e pesquisas mostram a existência de pessoas que, através da interação entre sua dotação genética e a estimulação ambiental, conseguem desenvolver mais a sua inteligência do que outras, e esse enriquecimento resulta em funções cerebrais aceleradas e avançadas. Apontam para a hipótese de que os cérebros dessas pessoas possam estar organizados de tal maneira que muitos sistemas mentais coexistem no que se poderia chamar de capacidades especiais. Um cérebro forte, integrado, flexível e complexo, característico da superdotação, necessita de algumas condições para ser construído, como destaca Bárbara

Clark, professora emérita da Universidade da Califórnia, Los Angeles. Esta autora se refere às seguintes condições (2007, p. 50): (i) *the provision of a variety of quality experiences from our early beginnings as the neural patterns and sequences are being formed;* (ii) *the development of the concepts of integration, choice, patterns and sequences, starting with a child's early experiences;* (iii) *the provision of feedback throughout the acquisition of knowledge and skills;* and (iv) *the enrichment of the environment and experiences that the environment provides so that the growth of intelligence is facilitated and expanded rather than limited and inhibited.*

Criando essas condições, o resultado será um cérebro mais efetivo e eficiente no processamento da informação, conclui a pesquisadora, não pelo fato do cérebro de um superdotado ter mais neurônios, mas porque as conexões neurais tornam-se mais integradas, mais rapidamente realizadas e mais complexas. Há mais dendritos para criar mais caminhos, as células gliais crescem e torna-se maior a mielinização dos axônios, enriquecendo a velocidade e a qualidade de transmissão da informação de uma célula para outra.

Provas neurofisiológicas sugerem que os lobos frontais sejam responsáveis pelas funções executivas de coordenar a informação proveniente de muitas fontes, elaborar metas e fazer planos, como também mostram diferenças em intensidades sinápticas e mielinização (Anderson & Davis, 2001). O maior uso da atividade pré-frontal tem sido evidenciado em diversas pesquisas com jovens superdotados (Alexander et al., 1996; Geake, 2004), cuja alta habilidade, medida em testes de QI, mostrou lobos frontais diferenciados para o controle voluntário da atenção, planejamento, auto-controle e tomada de decisões, enquanto que outros jovens, com QI médio, também envolvidos na pesquisa, ativavam as regiões temporais, de particular importância na resolução de problemas (Jausovec, 2001). Estudos indicam que as diferenças de áreas cerebrais ativadas são devido à maior ou menor capacidade de organizar os pensamentos e operações. Aqueles com QI elevado reduzem a complexidade de seu esquema operatório, tornando-o mais abstrato. Os investigadores Alexander, Benbow e O'Boyle (1995) mostraram uma particularidade dos superdotados expressa na capacidade exímia de regulação para a ativação ou inibição das áreas cerebrais responsáveis, ou não, pelo desempenho de tarefas específicas. Acrescentam que mais do que o nível de ativação nas diferentes regiões, importa considerar as relações que se estabelecem entre elas.

Outro aspecto neurofisiológico da superdotação que tem sido apontado em pesquisas é a utilização mais ampla de ondas alfa de jovens com alto QI, durante a realização de atividades específicas. Sabemos que as ondas cerebrais mudam de frequência, baseada na atividade elétrica dos neurônios e se relacionam às mudanças de estados de concentração para

se adequar à determinadas tarefas. Pesquisadores da Universidade de Maribor, Slovenia (Gerlic & Jausovec, 1999; Jausovec, 1996, 1997, 2000, 2001) têm diversos estudos sobre as diferenças nos processos cognitivos observados com EEG que comprovam a relação entre atividade cerebral e inteligência. Como consequência de todos esses estudos, evidenciamos: (i) mais dentritos geram mais possibilidades de conexões sinápticas e circuitos cerebrais, resultando na capacidade dos estudantes para processar maior complexidade nas informações; (ii) os conteúdos bioquímicos dentro do corpo celular tornar-se-ão mais fortes, e conseqüentemente, acarretam a capacidade dos estudantes para mais profundidade e inovações; e (iii) mais produção de células gliais resulta em maior mielinização da bainha do axônio e mais rápidas mudanças sinápticas, promovendo aceleração nos estudos dos alunos.

*“In this way, gifted children become biologically different from average learners, not at birth, but as a result of using and developing the wondrous, complex structure with which they were born. At birth, nearly everyone is programmed to be phenomenal” (Clark, 2007, p.51)*

Os padrões complexos de atividade elétrica cerebral, que são ativados por estímulos elétricos específicos, correlacionam-se com os escores obtidos em testes de habilidades cognitivas, como os chamados testes de QI, e quanto mais elevado o QI mais diferenciada é a atividade elétrica nas diferentes zonas cerebrais (Gasser et al., 1987). Para Eysenck (1987), os processos mentais superiores refletem o funcionamento do sistema nervoso central, e suas variações traduzem as diferenças no fator g. Para ele, os superdotados cometem menos erros na transmissão da informação neurológica ao longo do córtex cerebral; sugere que os investigadores da inteligência deveriam observar diretamente as ondas cerebrais e, juntamente com Arthur Jensen e outros psicólogos, acreditam que os neurônios em cérebros com QI alto disparem mais rapidamente e mais eficientemente do que os cérebros normais (Winner, 1998).

Ainda que os estudos neurofisiológicos da cognição tendam a proporcionar explicações naturais de alguns fenômenos biopsicológicos, como a inteligência e a superdotação, é de se reconhecerem vantagens e limites nestas pesquisas. Para Halford (2001), as redes neuronais têm muitas vantagens como modelos das funções psicológicas humanas, porquanto estejam mais próximas da forma como interatuam os neurônios, ao mesmo tempo que cita Fodor e Pylydhyn (1988) para quem os modelos mostram uma suposta

incapacidade para igualar as propriedades dos processos simbólicos. No resultado da velocidade e eficiência da condução sináptica, estariam as bases biológicas da inteligência e, por analogia, da superdotação. Podemos concluir, a partir de estudos e pesquisas dos últimos anos, que a arborização dos neurônios corticais, as conexões interneurais e dendríticas, os neurotransmissores, o metabolismo da glicose cerebral e a velocidade da condução nervosa são dados neurofisiológicos que vêm merecendo atenção dos pesquisadores.

### 6.1 – Avaliação neurofisiológica da superdotação

Os esforços para descobrir como as capacidades superiores possam estar refletidas na estrutura do cérebro vão desde a dissecação (separar em fragmentos), técnica “*in vitro*” até técnicas altamente sofisticadas, “*in vivo*”. São técnicas também utilizadas para desvendar o potencial neurológico e as bases genéticas da superdotação num esforço para descobrir como as habilidades superiores possam ser refletidas na estrutura física do cérebro. Para Gazzaniga (1985), entre os biólogos há um axioma que diz se queremos saber como algo funciona, devemos estudá-lo quando não estiver funcionando; o estudo do cérebro lesionado poderia nos informar como o próprio sistema cognitivo se encontra, normalmente, organizado.

Um famoso exemplo de dissecação refere-se ao cérebro de Einstein, falecido em 1955, aos 76 anos, o qual com a idade aproximada de 25 anos já teria formulado a conhecida teoria da relatividade. Antes de morrer, o cientista declarou que seu corpo deveria ser cremado e autorizou preservar seu cérebro para pesquisa científica. O patologista, da Universidade de Princeton, que fez a autópsia – Dr. Thomas Harvey – retirou o cérebro de Einstein, que foi pesado, perfundido com uma solução de fixador fixo formalina, medido e fotografado. As primeiras investigações do próprio Dr. Harvey não mostraram nada fora do comum quanto à sua estrutura e ele próprio disse que “*he could find nothing whatsoever that was remarkable or unusual about the structure of Einstein’s brain*” (Winston, 2004, p. 417).

Anos mais tarde, os estudos foram reiniciados e a cientista Marian Diamond, psicóloga de Berkeley, que foi uma das pesquisadoras que recebeu um fragmento de tão importante cérebro, juntamente com sua equipe, contaram o número de neurônios e células gliais do lóbulo frontal (área 9) e do lóbulo parietal (área 39) dos hemisférios direito e esquerdo. Sabemos que a primeira área é importante para o planejamento, atenção e memória, enquanto a segunda está relacionada com a linguagem e outras funções complexas. Estabeleceu-se a percentagem entre os neurônios e as células gliais, e uma característica

atípica foi descoberta ao ser comparada com a de cérebros de onze homens com idade aproximada de 64 anos, principalmente na área 39. (Diamond, 1985).

O grupo de cientistas concluiu que o lóbulo parietal inferior esquerdo do cérebro de Einstein apresentava uma percentagem relativamente maior de células gliais do que a encontrada nos cérebros normais. Temos conhecimento de que essas células desempenham um papel importante na mielinização dos neurônios, auxiliando na velocidade da conexão neural e pode ser uma indicação de que os neurônios einstenianos necessitassem mais energia, por apresentarem um metabolismo mais intenso. Entretanto, não se sabe se a contagem glial elevada tem alguma relação com a genialidade de Einstein, uma vez que o lóbulo parietal nas áreas estudadas mantém importantes conexões com outras áreas, estando este lóbulo envolvido com muitos tipos diferentes de habilidades (Winner, 1998).

Em junho de 1999, foram publicadas outras descobertas mais recentes sobre o cérebro de Einstein, segundo relata a Dra. Silvia Helena Cardoso, da Universidade Estadual de Campinas (2000). Os cientistas descobriram que uma parte de seu cérebro era, de fato, fisicamente extraordinária. A pesquisadora Sandra Witelson e colaboradores, do Departamento de Psiquiatria e Neurociências da Faculdade de Ciências da Saúde da McMaster University, Canadá, comparou as medidas anatômicas do cérebro de Einstein com aquelas de cérebros de 35 homens e 50 mulheres com inteligência normal. Em geral, o cérebro de Einstein era semelhante aos outros cérebros, exceto em uma área chamada parietal, a qual, segundo a equipe de cientistas, apresentava um amplo desenvolvimento, em ambos os hemisférios cerebrais, mais concretamente cerca de 15% mais larga do que outros cérebros estudados, aspecto que poderá explicar a genialidade de Einstein. A cognição visuoespacial, o pensamento matemático e as imagens de movimento são fortemente dependentes dessa região, disseram os pesquisadores. Acrescentam que o cérebro não era maior que um cérebro normal, mas uma região chamada opérculo parietal deixou de ser encontrada no cérebro do cientista e, como consequência, permitiu ao lobo parietal inferior crescer 15% mais que o normal.

Outro ponto que chama a atenção é o registro feito pela equipe da ausência de um sulco que, normalmente, percorre a região estudada, o que permitiria que um maior número de neurônios estabelecesse conexões entre si e pudessem trabalhar em conjunto mais facilmente. Segundo os pesquisadores, tal fato poderia estar criando uma extensão, extraordinariamente, grande de córtex altamente integrado dentro de uma rede funcional com consequências positivas para a interconexão neural e produção cerebral. O cérebro de Einstein tinha a fissura lateral (de Sylvius), que separa o lobo temporal dos lobos frontal e parietal, com uma

organização anatômica incomum, diferente dos cérebros controle, pois apresentava uma confluência estranha da fissura lateral com o sulco central. A equipe sugeriu que essas características diferenciais poderiam estar relacionadas à alta capacidade intelectual de Einstein (Gazzaniga et al., 2006).

Se anos atrás a anatomia de um cérebro humano só poderia ser estudada após à morte, hoje a moderna tecnologia permite que os cientistas observem o funcionamento do cérebro “in vivo”. Por isso, é possível estudar não somente diferenças estruturais, mas também a atividade que ocorre em um exato momento naquelas estruturas, utilizando-se eletroencefalogramas e potenciais relacionados ao objeto de estudo ou técnicas para obter imagens fixas que revelem aquela estrutura, tais como a tomografia axial computadorizada (TAC), o imageamento pela ressonância magnética (RM), e a tomografia computadorizada pela emissão de pósitrons (TEP). Os resultados dos estudos com esses instrumentos parecem demonstrar, que pessoas com capacidades extraordinárias, usam suas atividades neuronais diferentemente das de uma pessoa com habilidades médias (Restak, 2004).

Nos dias de hoje, já são várias as pesquisas que comprovam a afirmação de Restak e, dentre elas, registraremos algumas que se relacionam com o objeto de nossa investigação. Jausovec (1996, 1997, 1999, 2000), em estudos realizados com sujeitos de alta capacidade intelectual e os de inteligência média, a respeito da atividade alfa cerebral, concluiu que as diferenças existentes entre eles se refletem na assimetria existente a respeito da ativação dos dois hemisférios cerebrais. Os resultados parecem confirmar que uma elevada atividade alfa (observável quando o esforço mental é baixo), durante o processamento da informação dos sujeitos com alta capacidade intelectual, pode estar relacionada com o uso escasso de certas áreas cerebrais não-requeridas na resolução do problema. As pesquisas de Deary e Caryl (1997) mostraram que as pessoas com maior capacidade intelectual apresentaram maior estabilidade na velocidade da resposta e na complexidade geral da resposta elétrica.

Jonh Geake, pesquisador do Departamento de Neurologia, Westminster Institute of Education, para quem “*intelligence is context-appropriate cognitive activity involving abstraction, reasoning, learning and memory*” (2005, p.5), cita como resultados dos recentes desenvolvimentos da neurociência cognitiva: (i) a neuroimagem e os dados de EEG revelam diferenças qualitativas na organização cerebral dos superdotados comparados com as crianças normais; (ii) os estudos de neuroimagens mostram que o cérebro humano tem áreas para o funcionamento intelectual de alto nível, com uma comunicação intermodular eficaz nos cérebros de superdotados; e (iii) estudos de Camila Benbow e Michel O’Boyle, associando TEP e EEG nas análises do funcionamento cerebral de adolescentes com talento matemático,

mostraram que o lobo frontal era mais ativo, além do alto nível das interações interhemisféricas (Geake, 2003).

Concluimos, pelos exemplos citados, que as observações “in vivo”, importantes na avaliação neurofisiológica da superdotação, permitem estudar não apenas as diferenças estruturais cerebrais, mas a atividade que ocorre no momento nessas estruturas. Acrescente-se que os resultados por TEP têm sido usados para estudar, comparativamente, os cérebros de pessoas com altos e baixos escores nos testes de inteligência. Quando as pessoas de altos escores são envolvidas em tarefas de exigências cognitivas, seus cérebros parecem usar mais, eficientemente, a glicose, nas áreas cerebrais altamente específicas para a tarefa; nos cérebros dos indivíduos com escores mais baixos, a glicose parece ser utilizada de maneira mais difusa, ao longo de regiões cerebrais maiores (Haier et al., 1992). Mais recentemente, Haier (2003) sugeriu que o cérebro das pessoas mais capazes não é apenas econômico no consumo da glicose, portanto há menos gasto de energia, como também é mais eficiente, respondendo pronta e, consistentemente, às tarefas.

Esses dados parecem sugerir que pessoas, com habilidades extraordinárias, aprenderam a usar seu cérebro, diferentemente, da média das pessoas. Anders Ericsson, psicólogo da Universidade de Flórida, estudou por mais de vinte anos, gênios, prodígios ou outros sujeitos com desempenho superior. Embora para ele não existam qualidades especiais herdadas, o ingrediente chave é a persistência em querer aumentar o desempenho e afirma: «*expert performers deliberately acquire and refine cognitive mechanisms to enhance their control and monitoring of their performance*» (Restak, 2004, p. 30). Talvez seja o que Renzulli (1977) destacou como compromisso com a tarefa (motivação), um dos anéis de sua definição de superdotação e o que alguns psicólogos, como Winner (1998), chamam de fúria por parte dos sujeitos para dominarem um determinado assunto, resolverem um problema ou aumentarem o seu desempenho.

Por exemplo, a mente de grandes jogadores de xadrez tem sido estudada em pesquisas conduzidas com técnicas de imageamento cerebral. Os resultados dos estudos revelaram que a atividade do cérebro dos especialistas, em princípio, não difere muito da dos novatos. O grande diferencial, segundo os psicólogos que estudaram a memória dos mestres de xadrez, está no fato de que no cérebro deles, os conhecimentos da memória de longo prazo são, progressivamente, vinculados uns aos outros mediante elos semânticos, adquiridos no

decorrer da partida. Logo, a faculdade de perceber “entre as peças” com rapidez é maior que a capacidade de calcular, antecipadamente, os lances (Didierjan et al., 2005).

Todos esses estudos avaliativos da capacidade superior dão suporte empírico à hipótese de que se mais elevado o QI, mais diferenciada é a atividade neurofisiológica nas diversas áreas cerebrais. Resultados que nos remetem à Teoria da Eficiência (Haier et al., 1992): “*Intelligence is not a function of how hard the brain works but rather how efficiently it works. This efficiency may derive from the disuse of many brain areas irrelevant for good task performance as well as the more focused use of specific task relevant areas*” (p. 415).

## **Síntese**

As diferenças individuais em relação ao desenvolvimento intelectual, que tem sido um dos interesses principais da psicologia ao longo dos tempos, nos últimos anos, tem voltado sua atenção também para os aspectos neurológicos. As variações individuais são hoje estudadas também em nível neurofisiológico, buscando-se teorias baseadas na estrutura física e na função do cérebro, assim como a identificação de variáveis que possam estar vinculadas ou na origem desta diferenciação.

O avanço nos estudos do cérebro, certamente, mostram uma mudança de paradigma, ou seja, a passagem do modelo educacional de superdotação para um modelo neuropsicobiológico, com amplas repercussões no processo pedagógico. A tradicional listagem de características ou de atributos de uma pessoa superdotada passa a ter respaldo científico pelas descobertas neurofisiológicas do funcionamento cerebral. A especialização biológica do cérebro é receber, analisar, processar, recuperar, sintetizar e enviar informações, isto é, realizar o que se chama de operações mentais. São informações veiculadas entre os neurônios (unidades funcionais do cérebro) por processos eletroquímicos. A cada momento, a soma das diferenças de energia elétrica entre os neurônios deixa o crânio, caixa óssea onde se aloja o cérebro, e determina diferenças de potencial elétrico entre pontos diferentes do escalpo.

Os registros gráficos das ondas cerebrais, feitos pelo eletroencefalograma (técnica utilizada com êxito nas pesquisas neurais), são, atualmente, o único instrumento de que se dispõe para a aproximação ao funcionamento cerebral em tempo real, ou seja, em escala de milissegundo. As operações intelectuais, que se realizam através do córtex cerebral, estão nas redes neuronais e não nos métodos e procedimentos, logo, o desenvolvimento e o ensino são processos independentes. Segundo estudos, o desenvolvimento se adianta ao ensino e, por

isso mesmo, o ensino deve estar atento às características e qualidades já amadurecidas. Sob o ponto de vista neurofisiológico, alta inteligência se traduz por mudanças nas estruturas do cérebro: interconexão acentuada entre os neurônios e aumento no número de sinapses, permitindo uma comunicação mais complexa e eficiente dentro do sistema nervoso. Os desafios provocam a natureza dinâmica do cérebro, e ele se desenvolve mais, daí a importância de uma pedagogia estimuladora.

Equipes multidisciplinares, com atitude interdisciplinar, vêm contribuindo para que o progresso científico e tecnológico em campos de conhecimentos diversos se completem para o entendimento das funções cerebrais. Biólogos moleculares buscam, no material genético dos neurônios, elementos para compreender a estrutura molecular do cérebro; neurofarmacologistas mapeiam o seu circuito bioquímico; neuroanatomistas usam técnicas de traçamento e microscópios sofisticados para traçar as conexões cerebrais; neurofisiologistas têm medido a atividade elétrica do cérebro e sua correlação com processos mentais; neurologistas visualizam a estrutura do cérebro vivo pelas técnicas de Imagem Assistida ao Computador; estudiosos dos processos cognitivos realizam investigações com base nas novas tecnologias enumeradas.

As inúmeras pesquisas dos últimos anos têm conduzido a descobertas fascinantes sobre o cérebro humano, tanto estruturalmente como em seu funcionamento. Ademais, foi descoberto que ele, ao contrário do que se pensava no século XIX, apresenta grande plasticidade e as provas de neurogênese (produção de novos neurônios após a fase de desenvolvimento embrionário) ampliam a capacidade humana e o controle de doenças degenerativas. O conhecimento sobre tão importante órgão cresceu, e hoje a ciência nos permite saber que a base da cognição está na criação e no fortalecimento das conexões entre neurônios, que somos o produto de nossas sinapses (Kandel, 2000) e que o seu fortalecimento depende de estímulos fortes para induzir a expressão gênica.

Portanto, a descrição do significado funcional das ondas elétricas e sua relação com o processo cognitivo, as técnicas de neuroimagens cada dia mais precisas, facilitando o estudo do cérebro em ação, as pesquisas que comprovam a relação entre o aumento das ramificações dendríticas e maiores possibilidades de conexões sinápticas e circuitos neurais, a título de exemplo, são algumas áreas que abrem caminhos para melhor compreendermos os aspectos neurofisiológicos da superdotação. Para Rippon (2006), *“the future of EEG in brain research in general and cognitive neuroscience in particular is very promising”* (p. 257).



## **CAPÍTULO 3**



## Capítulo 3

### Metodologia do estudo empírico

#### Introdução

Nosso estudo focalizado na superdotação, com ênfase na avaliação de processos cognitivos, através de testes psicológicos e indicadores neurofisiológicos, teve princípio em alguns pressupostos, extraídos do referencial teórico, que importa aqui sintetizar: (i) a superdotação é um construto psicológico inferido a partir de traços ou sinais e que está presente num alto nível de desempenho; (ii) a superdotação e inteligência são ambas variáveis internas, inferidas pelos seus efeitos no comportamento, sobretudo em nível de aprendizagem e de realização, sendo assumidas como multidimensionais; (iii) no que se refere à superdotação intelectual, a avaliação de habilidades cognitivas tem se mostrado um instrumento confiável, entendendo-se que essa avaliação não se realiza para rotular, mas para identificar, compreender e intervir; e (iv) a avaliação deve ocorrer, através de procedimentos diversos e complementares aos testes psicométricos, por exemplo, a observação direta dos professores, em sala de aula, tem sido reconhecida pelos especialistas como uma técnica auxiliar confiável na identificação dos superdotados.

Além desses pressupostos, partimos de outros vinculados à neurofisiologia, dentre os quais destacamos: (i) os registros de eletroencefalogramas durante uma atividade cerebral permitem a obtenção de marcos de atividade cerebral em milisegundos, de maneira não-invasiva e com alta resolução; (ii) o eletroencefalógrafo mostra a atividade elétrica cerebral durante diferentes estados comportamentais, permitindo obter um mapa topográfico com medidas de ondas cerebrais (alfa, beta, teta, delta) que se associam a diferentes níveis de atividade neuronal cerebral; e (iii) a faixa etária de 11 (onze) a 14 (quatorze) anos tem sido apontada pelos pesquisadores por ultrapassar as fases de marcado e rápido desenvolvimento psicológico e maturação neurológica da infância, que muitas vezes, faz confundir precocidade com superdotação.

A ligação entre o sistema nervoso central e o desempenho das pessoas, conforme descrevemos no capítulo anterior, tem sido objeto da atenção de muitos investigadores, mesmo que ainda timidamente. A decisão por tomar a relação entre a psicologia cognitiva, a neuropsicologia e a psicofisiologia, que cada dia mais se estreita, levou-nos ao seguinte problema: *as ondas elétricas cerebrais dos alunos com altos escores na testagem de*

*habilidades cognitivas revelam dados qualitativos diferentes da atividade neuronal cerebral? Será que tal registro se diferencia também consoante o conteúdo verbal ou espacial das tarefas cognitivas realizadas?*

## **2. Objetivo, Questões e Hipóteses**

A eletroencefalografia dinâmica, que estuda a atividade cerebral durante atividades cognitivas, tem predominado com sucesso sobre o EEG de rotina, em condições de repouso. A pesquisa bibliográfica sobre o uso do EEGQ (mapeamento cerebral) tem-nos mostrado, com mais frequência, estudos sobre o seu importante papel na avaliação e no tratamento de crianças e adolescentes com déficit de atenção e problemas de aprendizado, com o maior banco de dados de pacientes devido ser menos caro, menos invasivo e mais fácil de realizar (Arruda et al., 2007; Capovilla et al., 2004; Chabot et al., 2005, 2001; Snyder & Hall, 2006). Entretanto, se o EEGQ tem mostrado alta sensibilidade e especificidade para distinguir crianças e adolescentes, no que se refere a problemas de aprendizado e de atenção, é relevante destacar a escassez de pesquisas da sua utilização na área de altas habilidades, embora os estudos mostrem que em Psicofisiologia, a atividade cerebral vem sendo estudada não somente porque a informação recebida sobre os processos psicológicos é rica e direta, mas também porquanto as técnicas para estudar essa realidade são cada dia mais acessíveis e precisas na análise do funcionamento cerebral.

O componente empírico de nossa investigação organiza-se em torno do objetivo de *investigar o efeito da realização de tarefas cognitivas verbais e espaciais sobre o comportamento de sujeitos superdotados utilizando como sinal psicofisiológico a atividade cerebral e como técnica o eletroencefalograma quantitativo com mapeamento cerebral (EEGQ).*

David Galin e Robert Ornstein (1972; in Springer & Deutsch, 1998) registraram a atividade do EEG de posições simétricas em cada lado da cabeça, enquanto as pessoas realizavam tarefas verbais (escrever uma carta) ou tarefas espaciais (construir um padrão geométrico memorizado em blocos multicoloridos). Para tornar visíveis as alterações geradas pelo estímulo, um computador tira a média dos registros das formas de ondas cerebrais, permitindo identificar a atividade que ocorre numa relação fixa de tempo (cerca de 500 milésimos de segundo depois do término do estímulo). Uma análise dos resultados da pesquisa citada mostrou que o ritmo predominante nos registros de EEG era o alfa (ciclos rítmicos na atividade elétrica que ocorrem de 8 a 12 vezes por segundo), ora no hemisfério

direito (tarefas verbais), ora no esquerdo (tarefas espaciais). Como o alfa reflete um estado de repouso do cérebro, um hemisfério cerebral estava “ocioso” (in Sagan 1983), ora o direito, ora o esquerdo, com menor atividade alfa; o outro hemisfério revelou maior trabalho de alfa, mais envolvimento e menos energia gasta no exercício da tarefa. Isto significa que a atividade encefalográfica dos hemisférios variou de acordo com a atividade intelectual proposta.

As questões centrais deste componente empírico são: (i) Os alunos com elevada pontuação na avaliação cognitiva apresentam registros encefalográficos diferenciados dos obtidos junto de um grupo de comparação, com pontuação média em testes de QI? (ii) As ondas elétricas cerebrais registradas nas tarefas de exigência cognitiva são semelhantes entre os alunos com altos escores em testes de habilidade intelectual? (iii) Meninos e meninas apresentam desempenhos diferenciados? e (iv) Que zonas cerebrais são mais ativadas quando ocorre a realização cognitiva desencadeada por estímulos verbais ou espaciais?

O caráter oscilatório sinusoidal das ondas sinalizadas no EEG faz com que a frequência seja uma das variáveis independentes possíveis de quantificar, assim como a amplitude. A correlação entre os dois parâmetros é praticamente total (Arangüena, 2001): quanto maior a frequência, menor sua amplitude e maior a atividade cerebral. A interação eletrodo x tarefa permite avaliar se as tarefas, por exemplo, em função do seu conteúdo verbal ou espacial, produzem diferenças nos registros de algumas regiões do escalpo.

Nesta pesquisa, a frequência (número de ondas por segundo), a amplitude (diferença entre o valor máximo e a linha base) e localização (regiões cerebrais) são os sinais psicofisiológicos nos quais nos apoiaremos para testar as hipóteses em que assenta a nossa investigação nesta área. Pesquisas na área de altas habilidades, com técnica de investigação de EEGQ e uso da atividade cerebral como sinal psicofisiológico, vêm dando importantes contributos para estudo dos indicadores neurofisiológicos da superdotação (Alexander, O’Boyle, & Benbow, 1995, 1996; Galic & Jausovec, 1999; Geake, 1996; Jausovec, 1996, 1997; Schafer, 1982). Estudos brasileiros do EEGQ em crianças normais mostraram que as potências alfa foram maiores nas crianças (7 a 11 anos) com melhor resultado no Teste de Desempenho Escolar, independente da idade e sexo (Fonseca et al., 2003), ainda que não se conheçam estudos brasileiros do EEGQ em crianças superdotadas.

Tendo em vista as considerações anteriores centramos nosso estudo do EEGQ em jovens superdotados e foram levantadas as seguintes hipóteses:

1. *Existe uma relação entre o Quociente Intelectual e a frequência do registro encefalográfico.*
2. *Existe uma relação entre o Quociente Intelectual e a amplitude do registro encefalográfico.*
3. *Existe uma relação entre o Quociente Intelectual e a localização das ondas cerebrais no registro encefalográfico.*
4. *Existe um desempenho diferenciado dos superdotados durante a realização das tarefas cognitivas verbais e espaciais.*

Os sinais psicofisiológicos são originados, diretamente, no Sistema Nervoso Central pela atividade cerebral espontânea, na qual intervêm o Sistema Nervoso Sensório-Motor (oculares, músculos, respiração) e o Sistema Nervoso Autônomo (coração, pele,...). Daí a importância estarmos atentos para artefatos e modificações bioquímicas que possam interferir durante a realização de exames neuropsicológicos.

### **3. Participantes**

O componente empírico deste estudo se iniciou com a seleção de um grupo de estudantes e teve princípio em uma população composta de 77 (setenta e sete) alunos que frequentam ou frequentaram programas de atendimento a alunos talentosos em Vitória (Espírito Santo, Brasil), indicados por seus professores, independente de raça e situação sócioeconômica.

Todos os alunos foram submetidos à avaliação psicométrica – WISC-III – para a mensuração da sua aptidão intelectual. A fim de assegurar a necessária homogeneidade do grupo foram controladas as seguintes variáveis: idade - entre 11 (onze) e 14 (quatorze) anos; gênero – ambos representados; área de residência (urbana); e etapa escolar (ensino fundamental).

A partir dos resultados dos testes e critérios estabelecidos pela pesquisa, a *amostra* foi intencional, não probabilística, selecionada com base numa pontuação igual ou superior a 130 de QI na avaliação psicométrica, além de um grupo de comparação, com pontuação de QI entre 100 e 118, tomando-se como referencial não só o Quociente Intelectual Total, como também os Quocientes Verbal e de Execução. Considerando esses critérios psicológicos foram selecionados 15 (quinze) sujeitos para compor o grupo de alunos participantes, sendo 46,7% meninos e 53,3% meninas, com idade, predominantemente, entre 11, 12 e 13 anos (93,4%). Todos frequentavam o Ensino Fundamental, a maior parte cursando as 5ª e 6ª séries

(73,4%), cujas famílias são de nível sócioeconômico entre médio e médio-baixo (86,7%) e a grande maioria estudava em escolas públicas (80%).

#### 4. Instrumentos

Roteiro para registro dos dados pelos professores observadores - Este material estava composto de um cabeçalho de identificação (nome completo do aluno/a, data de nascimento, escola que estuda, série que cursa, nome dos pais, endereço, telefone para contato) e informações para o procedimento (Ficha 1, anexo 1). Considerando que se trata de profissionais com formação na área de Educação Especial para alunos com Altas Habilidades/Superdotados foram dispensados os auxílios observacionais, como listas de verificação ou escalas de avaliação, dentre outras.

Teste individual para a avaliação da capacidade intelectual (WISC-III) - Partimos da conceituação clara e prática de Ogilvie (1973) que, após estudo junto a 370 educadores ingleses, propôs uma definição para o construto superdotado, na qual conjuga caminhos para o processo de sua identificação:

*“O termo ‘superdotado’ é usado para indicar qualquer criança que se destaque das demais, numa habilidade geral ou específica, dentro de um campo de atuação relativamente largo ou estreito. Quando existirem testes reconhecidos como (por exemplo) no caso da ‘inteligência’, então a superdotação poderia ser definida a partir de escores em testes. Onde não exista teste reconhecido, pode-se presumir que as opiniões subjetivas de ‘peritos’ nas diversas áreas acerca das qualidades criativas de originalidade e imaginação demonstradas seriam o critério que temos em mente” (p.6)*

Nossa investigação considerou alunos com elevado escore intelectual, ou seja, que alcançaram uma pontuação de QI Total igual ou superior a 130 (cento e trinta), categorizados como superdotados. A avaliação da capacidade intelectual foi efetuada através da Escala de Inteligência Wechsler para Crianças, terceira edição (WISC-III), planejada para a faixa etária dos 6 aos 16 anos e 11 meses, através de administração individual. A WISC-III está composta de treze subtestes, repartidos por uma subescala verbal e outra não verbal, sendo que cada subteste avalia um aspecto cognitivo diferente. A finalidade da escala é obter três medidas: QI Total (QIT) que avalia o nível geral do funcionamento intelectual; QI Verbal (QIV) para

avaliar os processos verbais e os conhecimentos adquiridos; e QI de Execução (QIE) que mede a organização perceptual, processos não-verbais e a capacidade de manipular estímulos visuais com precisão e rapidez. A organização básica do teste consiste em dois conjuntos, verbal e não verbal, divisão que hoje é aceita como fundamental para compreensão do funcionamento do cérebro e para a distinção teórica entre inteligência fluida e cristalizada (Kaufman & Lichtenberger, 2000).

Weschler (1991) considera importante medir aspectos cognitivos da inteligência, tais como: raciocínio abstrato e raciocínio quantitativo, compreensão verbal, organização perceptiva, memória e velocidade de pensamento. Para ele, que define inteligência como “*the global capacity of a person to act purposefully, to think rationally and to deal effectively with his/her environment*” (in Zachary, 1990 p. 277), nada mais natural que defender a idéia de que a inteligência se reflete sobre o comportamento do indivíduo como um todo, embora a conceba como um complexo de aptidões não inteiramente independentes, mas qualitativamente diferenciáveis.

Eletroencefalograma quantitativo / mapeamento cerebral - O EEGQ registra diferenças de potencial elétrico entre pontos de escalpo cujas medições se explicitam em gráficos de curvas sinusoidais com amplitudes e frequências variáveis que ocorrem durante o registro. As ondas cerebrais registradas traduzem uma contínua atividade elétrica cerebral e o nível geral de excitação no córtex, em decorrência das atividades sinápticas dos neurônios, determina seu padrão e intensidade.

O registro encefalográfico é realizado através de eletrodos (pequenos discos metálicos) afixados com um gel condutor de eletricidade à pele do crânio. Um poderoso amplificador eletrônico aumenta em milhares de vezes a amplitude do fraco sinal elétrico que é gerado pelo cérebro e pode ser captado (geralmente, menos do que alguns microvolts). Um dispositivo chamado galvanômetro, contendo uma pena inscritora presa ao seu ponteiro, escreve sobre a superfície de uma tira de papel, e se desloca à velocidade constante. Um par de eletrodos constitui o que se chama de um canal de EEG.

O conversor analógico-digital (CAD) foi de fundamental importância para que pudessemos utilizar a grande potência e a flexibilidade dos computadores digitais para armazenamento e análise do EEG. Essencialmente, ele é um dispositivo eletrônico que pega uma onda, continuamente, variável e a transforma em uma lista de números (cada número sendo a medida de amplitude da onda, tomada a intervalos regulares de tempo). Cada canal de EEG tem o seu próprio processo de conversão analógico-digital, realizado em paralelo com

outros canais, e tudo isso acontece em tempo real, ou seja, acompanhando a velocidade das ondas cerebrais. Isso caracteriza o EEGQ, diferente do tradicional.

Com a possibilidade de registrar simultaneamente um grande número de canais digitalizados de EEG, nasceu uma nova técnica, no final da década de 80, chamada topografia cerebral. Nessa técnica, um grande número de eletrodos é colocado no escalpo, formando um conjunto de arranjo geométrico, com pontos espaçados igualmente entre si. Um *software* especial dentro do computador do aparelho de EEG monta um gráfico da atividade elétrica numa tela ou impressora colorida, codificando a quantidade de atividade elétrica em um determinado lugar na forma de gradações ou tonalidades de cor (por exemplo, roxo e preto representam uma baixa amplitude das ondas de EEG, enquanto vermelho e laranja representam amplitudes maiores).

Essa abordagem proporciona uma representação muito mais precisa e representativa da atividade cerebral, dando uma visão gráfica da localização de alterações na amplitude, ritmo, etc. em relação à superfície do cérebro. Os neurologistas que trabalham com os sistemas de topografia cerebral foram capazes de diferenciar vários tipos de diagnósticos, inclusive aqueles relacionados com a atenção, memória e outras funções cognitivas. Além disso, o uso de animações quadro-a-quadro de imagens tiradas de mapas cerebrais (o chamado *modo cine*) tornou possível, pela primeira vez, o estudo dinâmico da função cerebral em ação (Sabbatini, 2005).

Fichas para anamnese familiar (Ficha 2, anexo 1) e escolar (Ficha 3, anexo 1)- A anamnese teve por objetivo identificar sinais ou fatores que pudessem ter interferido no desempenho do teste psicométrico ou não foram detectados. Em nossa investigação, trata-se de um instrumento aplicado para os três sujeitos do grupo comparação, com desempenho excelente ou ótimo na eletroencefalografia dinâmica e desempenho médio no teste psicométrico. As entrevistas, semi-estruturadas, ocorreram de forma tranquila, amistosa e espontânea, assegurando-se sempre aos participantes a confidencialidade da informação recolhida.

## **5. Procedimentos**

Foram utilizados métodos de pesquisa qualitativa, que se pode dizer, voltam-se para à profundidade dos fatos, levando em conta sua complexidade e particularidade, para o entendimento das singularidades, ainda que sem preocupações de generalização dos

resultados e conclusões (Demo, 2001). Sabe-se que o uso de testes e exames eletroencefalográficos podem causar expectativas e ansiedades, de modo que questões diretas, claras e concisas foram utilizadas, acessíveis ao nível dos interlocutores, de modo a estabelecer um ambiente de confiança e credibilidade.

Todos os envolvidos – alunos, professores e pais - foram esclarecidos sobre o objeto da pesquisa, recebendo informações precisas quanto ao motivo da linha de trabalho. O pedido para a sua participação foi acompanhado da explicitação da liberdade de participarem, ou não, na pesquisa. Descreveremos, a seguir, a avaliação psicométrica e a avaliação neurofisiológica de modo mais pormenorizado.

### 5.1 - Avaliação psicométrica

Dos 93 sujeitos indicados pelos professores, 77 foram submetidos à avaliação psicométrica e 16 não participaram ou por estarem fora da faixa etária, ou por dificuldades na conciliação de horários ou mudanças de localidade. Os testes foram aplicados por psicólogos, sob a coordenação de uma psicóloga, mestra em Psicologia, com dissertação na área de superdotação.

Inicialmente, foram percorridas as seguintes etapas: (i) reunião com as equipes técnica e docente dos programas de atendimento para apresentação do projeto de pesquisa, detalhamento da metodologia e definição de um cronograma de trabalho, quando foi solicitada uma observação sistematizada para indicação dos alunos que apresentassem “sinais” de que se diferenciavam da media comparável por uma ou mais habilidade – Abril de 2005; (ii) observação sistematizada no período de Abril a Dezembro de 2005, durante o qual foi mantido contato permanente com os professores; (iii) reunião com a equipe de psicólogos para apresentação do projeto e definição de cronograma para aplicação do WISC-III – Março de 2006; e (iv) contatos com as famílias para expor os objetivos da pesquisa, obter autorização, agendar data e horário para aplicação dos testes, bem como conciliar aspectos administrativos, como local e transporte – Abril de 2006.

A aplicação do Teste ocorreu em dois momentos distintos. Primeiramente, foram aplicadas oito provas do teste, quatro verbais (informação, semelhança, aritmética e compreensão ) e quatro de execução (completar figuras, código, arranjo de figura e armar objetos), de modo a levantar os resultados parciais sobre o desempenho dos sujeitos nos itens avaliados. Essa etapa iniciou-se em Abril de 2006 e prolongou-se até Março de 2007. No total, foi aplicado o teste a 77 estudantes da rede pública e privada de ensino de Vitória/ES, ambos os sexos e idades, variando entre 11 e 14 anos. No decorrer das aplicações não ocorreu

nenhum fato relevante que pudesse comprometer as condições necessárias para um bom ambiente da avaliação, segundo relatório da psicóloga.

Em seguida, atendendo a critérios, foram selecionados 15 sujeitos, que participaram do segundo momento da pesquisa, que consistiu em aplicar as provas Cubos e Vocabulário, concomitante à realização do EEG com Mapeamento Cerebral. Primeiro, foram aplicadas as provas de vocabulário, depois as relativas aos cubos. Segundo a psicóloga, esta opção se deu para facilitar na aplicação do EEG que, inicialmente, precisava se dar sem nenhuma movimentação por parte do testando, e também para diminuir a ansiedade dos sujeitos, uma vez que as primeiras palavras são de fácil resposta. A técnica se limitava a pedir o mínimo de movimentação possível durante os registros. Não havia mudança na maneira de registro de uma prova para outra.

A realização do teste aconteceu em um consultório de neurologia, onde o ambiente e as condições de testagem foram favoráveis, não havendo intercorrências, como atesta a mesma psicóloga que acompanhou o primeiro momento. Os exames foram realizados em sala silenciosa, posição semi-sentada, olhos abertos, à exceção do período preparatório, 23 eletrodos, gel normal, com a presença apenas do aluno, da técnica e da psicóloga, de Setembro de 2006 a Maio de 2007.

## 5.2 - Avaliação neurofisiológica

Foram estudados 15 (quinze) sujeitos de um universo de 77 (setenta e sete), considerados clínica e laboratorialmente saudáveis. Todos apresentaram exame neurológico normal e cada um realizou apenas um exame de EEG. Todos os alunos se encontravam num estado emocional, aparentemente tranquilo e nenhum fazia uso de medicamento que pudesse modificar o EEG, como os barbitúricos. Os alunos distribuíam-se por dois grupos: superdotados (QI igual ou acima de 130) e normais (QI entre 90 e 119), como grupo de comparação.

O EEG com mapeamento cerebral nesta pesquisa foi realizado da seguinte maneira: primeiro em vigília, com o sujeito em repouso, com olhos fechados, obedecendo às ordens da técnica como não piscar os olhos, não engolir saliva ou não mexer os olhos. Num segundo momento, foi solicitado que respirasse “como um cachorrinho cansado” para promover uma alcalose cerebral no encéfalo e para verificar se existem ondas cerebrais anormais ou não.

A seguir, o aluno foi ativado pela psicóloga com estimulação verbal e espacial durante a aplicação dos testes de vocabulário e de cubos da WISC-III, estritamente aqueles estímulos que se referem ao próprio teste, solicitando que evitasse, ao máximo, se

movimentar. O EEGQ computadorizado, com todo seu aporte tecnológico, entre outras coisas, permite maior mobilidade do examinando, minimizando os indesejados artefatos mecânicos, tornando possível o registro EEG da pessoa em ação, com o seu cérebro em plena atividade cognitiva (Arangüena, 2001). Durante o teste de vocabulário, predominou o estímulo auditivo, quando a psicóloga perguntava o significado das palavras inseridas e o aluno precisava apenas responder; na parte de execução, os estímulos foram de índole verbal e visual, quando era apresentada a tarefa, ele ouvia a instrução, via a figura e executava montando os cubos.

Os sinais eletroencefalográficos foram captados em uma sala preparada com isolamento acústico e elétrico, com registro espontâneo durante todo o processo. Nessa hora, tivemos uma atenção especial para os artefatos, principalmente aqueles que tem origem no próprio sujeito, pois ao contrário dos de origem externa, são mais “daninhos” (Arangüena & Dorado, 2000), como os de natureza ocular. Os sujeitos ficavam, confortavelmente, sentados em uma cadeira com suporte para braços com a finalidade de minimizar artefatos musculares.

Foi utilizado o equipamento de EEGQT de 23 canais. A colocação dos eletrodos de escalpo ou de superfície, aplicados, devidamente, com pastas condutoras e adesivas, foi de acordo com o sistema internacional 10-20 de Jasper (1958), conforme preconizado pela Sociedade Brasileira de Neurofisiologia Clínica e pela American EEG Society: Fp1, Fp2 (pré-frontal), F7/F8 (frontal), T3/T4 (temporal), T5/T6 (temporal), F3/F4 (frontal), C3/C4 (central), P3/P4 (parietal), O1/O2 (occipital), Fz, Cz, Pz, Oz (frontal, central, parietal e occipital médio), A1/A2, referência bi-auricular unida e “terra”. Os números pares correspondem ao hemisfério direito e os ímpares ao esquerdo; as letras maiúsculas designam a região cerebral de onde provêm os potenciais e “z” relaciona-se à linha média.

Nas figuras 1 A/B/C,, descreveremos a colocação dos eletrodos, segundo o sistema 10-20 (Fleury, 2007).

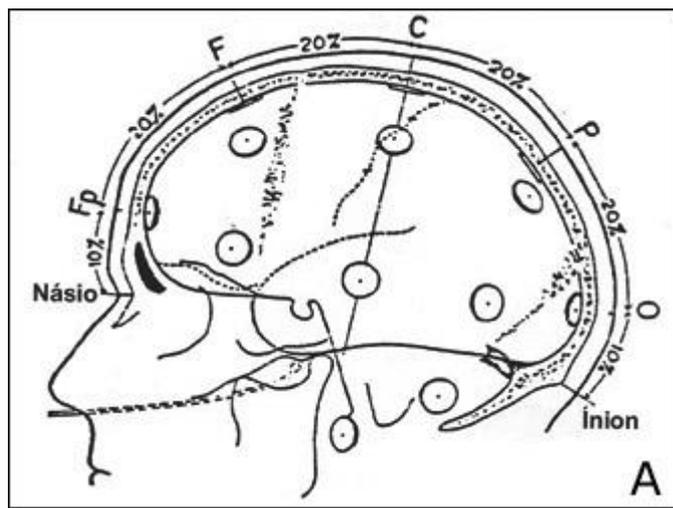


Figura 3. 1 A - Método de medida para o encontro das posições dos eletrodos da linha média.

As medidas laterais são baseadas no plano coronal central. Mede-se inicialmente a distância entre os pontos pré-auriculares (depressão na raiz do zigoma anteriormente ao trago), passando pelo ponto central já determinado com a medida ântero-posterior. A dez por cento dessa medida, acima do ponto pré-auricular, encontramos o ponto temporal e a 20% acima desse marcamos o ponto central (Figura 3.1 B).

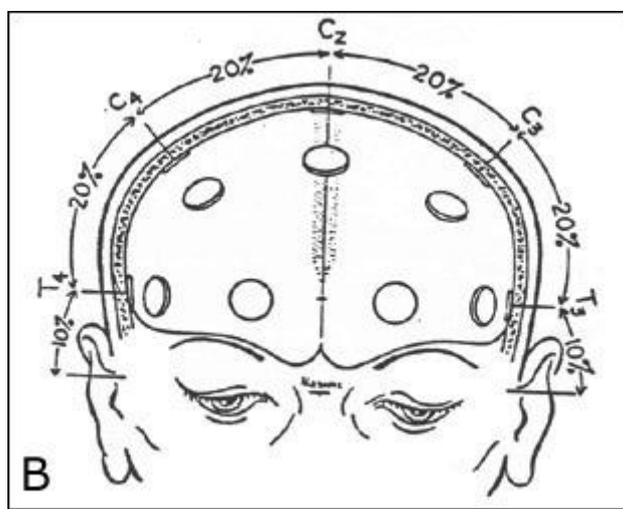


Figura 3. 1 B - Visão frontal do posicionamento dos eletrodos centrais em relação ao plano coronal.

Em seguida, determina-se a linha ântero-posterior sobre as regiões frontal, temporal e occipital, medindo-se a distância entre o ponto da linha média Fp e o ponto occipital também da linha média, passando-se pelo ponto temporal, previamente, marcado. A partir da posição Fp marca-se 10% desta medida, assim como a partir do ponto occipital da linha média. Dessa forma,

encontram-se os pontos Fp e O. Os pontos temporal anterior e posterior estão na posição a 20% da distância, a partir dos pontos Fp e O determinados nessa linha (Fig. 3. 1 C).

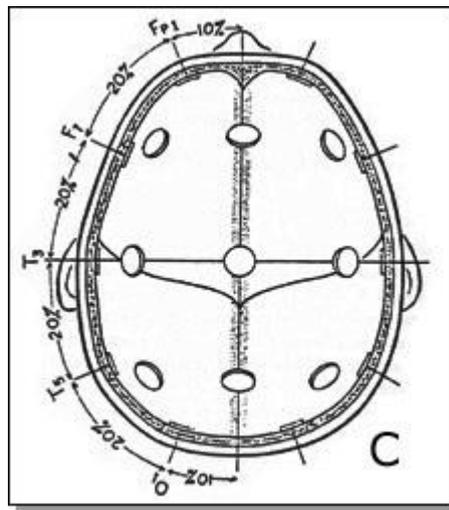


Figura 3. 1 C - Vista superior dos eletrodos da linha temporal bem como dos eletrodos F3 e F4 e P3 e P4.

Os pontos remanescentes, frontais (F3 e F4) e parietais (P3 e P4) são posicionados ao longo da linha coronal frontal e parietal, equidistantes, respectivamente, entre as linhas média e temporal (Figura 3.1 C).

Desde o início da década de 80, foi possível a modelagem e a análise matemática do sinal EEG, de forma a deixar claro muitas de suas características, como os espectros de frequência que foram divididos nas bandas de frequência correspondentes a cada um dos ritmos principais de EEG e, como consequência, a análise neste domínio (*frequency domain*) passou a ser uma abordagem comumente usada nas pesquisas (Nitish & Tong, 2004). Assim, definiram-se métricas através do estudo dos sinais EEG, expressas em faixas ou bandas de frequência, em hertz (Hz).

Em síntese, o *software* transforma a energia elétrica armazenada em função do tempo em energia elétrica como uma função de frequência (análise espectral), usando um método FFT (*fast Fourier transformation*). O sinal eletroencefalográfico é apresentado em forma de números representativos das diferentes grandezas (hertz) e não mais como as clássicas ondas complexas; os valores utilizados foram: delta, de 0,5 a 3,5 Hz ; teta, de 4,0 a 7,5 Hz ; alfa, de 8,0 a 12,5 Hz ; beta 1, de 13,0 a 19,5 Hz ; beta 2, de 20,0 a 25,5 Hz e beta 3, de 26,0 a 32,0 Hz. Dependendo das respostas aos estímulos cognitivos, uma dessas faixas pode se destacar mais que outras (Jerwis et al., 2003).

Aspectos do mapeamento - Cerca de cinquenta registros por segundo foram procedidos, dentre os quais considerou-se para fins deste estudo: Diagrama posicional - mostra todo o EEG condensado graficamente; Amplitude média absoluta das ondas - deslocamento da onda a partir da linha base, é um dos parâmetros que o caráter oscilatório do tipo sinusoidal do sinal EEG permite quantificar, assim como a frequência, e relaciona-se com o quantitativo de neurônios envolvidos; Topografia cerebral - visão gráfica da localização de alteração na amplitude, ritmo, etc.; Mapas frequenciais - relacionam-se com o qualitativo; Histogramas - condensação de tudo o que ocorre durante o EEG, fazendo uma análise por completo, mostra o circuito bioquímico cerebral em percentil; Tabelas, quando necessário.

Os demais registros, como, por exemplo, potenciais do tempo, barras, relação das ondas ou bandas frequenciais foram considerados não aplicáveis à presente investigação, embora possam ser importantes para outras pesquisas. Como marcadores para os registros foram usados: Cronograma – delta/teta – alfa/beta; CSA (*Compressed Spectral Array*): aspecto e compacto, em relação à bioquímica cerebral registrada; e Análise de coerência entre ondas cerebrais e aspectos bioquímicos.

O estudo se prendeu mais especificamente à área frontal, pois sabemos que o lobo frontal é o mais importante no humano por congregar as mais destacadas vias de memória, como a Evocativa e de Fixação – ligadas diretamente ao Hipocampo, além do papel preponderante na capacidade de reter informações, de formar memórias novas e de fazer generalizações (Duncan, 2001; Grieve, 1995; Merrit, 1984, 1989). O Hipocampo é como se fosse um grande banco de dados (Izquierdo, 2004); nele, milhares de neurônios “bibliotecários” armazenam registro de fatos e eventos, regulando as atividades de várias partes do cérebro, ajudado pela amígdala que também seleciona dados e dá sinais de alerta, quando necessário.

## **6. Síntese**

Para desenvolvimento desta pesquisa foi nossa preocupação procurar respeitar os vários momentos que estruturam um projeto de investigação (Almeida & Freire, 2000), tais como: a definição do problema; o levantamento do objetivo, das hipóteses e das questões centrais; a delimitação das variáveis e a escolha dos instrumentos para a sua avaliação. A organização do processo de recolha de dados foi definida e, a partir daí, havendo a preocupação com a prévia definição de um conjunto de procedimentos para que os dados

obtidos fossem fiáveis e significativos para o problema em questão. Um aspecto essencial que mereceu nossa atenção foi a definição do grupo de sujeitos a considerar, ou seja, os sujeitos do grupo experimental (com QI igual ou superior a 130) e os sujeitos do grupo de comparação (QI acima de 100 mas não superior a 120). Da mesma forma, demos particular atenção aos instrumentos e procedimentos a respeitar na avaliação das funções cognitivas, quer na base da psicometria quer na base da neuropsicologia.

Como referimos, uma atenção especial foi prestada à caracterização dos participantes no nosso estudo. Assim, partimos sempre de alunos que frequentavam ou frequentaram programas de atendimento para alunos superdotados ou talentosos, combinando essa situação com os resultados agora obtidos nos instrumentos de medida e outras fontes de informação, e procurando desse modo a minimizar a probabilidade de “falsos negativos”. Também se procurou controlar variáveis de pertença dos alunos, como a idade, gênero, área de residência e etapa escolar na constituição de um grupo de alunos superdotados e de um grupo de alunos de comparação. Durante a avaliação, por sua vez, sempre esteve presente a preocupação dos avaliadores em manter controlada a interferência de variáveis pessoais dos alunos ou do ambiente envolvente, a fim de manter os participantes, sobretudo durante a estimulação verbal e espacial na avaliação neuropsicológica, o mais possível, em um ambiente de confiança, sem ansiedades excessivas ou elevadas expectativas. Por último, sendo nosso intento utilizar neste estudo tarefas verbais e tarefas espaciais e com isso procurar, através dos registros das variações fisiológicas concomitantes, verificar da sua efetiva diferenciação, procuramos que a avaliação das funções cognitivas se concretizasse com o mínimo de interferências externas susceptíveis de colocar em causa a precisão e validade dos resultados obtidos nas avaliações conduzidas.

## **CAPÍTULO 4**



## Capítulo 4

### Apresentação, análise e discussão dos resultados

#### 1. Introdução

Neste capítulo, sintetizamos os aspectos metodológicos do estudo empírico conduzido, passando depois à apresentação detalhada dos resultados obtidos, avançando depois para a sua análise e de seguida para a sua discussão. Pretendemos proporcionar uma visão pormenorizada de toda o nosso trabalho onde a correlação das ondas cerebrais com o Quociente Intelectual, como foco principal das questões e hipóteses que compõem a pesquisa, se faz presente durante todo o capítulo.

Importa referir que os resultados em análise se reportam a três enfoques: a avaliação psicométrica, a avaliação neurofisiológica e a avaliação da anamnese. Após apresentação dos dados psicológicos mais importantes, obtidos através do WISC-III, onde vários aspectos são analisados dentre os quais o desempenho verbal e de execução, quando os sujeitos são estimulados a realizar tarefas cognitivas, é feita a análise neurofisiológica, com base no traçado de EEG. Foram selecionados quinze sujeitos, em base nos critérios psicológicos, com a finalidade de analisar as nuances consideradas mais importantes nas ondas alfa e beta de prevalência, respectivamente, posteriores e anteriores. Os sujeitos foram distribuídos em dois grupos: experimental, com QI igual ou superior a 130, e de comparação, com QI acima de 100 e não superior a 120. A análise da anamnese contempla estes sujeitos para aprofundamento dos resultados obtidos neste estudo, aliás, importa mencionar que também os alunos do segundo grupo frequentam um programa dirigido a alunos talentosos, ainda que na avaliação psicológica agora realizada eles obtenham um QI apenas na média superior.

No quadro do exame encefalográfico, os sujeitos foram redistribuídos em três grupos, tomando-se como referencial as necessidades das ondas alfa durante a realização das tarefas cognitivas. Diversos fatores foram então considerados, como a acentuada atividade difusa em diversas regiões cerebrais, possivelmente, gerada por fatores emocionais que deflagraram tensão e ansiedade, antes de definir os participantes da análise completa, a qual contempla: mapeamento cerebral e análise espectral, histograma, diagrama posicional, topografia cerebral, mapas frequenciais e hemisfério dominante.

A linha de discussão dos resultados se apoia na avaliação psicométrica e na avaliação neurofisiológica, dois momentos que deflagram e compõem o estudo comparativo cujo suporte sustenta os aspectos conclusivos referentes às questões e hipóteses que nortearam a pesquisa. São citados vários resultados da literatura especializada que se replicaram em nossa investigação, confirmando diversas características já consagradas tanto na avaliação psicométrica como na neurofisiológica. No decorrer da pesquisa, torna-se evidente a importância das ciências neurais para os estudos cognitivos cujas investigações consagram a união, cada dia mais consistente entre a psicologia cognitiva e a neuropsicologia.

## **2. Metodologia do estudo empírico**

Antes de procedermos à apresentação e análise dos resultados, importa sistematizar alguma informação referente à metodologia seguida neste estudo, detalhada no capítulo anterior. Com efeito, para o desenvolvimento da presente investigação foram considerados diversos aspectos que nortearam a análise dos trabalhos e se tornaram importantes à medida que os passos eram definidos, passando a ser considerados como determinantes:

(i) Indicação dos sujeitos – O universo era composto de adolescentes que freqüentavam as classes regulares de ensino regular do ensino fundamental e que tinham sido encaminhados a programas de atendimento para alunos talentosos. Nesse ambiente, eram acompanhados por professores facilitadores, capazes e confiáveis para detectar sinais de talento, e cujas indicações foram sinalizadas, principalmente, pelos seguintes atributos: raciocínio rápido, raciocínio lógico bem desenvolvido, curiosidade, independência, dedicação às tarefas de seu interesse, boa memória, capacidade de concentração, fluência, coerência verbal e liderança, dentre outros.

(ii) Perfil da população sinalizada como talentosa: Gênero: 57% meninos e 43% meninas; Idade: entre 11 e 14 anos; Séries do Ensino Fundamental: 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup>; Nível socioeconômico: médio alto = 10,4%, médio = 15,6%, médio baixo = 55,4%, baixo = 19,6%; Escola: 84% públicas e 16% particulares.

(iii) O grupo de 15 alunos tomados neste estudo incluía as seguintes características: Gênero: 46,7% meninos e 53,3% meninas; Idade: 11 anos = 33,4% , 12 anos = 33,4% , 13 anos = 26,6% , 14 anos = 6,6%; Séries do Ensino Fundamental: 5<sup>a</sup> = 40,0% , 6<sup>a</sup> = 33,4% , 7<sup>a</sup> = 6,6% , 8<sup>a</sup> = 20%; Nível socioeconômico: médio alto = 13,3%, médio = 33,4% , médio baixo = 53,3% ;

Escola: 80% públicas e 20% particulares.

(iv) EEGQ proporciona uma avaliação mais precisa da atividade cerebral, dando uma visão gráfica mais acurada da localização de alterações elétricas. A informática, também com animações dinâmicas das imagens cerebrais, facilita o estudo do cérebro em ação. O mapeamento cerebral colorido avalia a quantidade da atividade elétrica de uma determinada região, através das tonalidades de cor: preta e azul (roxa) = baixa amplitude, alta frequência; amarelo e verde = média amplitude, média frequência; laranja e vermelho = alta amplitude, baixa frequência.

(v) Foram selecionados os eletrodos colocados nas áreas frontais e occipitais, pois podemos dizer que a área frontal é a moradia das ondas beta e a área occipital a moradia das ondas alfa, com possibilidades de migrações. As ondas alfa e beta são as mais estudadas, porque estão presentes nas situações experimentais mais comuns (Arangüena, 2001) e, por esse motivo, a análise dos resultados centra-se nas duas atividades neurofisiológicas. O estímulo sensorial provocado pela psicóloga com a aplicação das provas (WISC-III: cubos e vocabulário) deflagra processos bioquímicos para resolução das tarefas cujo local predominante é o lobo frontal com possíveis deflagrações: migração das ondas beta para área posterior, em detrimento de alfa, querendo bloqueá-la dificultando os “starts” ou pedido de ajuda – requisição *help* – das ondas alfa às ondas delta e teta para moderar as ondas betas (Andrade et al., 2004; Barceló et al., 2000; Merrit, 1989; Patten, 1995).

### **3. Apresentação e análise dos resultados**

Considerando que o estudo comparativo teve dois momentos, em princípio separados depois se completando, com instrumentos diferenciados, a escala WISC- III para a avaliação psicológica e o EEGQ para a obtenção dos indicadores neurofisiológicos, a análise também será feita em duas etapas, a saber:

#### *3.1 – Avaliação psicométrica*

A população, composta de 77 sujeitos, com base em agrupamentos comumente usados na literatura especializada, foi distribuída em cinco grupos, de acordo com a pontuação alcançada no teste de habilidades cognitivas, a saber: Médio inferior - 80 a 89 - 3,9% (3 sujeitos); Médio – 90 a 110 – 23,3% (18 sujeitos); Médio superior – 110 a 119 - 31,2% (24

sujeitos); Superior – 120 a 129 - 16,9% (13 sujeitos) e Muito Superior – igual ou superior a 130 - 24,7% (19 sujeitos).

Os resultados dos testes mostram que cerca de 41,6% dos alunos alcançaram pontuação igual ou superior a 120, o que significa 32 sujeitos com habilidades cognitivas acima da média superior. Desses, 19 (24,7%) apresentaram escore igual ou superior a 130 e, com base na análise das discrepâncias entre QI Verbal e QI de Execução, foram selecionados 10 para compor a amostra de superdotados (critério de duas unidades de desvio-padrão acima da média). Como grupo de comparação foram selecionados 5 alunos, com QI Total na faixa de 100 e 119 (54,5%), com habilidades cognitivas normal ou na média superior, observadas também as discrepâncias entre o QI verbal e o QI de execução. A tabela, que se segue, resume a identificação dos sujeitos considerados no nosso estudo.

Superdotados				
Sujeitos	Sexo	QIT	QIV	QIE
1	F	133	142	117
2	F	135	145	117
3	M	138	143	128
4	M	130	126	129
5	F	132	121	138
6	F	136	132	135
7	M	142	140	136
8	F	144	152	129
9	M	145	149	134
10	M	145	143	141
Comparação				
Sujeitos	Sexo	QIT	QIV	QIE
1	M	110	107	112
2	F	103	115	90
3	M	114	113	113
4	F	111	101	121
5	F	118	117	116

Tabela 1 – Descrição dos sujeitos em termos de gênero e de QI

Legenda: F= Feminino; M= Masculino; QIT= Quociente Intelectual Total; QIV= Quociente Intelectual Verbal; QIE= Quociente Intelectual de Execução

A princípio, considerou-se a possibilidade de que os estímulos sensoriais, durante a aplicação das provas de cubos e vocabulário da escala WISC – III, simultaneamente com o EEG, pudessem interferir nas condições de repouso necessário à realização desse exame, comprometendo os resultados. Por isso, foram realizados pré-testes no sentido de adequar o procedimento psicométrico às condições ótimas para o EEG, como por exemplo, ausência de movimentos dos membros inferiores, movimentação apenas de mão dos membros superiores

e ritmo respiratório uniforme. Destarte, a aplicação simultânea das provas de cubos e vocabulário não alterou significativamente a pontuação obtida no primeiro momento do teste, nem as discrepâncias observadas no EEG.

Em síntese, o grupo para estudo, com base no teste psicológico, ficou assim definido: Gênero – 8 meninas e 7 meninos; Superdotados: 5 com QIV maior que QIE (3 meninas e 2 meninos); 1 com QIE maior que QIV (menina) e 4 com QIV e QIE equilibrados (3 meninos e 1 menina). Por sua vez, o grupo de comparação foi formado por 1 com QIV maior que QIE (menina); 1 com QIE maior que QIV (1 menina) e 3 com QIV e QIE equilibrados (1 menina e 2 meninos).

### 3.2- Avaliação neurofisiológica

Dentre os muitos instrumentos de investigação da atividade cerebral, o EEG é mais barato e não-invasivo podendo registrar a atividade elétrica e suas mudanças durante a execução de uma tarefa, com uma evolução temporal maior que a de outros instrumentos (Gevins, 1998). Apresenta, sem dúvida, uma limitação técnica relacionada à insuficiência de detalhes espaciais para identificar as estruturas e funções relacionadas à atividade elétrica, as quais podem ser visualizadas com ressonância e outros métodos de neuroimagem.

A análise quantitativa, topográfica e estatística foi feita, tomando-se como base o traçado do EEG. Esta quantificação é uma evolução tecnológica que aprimora a sua análise, mas não a substitui, tendo sido considerado tanto o “domínio do tempo” (*time domain*), forma clássica de registro e leitura, como o “domínio de frequência” (*frequency domain*), nova leitura, só tornada possível com o computador, devido o grande número de cálculos em curto tempo. Para se chegar a esse domínio, o princípio básico dos ritmos encontrados em traçado de EEG (teorema de Fourier), foi certamente considerado; assim, por exemplo, em uma atividade alfa de um traçado podem estar embutidas outras ondas, beta, teta ou delta que, ao serem sobrepostas, deram como atividade resultante alfa (FFT- *fast Fourier transformation*).

Foram estudados 15 sujeitos de uma população de 77, avaliados num teste psicométrico (WISC-III), como exposto no capítulo anterior e adiante neste capítulo, considerados clinicamente saudáveis. Todos apresentaram exame neurológico normal e cada um realizou apenas um exame de EEG, assegurando-se um estado emocional tranquilo e

nenhum fazia uso de medicamento que pudesse modificar o EEG, como os barbitúricos. O registro foi da atividade cerebral espontânea e partimos da concepção científica de que os eletrodos colocados no escalpo em diferentes posições permitem a captação dos circuitos das ondas de modo a termos um registro contínuo durante a realização das tarefas cognitivas.

Para análise das ondas cerebrais, através do mapeamento cerebral foi fundamental seguir o relatório do neurologista colaborador nesta investigação. Segundo ele, nesse estudo se restringiu a observar e analisar o EEG com mapeamento cerebral em crianças talentosas, sem ter contato direto com elas, que trabalharam somente com a Técnica e com a Psicóloga. A finalidade era analisar, não o procedimento em si, mas as nuances que nos parecem mais importantes nas ondas alfa e beta de prevalência, respectivamente, posteriores e anteriores.

Somente para efeito de possível colocação posterior, ressaltando as pequenas variações técnicas nas bandas de frequências, queremos lembrar que as ondas alfa têm a frequência de 8 a 12,5 Hz e as ondas beta, que se subdividem em 1, 2 e 3, uma frequência de: beta 1 – 13 a 19,5 Hz, beta 2 – 20,0 a 25,5 Hz e beta 3 – 26,0 a 32,0 Hz, com uma variação na sua amplitude que nos dão o caráter analítico do que denominamos em neurociências de Quociente Racional (QR), e consideramos normal na faixa de 70/80. Nossa investigação se prende ao estudo mais especificamente dos adolescentes assinalados e se fixa no estudo e na análise de: 1-Diagrama posicional; 2- Amplitude média absoluta da área frontal das ondas; 3- Topografia cerebral; 4-Mapas frequenciais; 5- Histogramas e Tabelas (quando necessário).

Sabendo que o lobo frontal é o mais importante no humano por congregar as mais importantes vias da memória – evocativa e de fixação -, ligadas diretamente ao hipocampo, procuramos verificar a importância em relação da migração dos grupos beta para a área posterior, quando, na feitura do EEG digital com o mapeamento cerebral, em detrimento da função alfa, uma vez que esta é a mais importante no campo do raciocínio lógico. A migração beta, dependendo do estado emocional é capaz de bloquear alfa, criando dificuldades aos *starts* responsáveis pela deflagração de processos bioquímicos facilitadores do equacionamento de situações que são apresentadas aos sujeitos quando do exame. Nosso direcionamento se voltou para a requisição *help* de alfa às ondas delta e teta, que são mais lentas e têm a capacidade de moderar a penetração de beta no circuito, fazendo com que alfa não seja perturbado no trabalho – raciocínio – que lhe foi proposto.

Dessa forma, vemos que vários pequenos detalhes no conjunto de “starts”, estão distribuídos entre bilhões de neurônios, são importantes na formalização do processo bioquímico que irá determinar o coeficiente racional, quando o encefalograma não se está procedendo em repouso, estando a criança sendo questionada e sendo requerida para determinados serviços extras que lhe são colocados pela Psicóloga que os acompanha.

Fixamos a nossa atenção, para o presente estudo, em quatro ondas cerebrais inseridas no contexto eletrográfico: Alfa, Beta I, II e III, Teta e Delta. As ondas Alfa são as mais importantes do sistema porque regem as funções encefálicas que, podemos dizer, funcionam como uma orquestra regida por um maestro, sendo, no nosso caso, a onda Alfa. Em virtude das necessidades que a onda Alfa teve ao ser requisitada a desempenhar suas funções que não em repouso, durante a realização das tarefas cognitivas sob a orientação da psicóloga, dividimos os adolescentes estudados em três grupos:

- 1) Excelentes – Neste primeiro grupo que consideramos de excelência, a onda alfa não sofreu nenhum aspecto de necessidade de ajuda das outras ondas e manteve o seu coeficiente de forma integral.
- 2) Ótimos - No segundo grupo, houve a necessidade da onda Alfa receber ajuda das ondas Betas que têm micro voltagem maior, para poderem desempenhar as funções que lhe estavam sendo solicitadas, de forma efetiva e de maneira qualitativa às condições encefálicas, sem que houvesse uma modificação da química cerebral, ou seja, sem que a produção de neurotransmissores fosse reduzida de modo que os receptores continuaram recebendo a informação de modo a não atrapalhar o seu desenvolvimento intelectual na missão que lhe era imposta pela quebra do repouso e a solicitação das tarefas.
- 3) Bons - Neste terceiro grupo houve uma necessidade de as outras duas ondas Teta e Delta, que são de menor voltagem, interagirem com Alfa, para amenizar a ingerência de Beta, com maior microvoltagem, a não deprimirem o ritmo Alfa no desempenho das funções solicitadas, deprimindo-as sim, mas não influenciando sua capacidade na realização do que lhe era colocado.

Concluimos que vários fatores na base da estimulação, conforme detalhado no capítulo 2 desta tese, promovem mutações às mais diferenciadas, dependendo do momento do adolescente no que diz respeito aos seus estados emocionais, por exemplo. Vários destes aspectos poderão ser motivo de apreciação numa possível complementação deste estudo, talvez envolvendo uma observação dos neurohormônios, uma vez que essas substâncias,

secretadas por um neurônio, atingem diretamente a corrente sanguínea e as tensões aumentam sua produção (Heller, 1993; Jackson & Kalin, 2000; Jensen, 2002).

Tomando por base as considerações anteriores, os seis sujeitos que integravam o grupo inicial de 15 alunos, categorizados como bons, por questões de segurança, pois poderiam conspurcar os trabalhos, foram excluídos das análises subsequentes, uma vez que durante os exames de EEG precisaram de ondas teta e delta, de menor voltagem, para ajudar alfa, pois a influência de beta (maior microvoltagem) precisava ser amenizada, ao contrário dos demais que não precisaram desta interferência. Pode-se admitir que esta “força” de beta ao coeficiente emocional, capaz de bloquear alfa, criou dificuldades aos *starts* responsáveis pela deflagração de processos bioquímicos facilitadores do equacionamento de situações apresentadas aos sujeitos.

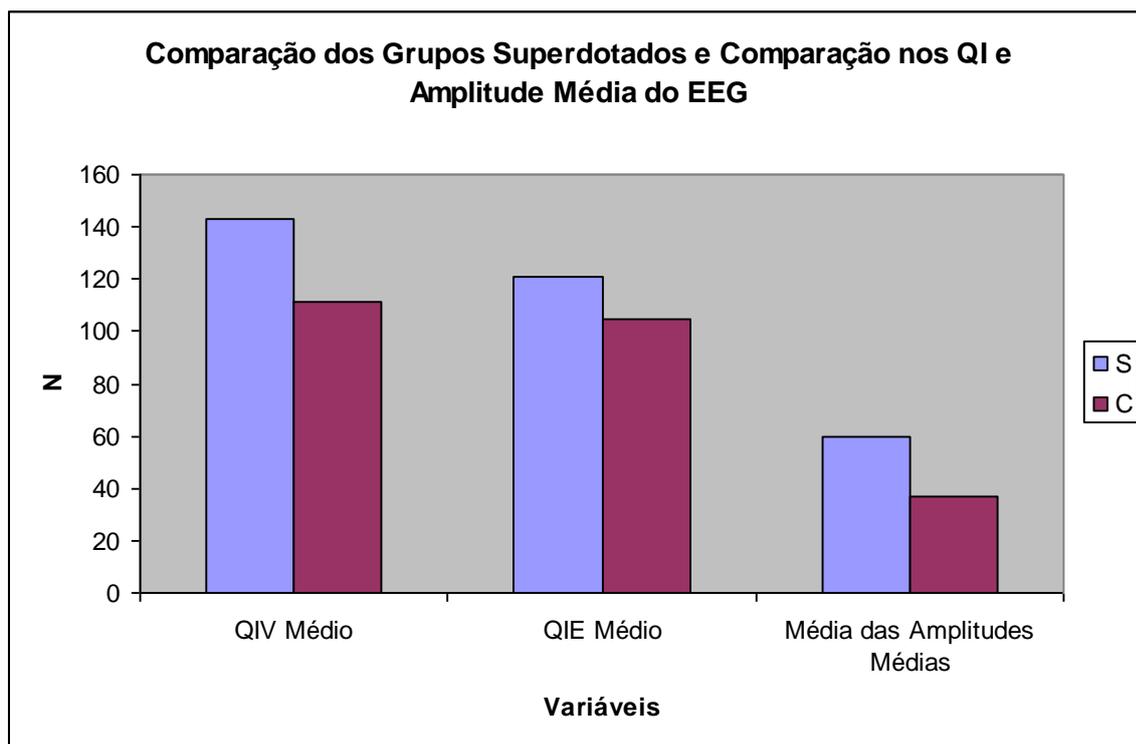
Os estudos dos resultados mostraram que dos nove sujeitos que estavam a ser observado do ponto de vista neuropsicológico, dois foram considerados, com base no exame eletroencefalográfico, excelentes e sete ótimos. Destes últimos, três sujeitos com alta pontuação nos testes psicológicos, escores 144, 145, 145 no QIT apresentaram durante o EEG, na central gerencial neuroquímica o que se chama de *break-down*, ou seja, uma acentuada atividade difusa, na região frontal, parietal, temporal ou occipital, o que poderia ser interpretado, numa linguagem simbólica, como se o seu sistema tivesse “tirado o pé do acelerador” e frenado (neurologista colaborador). Assim, estes três alunos também deixaram de integrar análises subsequentes, pois estudos mostram (Damasio, 2002; Davidson, 2001; Lane et al., 2002) que tais fatos podem estar relacionados a estados de tensão e alta ansiedade durante o registro que poderiam conspurcar os resultados obtidos.

Os resultados que, em definitivo, serão objeto de nossa análise completa reportam-se a apenas seis alunos (n=6). Os sujeitos que passaram a integrar esta análise detalhada dos sinais psicofisiológicos, com idade entre 11,2 e 13,4 anos (média 12,7), sendo 03 do sexo feminino e 03 do sexo masculino, quando submetidos à avaliação cognitiva pelo WISC-III, 03 alcançaram QI Total com escores 133, 135 e 138 (média 135) e 03 (grupo comparação) com QI Total 103, 110 e 114 (média 109), conforme tabela e gráfico que se seguem:

Sujeito	Idade	Sexo	Série	QIV	QIE	QIT	EEG	PP Alfa	PP Beta	Ampl.Méd.	Freq.Dom.
S 1	13.1	F	8ª	142	117	133	Exc.	74.3	17.4	70.5	10.5
C 1	12.5	M	5ª	107	112	110	Exc.	69.6	11.4	33.7	11.0
S 2	13.3	F	7ª	145	117	135	Ótimo	56.1	12.4	56.5	9.5
S 3	11.2	M	5ª	143	128	138	Ótimo	44.4	9.0	51.8	10.0
C 2	12.7	F	6a.	115	90	103	Ótimo	41.6	9.1	47.2	10.5
C 3	13.4	M	6a.	113	113	114	Ótimo	28.4	6.1	29.7	11.5

Tabela 2 – Descrição dos sujeitos na avaliação psicométrica e neurofisiológica

Legenda: S= Superdotados; C= Comparação; QIV = Quociente Intelectual Verbal; QIE= Quociente Intelectual de Execução; QIT = Quociente Intelectual Total; EEG= Eletroencefalograma; Exc.= Excelente; PP= Potencial Predominante; Ampl. Méd. = Amplitude Média; Freq.Dom. = Freqüência Dominante



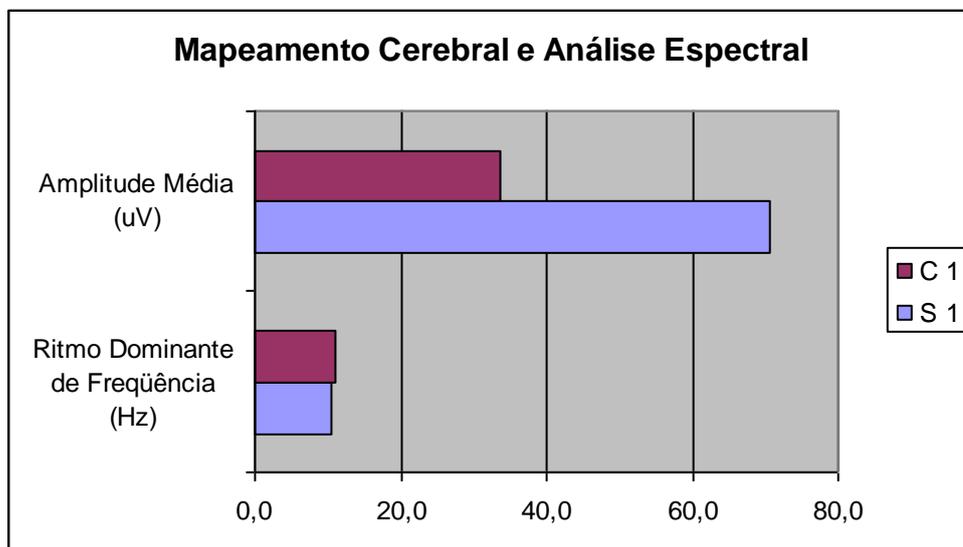
### 1º. Grupo:

Sujeitos considerados excelentes no exame eletroencefalográfico pelo fato de as ondas alfa não terem sofrido nenhum aspecto de necessidade de ajuda das outras ondas e mantido o seu coeficiente de forma integral.

- Mapeamento cerebral e análise espectral :

*Sujeito S 1* - Ritmo dominante de frequência 10,5 Hz com amplitude média de 70,5 uV

*Sujeito C 1* - Ritmo dominante de frequência 11,0 Hz com amplitude média de 33,7 uV



- Histograma de barras de espectro (Domínio de frequência) / Diagrama Posicional

*Sujeito S 1* – Apresentou pico de amplitude espectral na banda alfa em todas as regiões do escalpo, com percentil sempre superior às demais ondas, predominando ligeiramente na região occipital, com percentil pouco acima de 37% (EEGQ - S 1/1 e S 1/2, anexo 2).

*Sujeito C 1* - Apresentou pico de amplitude espectral na banda alfa apenas na região occipital, quando os percentís ficaram entre 40 e 50%. Nas demais faixas do escalpo, houve um equilíbrio entre os percentís delta e alfa, cerca de 25% (EEGQ - C 1/1 e C 1/2, anexo 2).

- Média dos espectros:

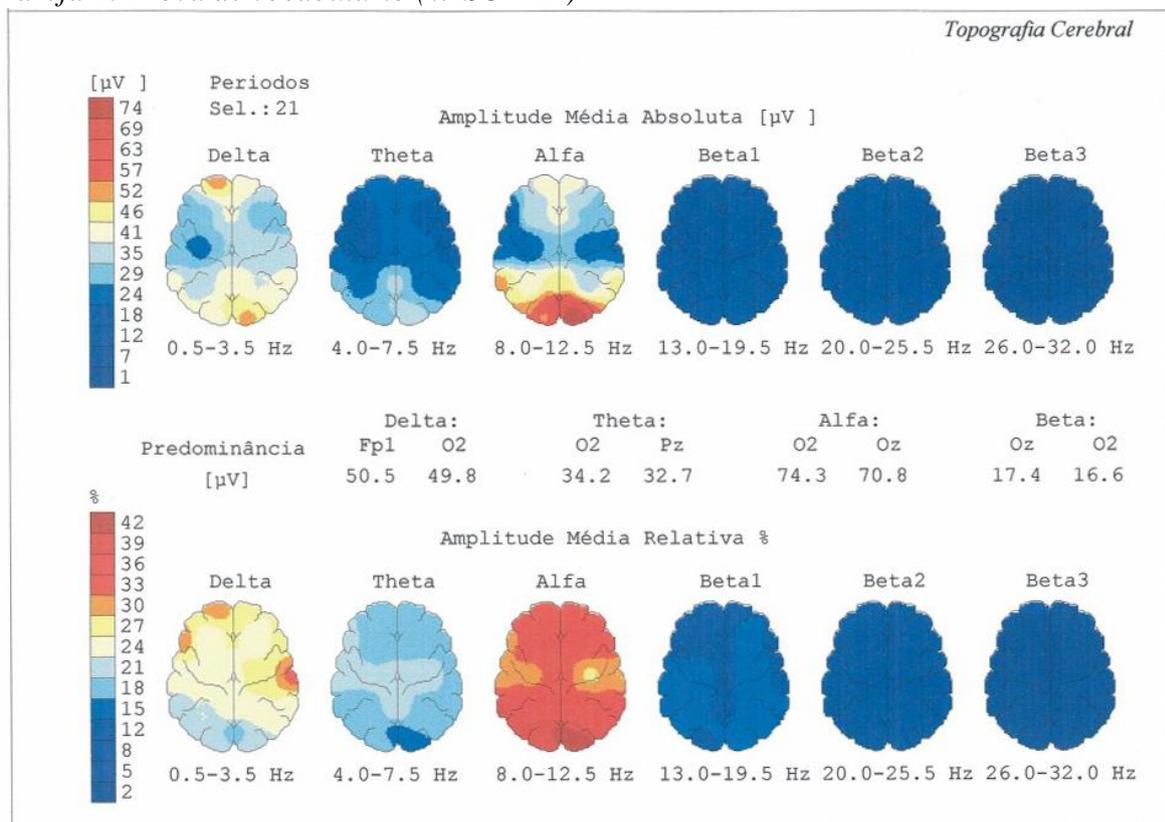
*Sujeito S 1* – Banda Delta: distribuição normal em toda a faixa dos escalpo (cerca de 25%) , praticamente homogênea em toda sua extensão; Banda Teta: distribuição homogênea em todo o escalpo, sempre inferior a 25%; Banda Alfa: domínio em todas as faixas do escalpo, entre 8 e 11,5 Hz, sempre superior a 25 %; média em todos os lobos igual a 34,81%; Banda

Beta: apresentação homogênea em todo o escalpo, com percentil entre 5 e 12% para cada uma, totalizando um quantitativo inferior a alfa nas regiões pré-frontal, frontal e occipital.

*Sujeito C 1* - Banda Delta: distribuição acentuada, em torno de 25%, em quase todas as faixas, só diminuindo no lobo occipital, quando predominou alfa; Banda Teta: distribuição homogênea, aproximadamente 20%, à exceção da região posterior, quando diminuiu para cerca de 12%; Banda Alfa: distribuição homogênea em torno de 25% em quase todas as faixas do escalpo, tendo, entretanto, alcançado entre 37 e 50% no lobo occipital. Média de percentís em todos os lobos igual a 30,14%; Banda Beta: distribuição homogênea em todo o escalpo, variando de 6 a 12%, padrão que atinge no córtex pré-frontal direito, com percentil integral igual ou superior a alfa, à exceção do lobo occipital, quando esta predomina.

- Topografia cerebral – *Sujeito S 1* – (EEGQ - S 1/3, anexo 2) - Ondas alfa com pouca atividade baixa, predominando a atividade média que começa a se elevar na região occipital, diminuindo a frequência. Ondas alfa predominando mais na tarefa 2, amplitude aumentada, predominante em todas as regiões chegando a 74,3 uV no lobo occipital direito.

*Tarefa 1: Prova de vocabulário (WISC – III)*

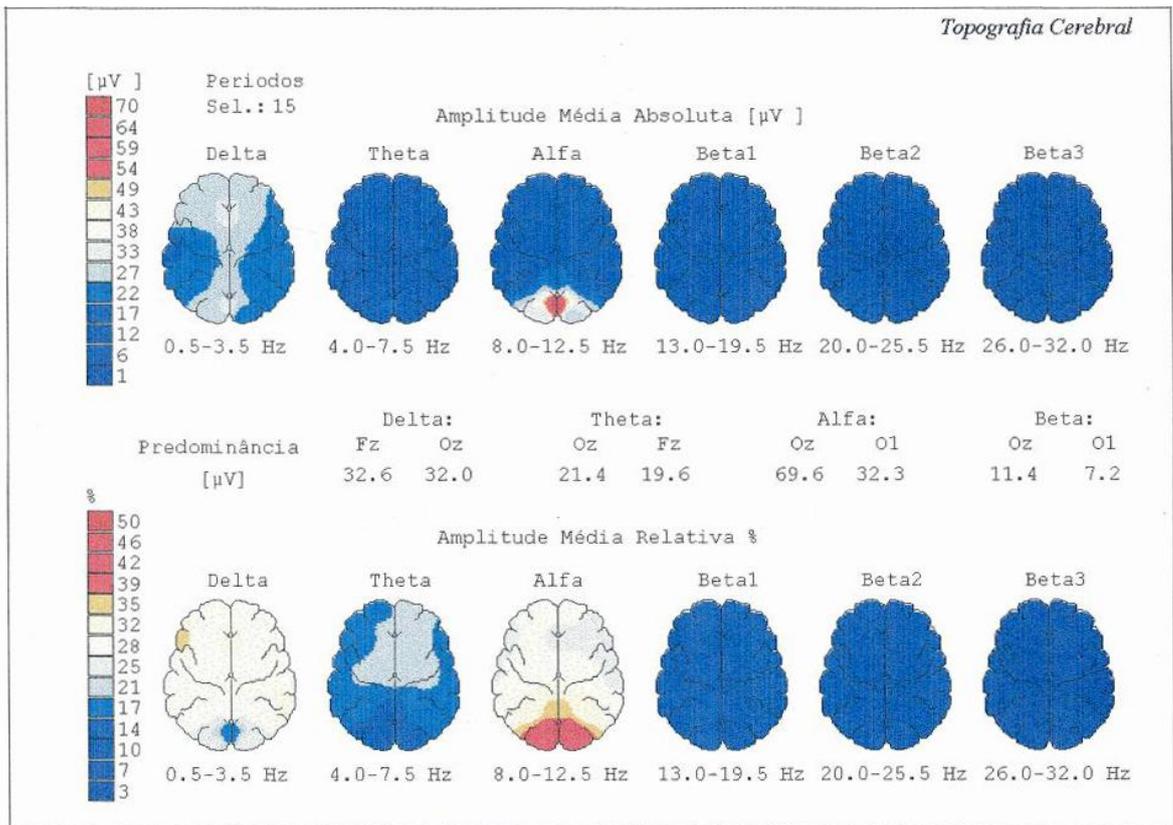


*Tarefa 2: Prova dos cubos (WISC – III)*

Potenciais predominantes / Localização : Delta 50,5 uV em Fp1 , Teta 34,2 uV em O2, Alfa 74,3 uV em O2 e Beta 17,4 uV em Oz.

*Sujeito C 1* – (EEGQ - C 1/3, anexo 2) - Atividade baixa das ondas alfa em quase todas as regiões, ligeiramente alta no lobo occipital. Atividade média predominante, durante a tarefa 2 aumenta a atividade de alfa na mesma região e chega a apresentar uma amplitude média de 69,6 uV em Oz.

*Tarefa 1: Prova de vocabulário (WISC -III)*



*Tarefa 2: Prova dos cubos (WISC III)*

Potenciais predominantes / Localização: Delta 32,6 uV em Fz , Teta 21,4 uV em Oz, Alfa 69,6 uV em Oz e Beta 11,4 uV em Oz.

-Mapas frequenciais:

*Sujeito S 1* - (EEGQ - S 1/4, anexo 2) - Atividade acima de 24 uV na banda alfa que atinge o máximo em 10,5 Hz, chegando a atingir 59 uV, apresentando uniformidade e frequência.

*Sujeito C 1* - (EEGQ - C 1/4, anexo 2) - Atividade em geral baixa, sem homogeneidade, atingindo o máximo na banda alfa - 11,0 Hz – quando chegou a 8 uV pr pouco tempo e já em 11,5 Hz diminuiu a atividade.

- Hemisfério cerebral dominante:

*Sujeito S 1* – (EEGQ - S 1/5, anexo 2) - Esquerdo, com maior amplitude no direito (79 uV) chegando a 53 uV na área frontal de ambos os hemisférios.

*Sujeito C 1* –(EEGQ - C 1/5, anexo 2) - Esquerdo , com maior amplitude (62 uV) na região occipital, apresentando nas demais regiões uma variação entre 20 e 33 uV.

## **2º. Grupo**

Os sujeitos que compõem este grupo foram considerados ótimos no exame eletroencefalográfico, quando as ondas alfa tiveram necessidade de receber ajuda das ondas beta, que têm microvoltagem maior, para poderem desempenhar as funções que lhes estavam sendo solicitadas, sem contudo afetar o desenvolvimento intelectual pela quebra do repouso para realização das tarefas.

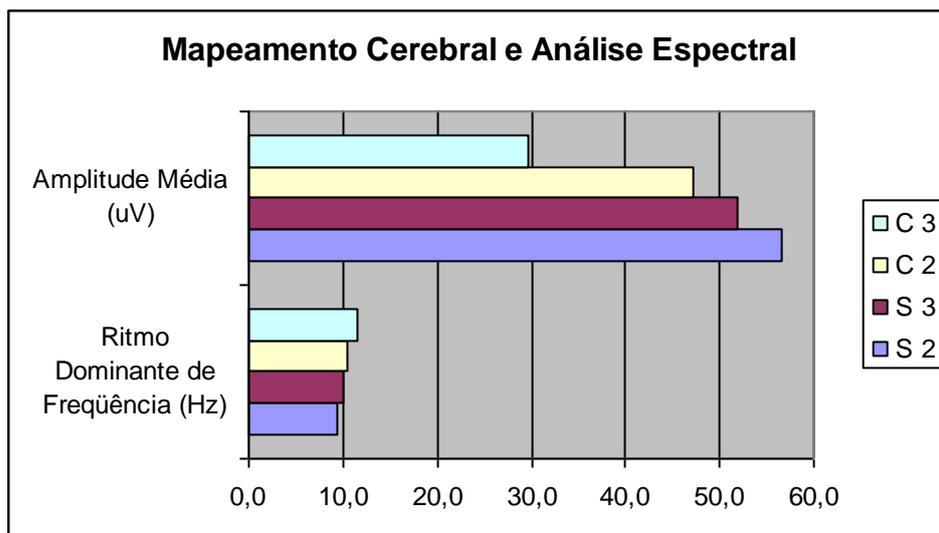
- Mapeamento cerebral e Análise Espectral :

*Sujeito S 2* - Ritmo dominante de frequência 9,5 Hz com amplitude média de 56,5 uV

*Sujeito S 3* - Ritmo dominante de frequência 10,0 Hz com amplitude média de 51,8 uV

*Sujeito C 2* - Ritmo dominante de frequência 1,5 Hz com amplitude média de 47,2 uV

*Sujeito C 3* - Ritmo dominante de frequência 11,5 Hz com amplitude média de 29,7 uV



- Histograma de barras de espectro / Diagrama Posicional:

*Sujeito S 2* – Distribuição preponderante de alfa em todas as regiões, com predomínio nas áreas frontais e occipitais, mantendo-se em torno de 37% (EEGQ - S 2/1 e S 2/2, anexo 3).

*Sujeito S 3* - Certo equilíbrio de percentís entre delta e alfa, à exceção do lobo occipital, quando alfa predomina, estando entre 25% e 37% (EEGQ - S 3/1 e S 3/2, anexo 3).

*Sujeito C 2* - Distribuição de alfa no occipital é predominante, mas nos demais lobos destaca-se sobretudo delta, superior quase sempre a alfa, chegando próximo a 37% nas áreas pré-frontais (EEGQ - C 2/1 e C 2/2, anexo 3).

*Sujeito C 3* – Distribuição predominante de delta nas áreas frontais, às vezes superior a 37% quando alfa aparece inferior a 25%. Na região occipital alfa predomina, chegando a 37% em O1 (EEGQ - C 3/1 e C 3/2, anexo 3).

- .Média dos espectros:

*Sujeito S 2* – Banda Delta: distribuição homogênea em todas as regiões, sempre um pouco abaixo de 25%; Banda Teta: percentís quase sempre igual a delta, à exceção nas áreas pré-frontais quando se eleva e chega a 25%; Banda Alfa: distribuição homogênea apresentando uniformidade , em torno de 37%, entre as áreas frontais e occipitais, sem predomínio desta região. Média em todos os lobos igual a 33,00; Banda Beta: apresenta-se uniforme em todas as regiões , com o máximo de 12% em Beta 1 na região frontal, com quantitativo total inferior a alfa em todas as regiões.

*Sujeito S 3* – Banda Delta: distribuição homogênea, em torno de 25%, apresentando-se um pouco acima nas áreas pré-frontal e frontal; Banda Teta: percentís bastante uniformes em todas as regiões, entre 12 e 25%; Banda Alfa: nas áreas pré-frontais e frontais equilibra-se com delta (cerca de 25%), porém nas demais regiões sempre predomina, chegando a alcançar 37% no lobo occipital. Média em todos os lobos igual a 31,15%; Banda Beta: distribuição uniforme em todos os lobos, com percentual muito próximo a alfa em todas as regiões.

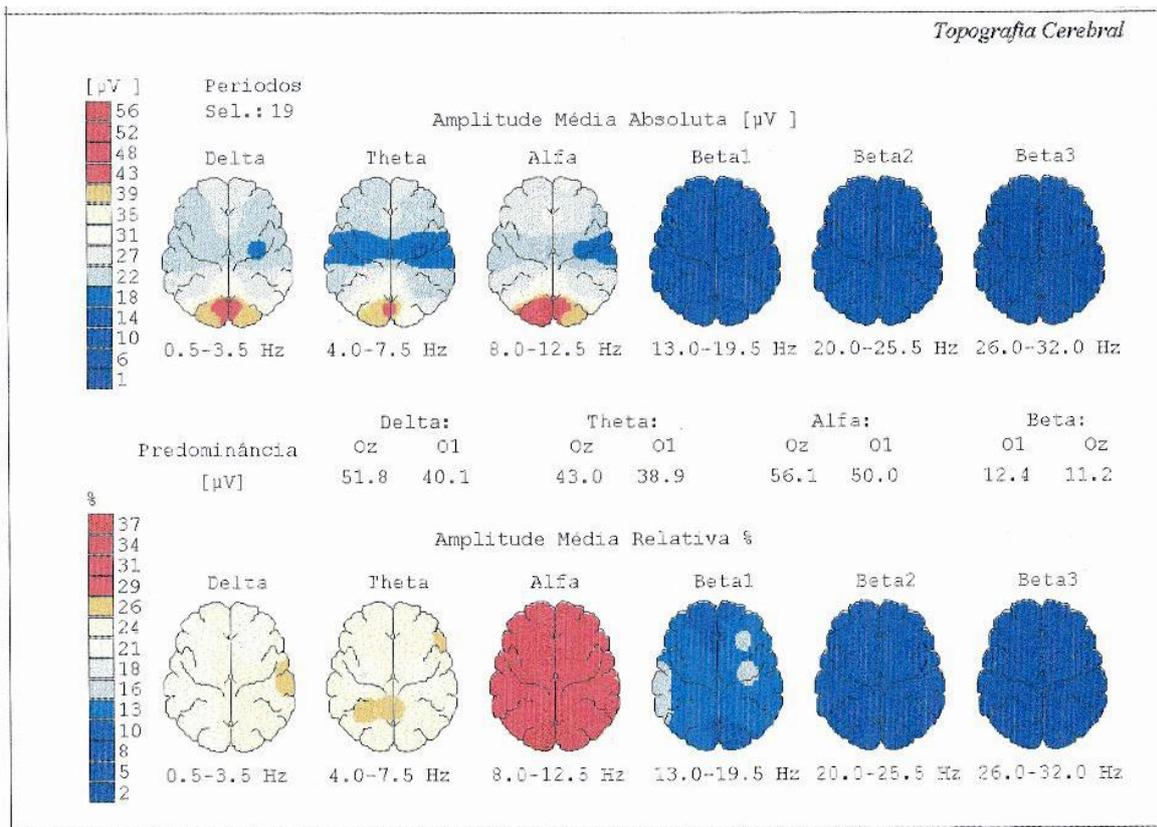
*Sujeito C 2* - Banda Delta: maior percentil nas regiões pré-frontal e frontal, quando chega a pouco mais de 37%, permanecendo superior a alfa também em outras regiões, à exceção do lobo occipital, quando baixa para 25%; Banda Teta: distribuição homogênea, bastante elevada, chegando a pouco abaixo de 25% e ligeiramente acima de alfa; Banda Alfa: predomina na região occipital (entre 25 e 37%) porém inferior a 25% nas demais regiões. Média em todos os lobos igual a 25,05%; Banda Beta: distribuição uniforme, com Beta 1 em 12%, cujo percentual total se mostra superior a alfa nas áreas pré-frontal e frontal.

*Sujeito C 3* - Banda Delta: predominante entre 25 e 37%, apresentando-se inferior a alfa somente na região occipital, mas mantendo-se em 25%; Banda Teta: distribuição homogênea em torno de 12 e 25%; Banda Alfa: percentual maior na região occipital, quando chega a 37%, permanecendo nas regiões pré-frontal e frontal em torno de 25%. Média em todos os lobos igual a 28,25%; Banda Beta: distribuição uniforme em todas as regiões, com beta 1 em 12% e quantitativo total bem próximo de alfa na área frontal.

- Topografia cerebral:

*Sujeito S 2* – (EEGQ - S 2/3, anexo 3) - Ondas alfa com atividade média predominante, ligeiramente alta na região occipital mas ritmo baixo. As ondas alfa, na tarefa 2, apresentam alta atividade com maior estabilidade em quase toda a região cerebral, chegando a 37%, dominando todas as regiões.

*Tarefa 1: Prova de vocabulário (WISC – III)*

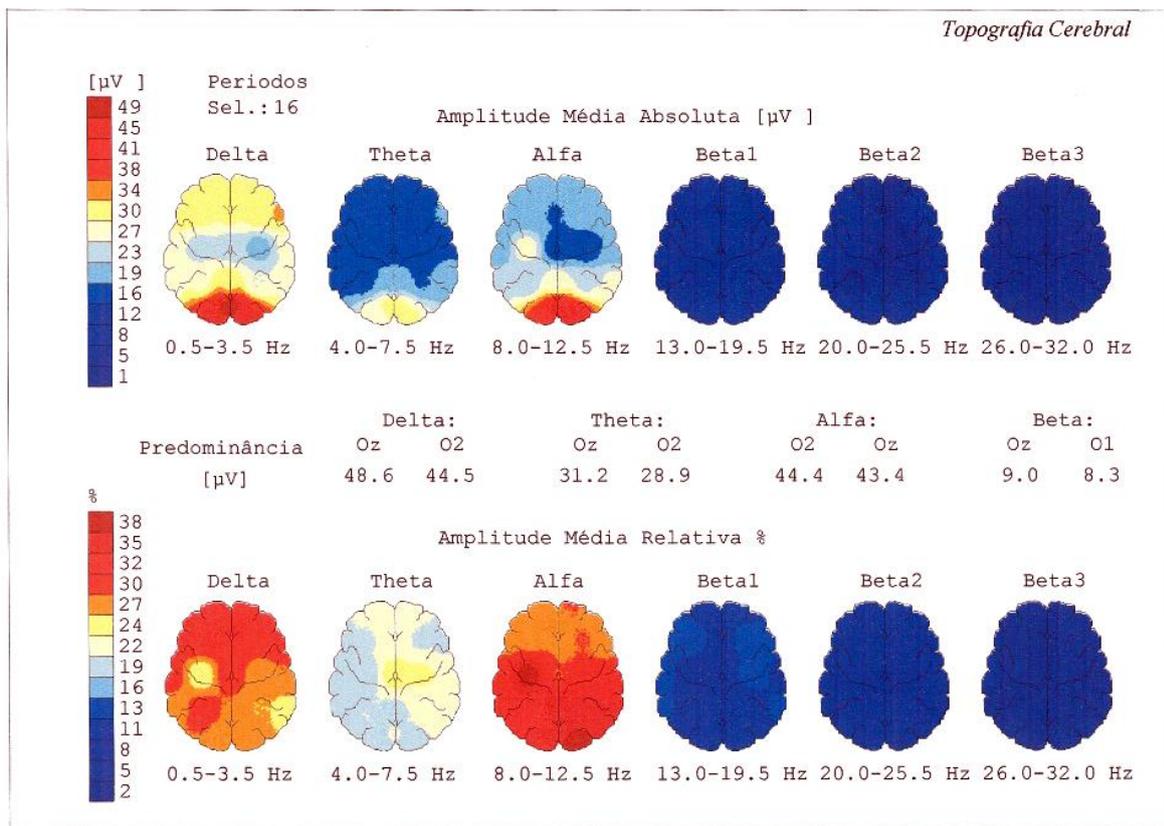


*Tarefa 2: Prova dos cubos (WISC – III)*

Potenciais predominantes / Localizações: Delta 51,8 uV em Oz, Theta 43,0 uV em Oz , Alfa 56,1 uV em Oz e Beta 12,4 uV em O1.

*Sujeito S 3* – (EEGQ - S 3/3, anexo 3) - Em quase toda a banda alfa, a atividade é média, sendo sua amplitude máxima de 49 uV restrita á área occipital. Alta atividade das ondas alfa, durante a tarefa 2, quando atinge uma amplitude média de 27 a 38% em todas as regiões.

*Tarefa 1: Prova de vocabulário (WISC – III)*

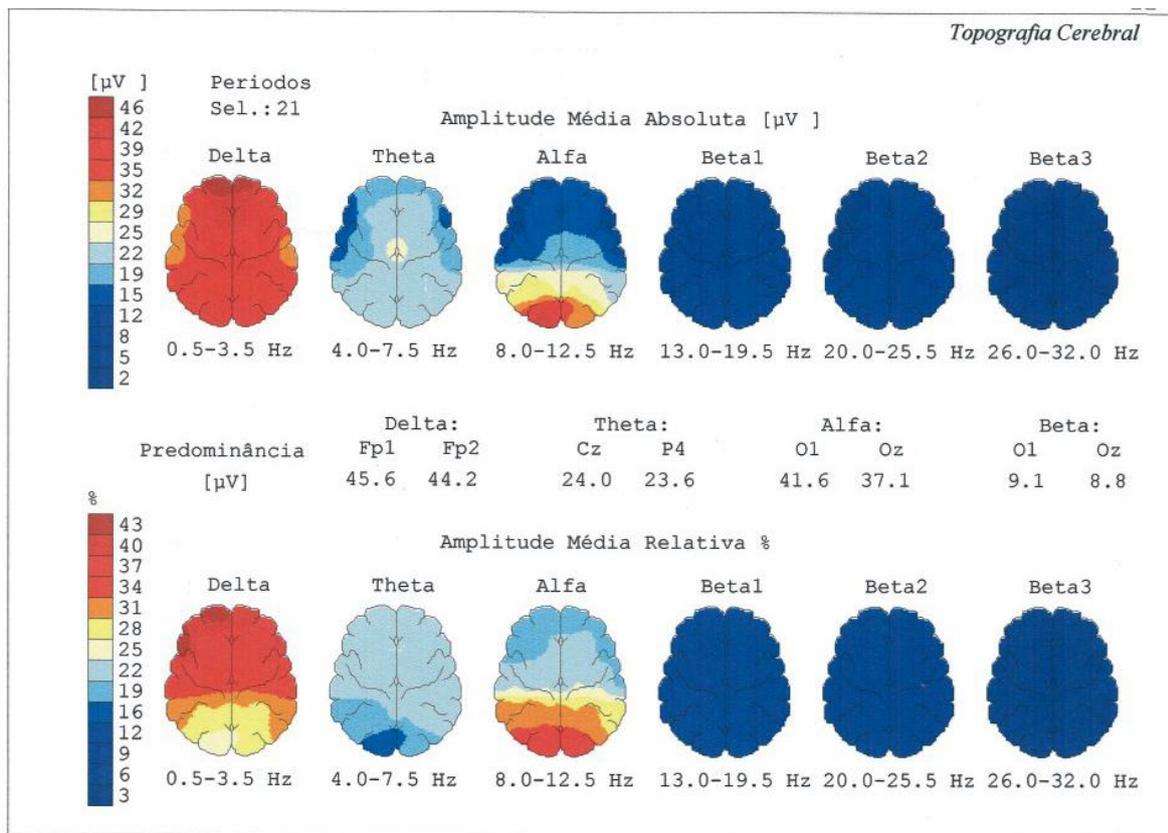


*Tarefa 2: Prova dos cubos (WISC – III)*

Potenciais predominantes / Localizações: Delta 48,6 uV em Oz, Theta 31,2 uV em Oz, Alfa 44,4 em O2 e Beta 9,0 uV em Oz.

*Sujeito C 2* – (EEGQ - C 2/3, anexo 3) - Predomínio de baixa atividade na região pré-frontal e frontal, com certa atividade alta nas ondas alfa do lobo occipital. Amplitude de 25 a 46 uV. A banda alfa chega a atingir o percentual de 43%, com atividade média predominante e aumentando a atividade alfa durante a tarefa 2.

Tarefa 1: Prova de vocabulário (WISC – III)

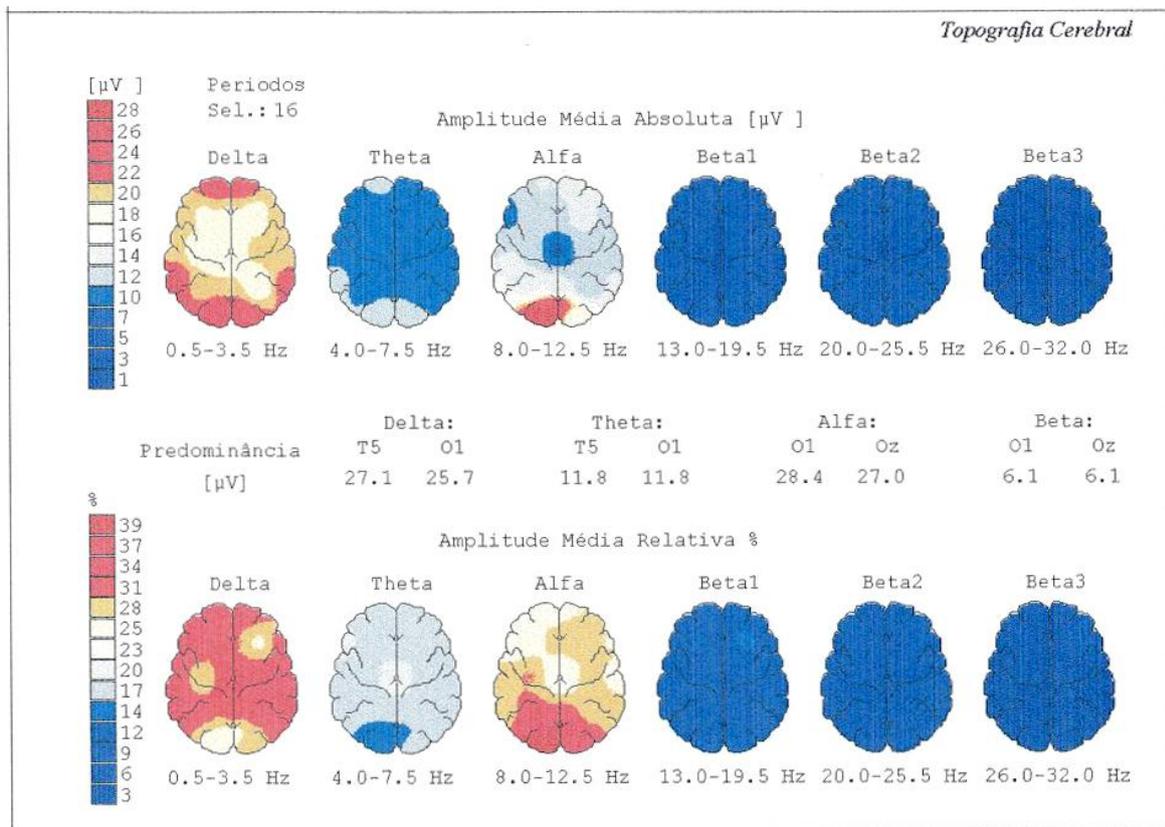


Tarefa 2: Prova dos cubos (WISC – III)

Potenciais predominantes / Localizações: Delta 45,6 uV em Fp1 , Theta 24,0 uV em Cz, Alfa 41,6 uV em O1 e Beta 9,1 uV em O1.

*Sujeito C 3* – (EEGQ - C 3/3, anexo 3) - As ondas alfa chegam a 28uV, sendo que predomina a atividade média, com ligeiro destaque para uma atividade alta na região occipital. Aumento expressivo da alta atividade das ondas alfa durante a tarefa, percentil máximo de 38%.

*Tarefa 1: Prova de vocabulário (WISC – III)*



*Tarefa 2: Prova dos cubos (WISC – III)*

Potenciais predominantes / Localizações : Delta 27,1 uV em T5 , Theta 11,8 uV em T5, Alfa 28,4 uV em O1 e Beta 6,1 uV em O1.

- Mapas frequenciais:

*Sujeito S 2* – (EEGQ - S 2/4, anexo 3) - Maior amplitude na banda alfa, a princípio dominando na região occipital, sendo que na frequência de 9,5 Hz chega a 57,0 uV e nas demais regiões atinge 23 uV.

*Sujeito S 3* - (EEGQ - S 3/4, anexo 3) - Na frequência de 8,0 Hz, a banda alfa domina, atingindo o máximo em 10,0 Hz, quando a maior amplitude alcança 47 uV na região occipital.

*Sujeito C 2* - (EEGQ - C 2/4, anexo 3) - Frequência de 8,5 a 11,5 Hz, relativamente, constante, com a amplitude máxima de 31 uV na região occipital e 11.0 Hz.

*Sujeito C 3* - (EEGQ - C 3/4, anexo 3) - Nas frequências entre 10,0 a 11,5 Hz a amplitude chega, no máximo, a 20uV, apresentando-se no lobo frontal entre 8 e 13 uV.

- Hemisfério dominante

*Sujeito S 2* - (EEGQ - S 2/5, anexo 3) - Esquerdo, com maior amplitude de 68 uV na área occipital, ficando entre 27 e 40 uV nas demais regiões.

*Sujeito S 3* - (EEGQ - S 3/5, anexo 3) - Esquerdo, com amplitude máxima de 56 uV, praticamente uniforme nos dois hemisférios na região occipital.

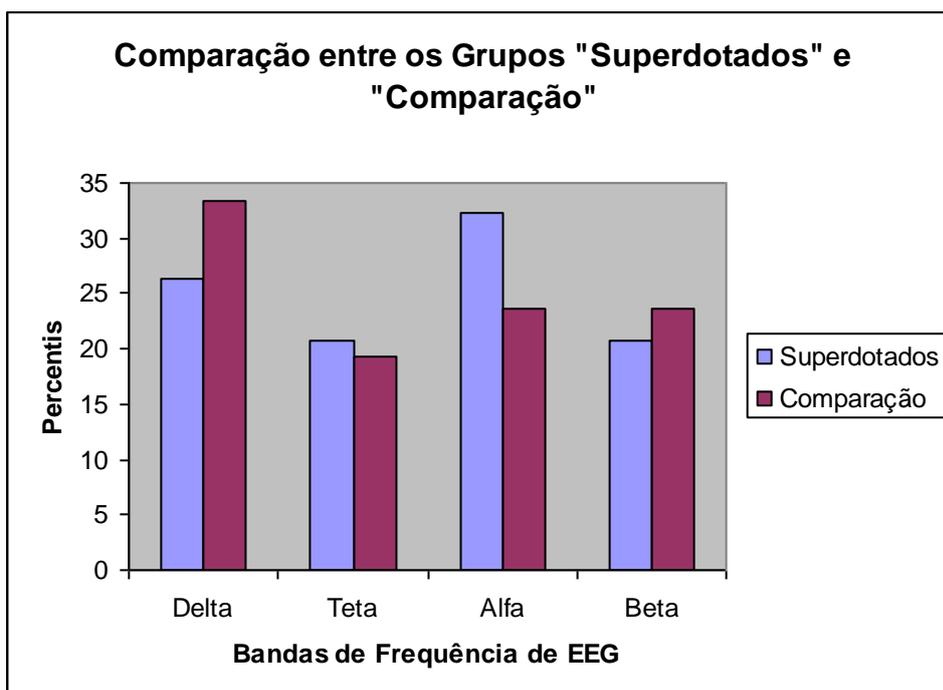
*Sujeito C 2* - (EEGQ - C 2/5, anexo 3) - Esquerdo, relativamente equilibrado com o hemisfério direito cuja amplitude predominante em ambos está na faixa de 35 a 49 uV.

*Sujeito C 3* - (EEGQ - C 3/5, anexo 3) - Esquerdo, com amplitude máxima de 34 uV e mais baixa entre 18 e 23 uV nos dois hemisférios.

Os dados constantes da tabela e do gráfico que se seguem mostram os percentuais de cada banda de frequência nas áreas pré-frontais e frontais, com a média nas regiões do lobo frontal.

Sujeito	Ondas	Fp1	Fp2	F3	F4	F7	F8	Fz	Média Frontal	Lobo
S 1	Delta	30	26	23	23	30	27	25		26
	Teta	17	17	17	18	22	18	17		18
	Alfa	32	34	37	35	31	35	37		35
	Beta	21	22	24	24	18	20	20		21
C 1	Delta	28	28	28	27	35	27	31		29
	Teta	18	20	19	21	17	17	21		19
	Alfa	28	27	28	26	25	24	25		26
	Beta	26	24	26	26	23	32	23		26
S 2	Delta	23	22	22	20	21	23	22		22
	Teta	24	24	23	23	23	25	24		24
	Alfa	35	35	35	33	34	30	35		34
	Beta	19	19	21	25	20	20	19		20
S 3	Delta	31	32	31	30	31	31	32		31
	Teta	21	21	20	20	20	19	22		20
	Alfa	28	28	27	28	27	27	28		28
	Beta	20	18	21	21	22	22	19		21
C 2	Delta	43	41	38	36	43	39	37		40
	Teta	20	21	22	23	20	20	23		21
	Alfa	18	19	20	20	17	18	20		19
	Beta	18	20	20	21	19	22	19		20
C 3	Delta	34	33	30	26	35	30	30		31
	Teta	18	17	17	17	19	18	17		18
	Alfa	26	27	26	29	24	27	28		26
	Beta	23	23	27	28	22	25	27		25

Tabela 3 – Percentuais de cada banda de frequência nas áreas pré-frontais e frontais



O exame eletroencefalográfico dos seis sujeitos apresentou, em comum, os seguintes resultados: (i) EEG Digital com Ritmo de base : regular e simétrico; (ii) Gráfico da diferença espectral entre áreas homólogas revela simetria entre os hemisférios; (iii) Histograma mostra uma distribuição frequencial normal; (iv) Ativação pela hiperpnéia realizada em rotina não modificou a estruturação básica do traçado; (v) Bloqueio visual : há boa atenuação dos ritmos posteriores; (vi) Foto Estimulação intermitente manteve a estruturação básica do traçado e (vii) Áudioestimulação manteve a estruturação básica do traçado.

### 3.3 – Análise da Anamnese

Tendo em vista perceber melhor a situação dos três alunos que integraram o grupo de comparação, pois que, em termos psicométricos, apresentavam um índice de QI abaixo de duas unidades de desvio-padrão, realizamos junto da família e da escola uma entrevista de anamnese. A nossa preocupação de aprofundamento na análise decorre desses mesmos alunos estarem a frequentar um programa de desenvolvimento dirigido a alunos talentosos, há mais de três anos, quando o seu QI avaliado diferia do internacionalmente postulado (QIT maior que 130).

Numa síntese dos resultados ou da informação recolhida através de anamnese junto dos pais desses alunos, podemos salientar:

### 1. Desenvolvimento em relação à faixa etária, considerado sempre acima de seus pares.

C 1 – Aos três anos, já sabia as “letrinhas”, fazia perguntas difíceis e curiosas, era esperto. Parecia “gente grande”.

C 2 – Sempre esperta desde novinha. Pensava rápido e era “muito viva”.

C 3 – Aos seis meses já falava e tinha uma curiosidade diferente desde novinho, como queria saber tudo sobre droga. Com pouco mais de um ano, já sabia as letras.

### 2. Relacionamento

C 1 – Dá-se muito bem com todos. Na escola, tem uma “turminha” unida, não bagunceira. Menino bom, educado e compreensivo.

C 2 – Bem diferente dos irmãos, às vezes se isola e gosta de ficar sozinha. Relaciona-se bem e foi indicada pela escola como representante da turma.

C 3 – De um modo geral, relaciona-se bem, embora não seja muito de fazer amizade. Gosta mais de conviver com os primos. Foi representante dos alunos. Gosta mais de estar com mais velhos que ele; é um “jovem, com cabeça de adulto”.

### 3 . Interesses especiais

C 1 – Sempre gostou muito de matemática; às vezes corrigia o professor que não gostava nada disso. Música suave é a sua preferência; estudou teclado, mas gosta mesmo é de desenhar, sobretudo carros. Hoje quer saber tudo sobre os astronautas, e astronomia é o seu maior interesse. Já ganhou duas medalhas de vôlei. Não gosta de dança.

C 2 – Sempre foi uma boa aluna, sobretudo em matemática. Não gosta das aulas de ginástica, quando procura ficar lendo. Desenha bem e não gosta de esportes. Seu grande sonho é o balé; estuda há quatro anos numa academia especializada e já fez várias apresentações.

C 3 - Não é muito de estudar, embora não fique reprovado, às vezes em recuperação. Estudou teclado um pouco, mas não gostou. Fez um teste para cantor na Universidade Federal e foi escolhido para tenor. Vai às vezes. Quando nasceu chorava muito forte, desde pequeno tinha voz alta e brincando lhe chamavam de Pavarotti. Esporte e dança não gosta. Desenha muito bem. Adora cinema; assiste a um filme várias vezes e observa detalhes.

Em seguida, tomando a informação recolhida junto dos professores, e importa reafirmar que todos esses alunos frequentam um programa de atendimento especial, podemos salientar:

#### 1. Competência académica

C 1 – Áreas curriculares de seu interesse: Comunicação (Língua Estrangeira) e Astronomia. Bom desempenho em todas as áreas, muito maior nas de seu interesse.

C 2 – Maiores interesses: Literatura, em diferentes gêneros. Artes Plásticas. Tem um bom desempenho escolar em todas as áreas.

C 3 – As áreas curriculares de seu interesse são linguagem (tecnologia e arte) e computação. Tem melhor desempenho em Português, História e Matemática.

#### 2. Estilo de aprendizagem

C 1 – Originalidade, auto-avaliação, apatia, planeamento, análise de tarefas, auto-observação e impulsividade. Aprende de forma mais minuciosa, com planeamento, analisando tarefas. Em algumas situações parece apático, demorando algum tempo para processar a idéia e concluir o pensamento; às vezes esse tempo são dias.

C 2 - Tem originalidade, pratica a auto-avaliação e a auto-observação, tem planeamento, faz análise das tarefas. Não apresenta apatia nem impulsividade.

C 3 – Tem originalidade, pratica auto-avaliação e a auto-observação, tem planeamento, faz análise das tarefas, apresenta impulsividade. Não tem apatia.

#### 3. Habilidades intelectuais

Focaliza atenção na estrutura do problema: C 1, C 2, C 3

É imaginativo/ Tem idéias próprias: C 1, C 2, C 3

Tem raciocínio rápido: C 1 (nem sempre), C 2 (não tem), C 3 (apresenta)

Atenção à informação relevante: C 1, C 2, C 3

Lida bem em situações novas: C 1, C 2, C 3

Criativo na resolução de tarefas: C 1, C 2, C 3

Visualiza, rapidamente, o que deve ser feito: C 1, C 2, C 3

Memoriza informação com facilidade: C 1, C 2, C 3

#### 4. Interesses

C 1 – Envolve-se com a tarefa a ser realizada: quando sua curiosidade é aguçada, envolve-se de tal maneira que, muitas vezes, recusa a lanchar ou quando está envolvido com produções escritas, com poemas ou quando entra em sites de astronomia. Sempre tem motivação espontânea.

C 2 – Quando escreve um texto não para enquanto não termina. Busca pela tarefa de seu interesse espontaneamente.

C 3 – Envolve-se com filmagens, montagem e computação. Em geral, tem motivação espontânea para o estudo, menos Ciências.

## 5. Relacionamento

C 1 – Prefere trabalhar sozinho, em algumas situações. Na maioria das vezes, trabalha bem em grupo e compartilha bem as idéias.

C 2 – Nem sempre gosta de trabalhar sozinho, só quando se interessa muito pela tarefa. Trabalha bem em grupo e sabe compartilhar as idéias.

C 3 – Prefere trabalhar sozinho, embora trabalhe bem em grupo. Não sabe compartilhar muito bem as idéias.

Importa não terminar esta apresentação da análise dos resultados sem retomar aos três alunos com capacidades cognitivas superiores (QI entre 144 e 145), que não foram considerados na análise comparativa efetuada, em virtude de seu perfil de EEG ter indicado a presença de variáveis emocionais interferentes. Essa possibilidade merece ser destacada, pois alguns autores (Landau, 1990; Torrance, 1986; Winner, 1998) apontam níveis elevados de ansiedade e medo de fracasso dos alunos superdotados em diversas situações de desempenho. A Teoria da Desintegração Positiva de Dabrowsky (TDP) busca explicar o desenvolvimento emocional do superdotado, tornando-se importante para entender os padrões de crescimento e os desafios daqueles que têm superexcitabilidades, conforme denominou. Dabrowsky, psicólogo polonês, chamou esse processo de desintegração positiva porque o crescimento e o desenvolvimento era acompanhado de angústia e ansiedade. As superexcitabilidades, para ele, são uma elevada habilidade inata para perceber estímulos e respondê-los (Benito e Alonso, 2004 b; Bouchard, 2002; Lind, S. 2002)

Os estudos sobre superdotação têm dado ênfase ao aspecto cognitivo e somente nos últimos anos temos discutido as dificuldades socioemocionais. Parece existirem duas perspectivas distintas, uma que a superdotação promove a resiliência, outra, pelo contrário defende que a dotação aumenta a vulnerabilidade (Oliveira, E., 2002). Para Terrasier (1985)

essa dissincronia afetivo-intelectual ocorre, quando a maturação emocional e a intelectual da criança talentosa não seguem o mesmo ritmo. Aliás, outros autores fazem referências aos estudantes talentosos *underachievements* que segundo Freeman e Guenther (2000), podem atingir 15% dos alunos superdotados.

#### **4. Discussão dos resultados**

Antes de iniciarmos a discussão dos resultados, pareceu-nos importante tecer algumas considerações gerais com base em diversas colocações registradas nos capítulos anteriores, dentre as quais destacamos: (i) o interesse potencial desta tese é ir além da área educacional e tentar integrar informação das ciências neurais no sentido de chamar a atenção para a importância atual da convergência de modelos (psicometria e neurofisiologia); (ii) a análise neurofisiológica apontou para a possibilidade de estarem implicados, na investigação, fatores como a personalidade, a motivação, o estado emocional e outras variáveis que podem ter influenciado o desempenho durante a resolução das tarefas cognitivas, tanto no teste psicológico como no eletroencefalograma quantitativo.

No que se refere à realização das tarefas durante o exame eletroencefalográfico, consideramos importante destacar: (i) quando os sujeitos são ativados pela psicóloga para realizar, durante o EEG, a primeira tarefa (prova de vocabulário) e a segunda tarefa (prova dos cubos), ao mesmo tempo que são feitos os registros encefalográficos lhes é promovido um *brainstorm* que pode gerar modificações no emocional x racional; (ii) durante a resolução das tarefas, desenvolve-se uma modificação bioquímica que mexe com as estruturas das ondas e modificação de valores que estão sendo computados, gerando comportamentos que escapam ao controle e provocam novos caminhos, como foi a redução do grupo de alunos tomados neste estudo, após a análise neurofisiológica, para não conspurcar os resultados.

Por se tratar de uma investigação sobre a relação entre a atividade cerebral e a inteligência psicométrica centrada no estudo de sinais eletrofisiológicos que exigiu caminhos no campo da psicofisiologia e da neurociência cognitiva, a linha da discussão se inicia pelos dois momentos que deflagram e compõem o estudo comparativo.

##### *1º. Momento - avaliação psicométrica*

Os resultados mostram que dos 32 sujeitos com pontuação entre 120 e 129 (QI superior) e igual ou superior a 130 (QI muito superior) 65,6% estudam em escolas públicas e

pertencem a famílias com nível socioeconômico entre médio-baixo e baixo. Do grupo de superdotados (QI igual ou superior a 130), dentre os 10 que passaram a compor o grupo de estudo, 70% estudam em escolas públicas e dos 03 sujeitos que frequentam escolas particulares, um é bolsista e pertence à família de nível socioeconômico médio-baixo.

Tais resultados podem ser discutidos pelo nível de informação, pois para alguns autores (Anastasi & Urbina, 2000) “o QI é tanto um reflexo educacional anterior quanto um preditor de desempenho educacional subsequente” (p. 249). Sob esta ótica estes alunos provêm de ambientes escolares e/ou familiares que lhes fornecem informações significativas e diversificadas. Lubart (2007) afirma que os altos índices de QI não, necessariamente, indicam potencial de capacidade criativa, em função de outros fatores ligados à eficiência da pessoa no uso de sua inteligência, como traços de personalidade e de motivação intrínseca.

Acrescente-se, por outro lado, que as funções cognitivas relacionadas com a superdotação, tais como memória, habilidade verbal, informação e rapidez de cálculo também são avaliadas. Para Colom (1998), não existe nenhuma dúvida de que os testes de QI exploram, pelo menos, algumas capacidades que constituem uma parte importante da cognição humana. De certa forma, pode-se inferir que o autor, ao se referir a “algumas capacidades”, reconhece que existem funções psicológicas importantes que os testes de inteligência não tentam medir, como as aptidões artísticas.

Nesta investigação, três sujeitos que compõem o grupo de comparação, com QI médio e médio superior, possuem aptidões superiores ou para a dança ou para a música, bem como apresentam sinais de talento diferenciado (fonte: anamnese familiar e escolar). Certamente, possuem habilidades que não estão relacionadas à maioria das medidas por um teste de QI (Winner, 1998), mas seu talento especial poderá ser identificado através de outros instrumentos. Afinal, os testes de QI medem sobretudo habilidades verbal e numérica, além do raciocínio abstrato, enquanto que o alto desempenho nas áreas artísticas (desenho, pintura e música, dentre outras) se baseia em outras habilidades como as visuo-espacial-motoras.

Um aspecto dos resultados dos testes que chamou a atenção foi o predomínio expressivo da habilidade verbal (QIV) em relação ao quociente de execução (QIE). Dos 77 sujeitos, 69% apresentaram QIV maior que QIE; alguns estudos na área apontam para a possibilidade da ênfase dada nos itens que compõem o teste aos conteúdos acadêmicos. Entretanto, entre os superdotados que integraram o grupo de alunos tomados neste estudo, já se registrou um certo equilíbrio: 50% tem QIV maior, 40% apresentam uma proximidade muito grande entre eles e 10% QIE maior.

## 2º. Momento – *avaliação neurofisiológica*

Alguns destaques, com base nos estudos teóricos expostos em capítulos anteriores, alimentam esta discussão: (i) as ondas cerebrais mais estudadas são as Alfa e Beta, pois estão presentes em situações experimentais mais comuns e, assim, merecem atenção especial nesta discussão; (ii) as ondas alfa predominam em estado de repouso, e quando este foi interrompido, como no momento em que a psicóloga pediu a execução das tarefas, o ritmo alfa “bloqueia” e a atividade se intensifica em beta, com ou sem predomínio de alfa; (iii) quanto maior é o esforço cognitivo, maior é a frequência da atividade beta ou menor é sua amplitude; e (iv) quanto mais alta é a atividade mental, menor é o poder alfa, conseqüentemente quanto mais alto é o poder alfa, menos esforço mental.

Acrescente-se ainda que: (i) o sinal EEG mostra, em geral, uma maior frequência (e uma menor amplitude) quanto maior é a atividade cerebral; (ii) a quantidade de atividade elétrica no EEGQ está expressa em cores: roxo(anil) e preto traduzem baixa amplitude, maior atividade cerebral; enquanto vermelho e laranja significam maiores amplitudes, menos atividade mental; e verde e amarelo traduzem média amplitude; e (iii) a frequência média é a média aritmética de todas as frequências presentes no espectro, ponderadas por sua amplitude.

Tomando as hipóteses formuladas no capítulo 3, apresentamos, em seguida, a principal informação que nos permite apreciar a sua verificação e, ao mesmo tempo, procedermos à discussão dos resultados obtidos.

### *1. Relação entre o QI e a frequência*

Os sujeitos superdotados se destacaram: (i) pelo percentil frequencial da banda alfa sempre superior às demais ondas em todas as regiões do escalpo; (ii) predomínio da distribuição de alfa em todas as regiões, variando entre 28 e 35%; (iii) média percentual das ondas alfa entre 31,5 e 34,81.

Por outro lado, os sujeitos do grupo de comparação apresentaram: (i) percentual das bandas de frequência alfa nas áreas pré-frontais e frontais um pouco mais baixo, entre 19 e 26%; (ii) equilíbrio, em geral, entre os percentís alfa, delta e beta, sendo que as últimas duas ondas chegam a dominar em determinados momentos; (iii) média percentual das ondas alfa entre 25,05 e 30,14 % .

### *2. Relação entre o QI e a amplitude*

No sujeito S 1, foi contínua a predominância de alfa com alta amplitude o que significa menos esforço mental e grande número de neurônios em conexão. Maior maturidade.

O sujeito C 1 apresentou menos *arousal* que deve ter contribuído para que as ondas alfa se mantivessem fortes e o coeficiente racional/emocional fosse mantido de forma integral.

A amplitude média das ondas cerebrais dos sujeitos S 2 e S 3 é superior à do grupo de comparação, o que indica uma atividade cerebral menor na realização das tarefas.

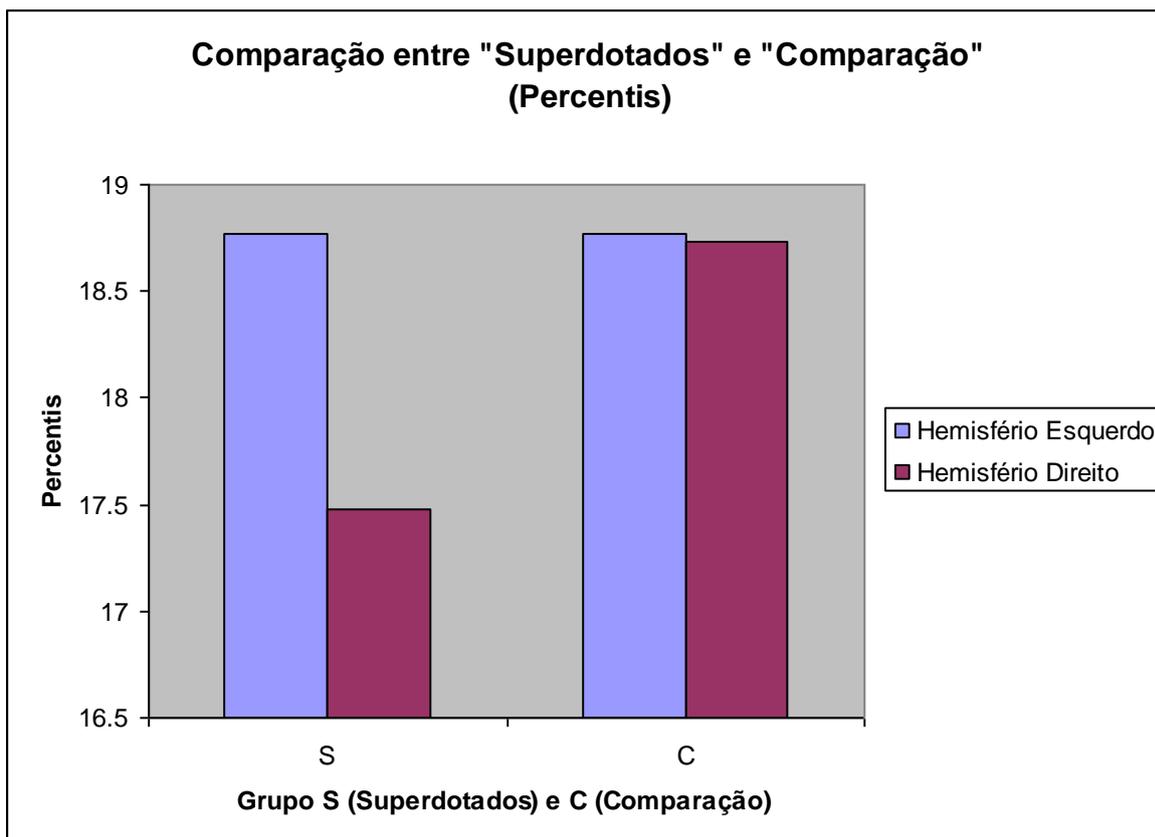
### *3. Relação entre o QI e a localização das ondas cerebrais*

Tanto nos superdotados como nos sujeitos do grupo de comparação, os picos de amplitude espectral na banda alfa ocorrem na região occipital, na parte posterior do cérebro, área que capta as informações visuais. Isto é natural, já que o processamento visual não exige operações mentais superiores e este poder de alfa mostrou amplitudes mais altas, menos atividade cerebral.

Nas áreas pré-frontal e frontal, onde se processam as atividades cognitivas relacionadas com a resolução de problemas, raciocínio e processos cognitivos superiores, as ondas alfas continuam com maior poder, às vezes sem precisar ajuda (sujeitos do primeiro grupo) , às vezes recebendo ajuda de beta, mantendo a dominância (sujeitos do segundo grupo).

Pode-se observar que as ondas cerebrais alfa dos sujeitos superdotados apresentam uma distribuição predominante em todas as regiões do escalpo, o que não se observa no grupo de comparação, mesmo no sujeito C 1 cujas ondas alfas não precisaram de ajuda.

Observou-se uma certa dominância das atividades no hemisfério esquerdo em todos os sujeitos, conforme se constata no gráfico a seguir . Segundo o modelo de Davidson (2000), quando foram medidas as respostas encefalográficas de lobos frontais durante realização de tarefas, a localização da maior atividade no hemisfério esquerdo representa um processo de aproximação ao estímulo ou seja uma disposição positiva para realização da tarefa.



#### 4. *Desempenho diferenciado dos superdotados durante a realização das tarefas cognitivas visuais e espaciais*

Atividade média das ondas alfa na realização da tarefa 1 (vocabulário) e mais alta na tarefa 2 (cubos), quando a amplitude começa a aumentar foi uma característica eletroencefalográfica dos sujeitos com QI igual ou superior a 130. Esses vários desempenhos demonstram que os superdotados tiveram uma atividade mental baixa, conseqüentemente menos esforço cerebral na realização das tarefas.

No grupo comparação, observa-se a atividade baixa das ondas alfa ao realizarem a tarefa 1, com ligeiro aumento durante o desempenho da tarefa 2. Assim, pode-se inferir que as atividades mentais neste grupo foram maiores, diminuindo na realização da tarefa 2, quando o poder das ondas alfa aumentou e o esforço mental diminuiu um pouco.

Ao terminar, e considerando as quatro grandes questões que colocamos na planificação deste nosso estudo, podemos então concluir que: 1. Os alunos com pontuação na avaliação cognitiva igual ou superior a 130 apresentam registros encefalográficos diferenciados do grupo de comparação, com maior poder de alfa, ampla amplitude, baixa

frequência, menos atividade mental na realização das tarefas e maior número de neurônios em conexão. 2. As ondas cerebrais registradas nas tarefas de exigência cognitiva se assemelham entre os alunos com altos escores nos testes de QI com alfa predominando. 3. Não foram observados desempenhos diferenciados entre meninos e meninas que merecessem destaques. 4. As zonas cerebrais mais ativadas durante a execução das tarefas foram o córtex pré-frontal e frontal em todos os sujeitos.

De um modo geral, a análise visual do EEG mostrou padrões de média amplitude, com predomínio da atividade alfa posterior, lobo occipital, entre 9,5 e 11,5 Hz (média /máximo 10,8 Hz). Todos estão dentro do PADRÃO ALFA acima da média, em relação ao Quociente Racional (QR) normal acima de 70/80.

## **5. Conclusão da análise e da discussão dos resultados**

A partir do conjunto de pontos digitalizados que o eletroencefalograma com mapeamento cerebral nos forneceu, buscamos extrair os parâmetros de interesse e, através da redução de dados, registrar os significativos para nosso estudo. Sendo assim, nossa atenção se concentrou na frequência e amplitude das ondas cerebrais, bem como na sua localização, cujos sinais psicofisiológicos podem ser evidenciados nos eletroencefalogramas dos seis sujeitos que integram a análise completa e se encontram anexados a este trabalho.

Concentramo-nos em conhecer o “clima” geral da atividade cerebral, como, por exemplo, verificar se o sujeito está ativado ou relaxado, que ondas (delta, teta, alfa, beta) se fizeram mais presentes e que área do cérebro se destacou. Como ressalta Arangüena (2001), podemos considerar a atividade espontânea cerebral idônea para estudar o nível de atividade do cérebro, pois se trata de uma atividade constante que pode ser captada a qualquer momento e que, aparentemente, não tem relação com acontecimentos específicos.

Assim sendo, a análise e discussão dos resultados centraram-se na quantificação da atividade cerebral, em relação ao elevado percentil frequencial da banda alfa e à predominância de alfa com alta amplitude, que foram traduzidos em menos esforço mental e grande número de neurônios em conexão na realização das tarefas. Considerou-se que, para o proposto neste estudo, a quantificação permitiu averiguar as hipóteses formuladas, dispensando procedimentos estatísticos empregados na psicofisiologia, tais como a análise de variância (ANOVA) e a análise de regressão (AR).

Por sua vez, a significativa correlação das ondas cerebrais com o Quociente Intelectual tem sido objeto de diversos estudos da mais alta importância para a compreensão dos processos psicofisiológicos. Eysenck (1967, 1985) sugere que os investigadores da inteligência deveriam observar diretamente as ondas cerebrais; para ele, o coeficiente de correlação calculado tomando a medida do registro e o resultado em testes de QI significa que, em larga medida, ambas as situações medem uma inteligência geral ( $g$ ) idêntica. Para o pesquisador, sob o ponto de vista científico, os resultados são muito mais interessantes e importantes que todos os milhões de testes tipo Binet que se tem aplicado durante cerca de 80 anos. Do ponto de vista prático, é claro que estes são muito mais simples e baratos, enquanto que o eletroencefalograma exige aparelhos, local e outros cuidados mais especializados, tornando-se mais dispendioso.

Dentre os aspectos conclusivos das análises psicométrica, neurofisiológica e da anamnese, considerou-se importante destacar: (i) 41,6% dos alunos avaliados pela WISC-III demonstraram habilidades cognitivas acima da média superior (igual ou superior a 120), dos quais 65,6% estudam em escolas públicas e procedem de famílias de nível socioeconômico médio-baixo e médio; (ii) 24,7% destes alunos apresentaram QI igual ou acima de 130, internacionalmente postulado para superdotação, desafiando o senso comum que estabelece a relação superdotado/classe social elevada como primordial; (iii) os três alunos do grupo de comparação, com QI médio, com base na anamnese, apresentam sinais de talento superior na área artística, confirmando estudos que defendem a relação testes de QI/superdotação intelectual, não contemplando outras áreas da superdotação; (iv) alunos com capacidades cognitivas superiores, QI 144 e 145, não foram considerados na análise detalhada comparativa, em virtude do exame eletroencefalográfico ter indicado a presença de variáveis emocionais interferentes que poderiam conspurcar os resultados; (v) observou-se uma correlação entre os aspectos neurológicos da superdotação, abordados no capítulo 2, com o desempenho dos alunos superdotados durante o EEGQ, sobretudo a relevância das redes neuronais durante a resolução das tarefas.

Os aspectos discutidos permitem dizer que nossos resultados são consistentes em relação às pesquisas na mesma área cuja técnica para investigação do desempenho de jovens superdotados também foi o eletroencefalograma quantitativo, como destacamos abaixo.

- (i) Os estudos de Jausovec (1996, 1997, 2001), bem como os de Garlic e Jausovec (1999) vêm comprovando que os superdotados, em comparação com alunos na média, mostram alto poder de alfa (menos esforço mental), quando resolviam determinados problemas.
- (ii) Schafer (1982) propõe um modelo historicamente relevante, de que indivíduos com alto QI mostram ondas cerebrais com maior amplitude em resposta a estímulos esperados (citado em Arangüena, 2001), tendo baseado suas investigações em experiências com EEG para observar como as crianças trabalham a informação. Partiu da hipótese de que as diferenças individuais na amplitude (a adaptação neurocognitiva) se relacionam com as diferenças individuais na inteligência, tendo comprovado que os sujeitos com QI alto mostravam diferenças de amplitude muito maiores entre os estímulos, esperados e não-esperados, que os sujeitos com QI baixo (Eysenck, 1985).
- (iii) Verificou-se em crianças superdotadas monitoradas por EEG computadorizado (in Sternberg, 2000) uma maior ativação de neurônios nas áreas cerebrais relacionadas à atividade na qual ela se destaca (lingüística, musical ...);
- (iv) Um grupo de pesquisadores (Alexander, O'Boyle & Benbow, 1996) empregou o EEGQ para estudar o funcionamento cerebral de adolescentes com talento matemático e concluíram que as áreas frontais dos meninos e meninas superdotados são mais ativas que a dos alunos normais, sugerindo que o lobo frontal comanda a inteligência de alto nível;
- (v) As investigações de Geake (1996) sobre as habilidades de processamento de informação de jovens músicos superdotados mostraram que o funcionamento cerebral frontal se destacava dos companheiros da mesma idade e com desempenho médio, além de apresentarem particularmente habilidades altas em síntese executiva.

As informações e os dados da análise e da discussão dos resultados permitiram concluir que existe uma aproximação entre os resultados da avaliação psicométrica e dos indicadores psicofisiológicos. Os sujeitos com alto QI apresentaram um ritmo predominante das ondas alfa, cujo percentual se manteve constante, levando como base, sobretudo o histograma. A maior amplitude verificada permite relacionar com a velocidade de processamento medida no teste WISC-III, traduzida no seu correlato neurofisiológico pelo maior número de conexões que um neurônio pode estabelecer com o outro. As prováveis sinapses excedentes que possam ser geradas são eliminadas pela experiência do sujeito, que se relaciona com a inteligência cristalizada, medida no teste, e resulta no êxito da resolução da tarefa, o que a literatura especializada classifica como um sinal de *expertise* (Sternberg, 2000 a).

Os sinais psicofisiológicos estudados permitiram relacionar a predominância do percentual de alfa, baixa frequência, alta amplitude, e o papel preponderante do lobo frontal com os processos cognitivos da superdotação destacados em diferentes estudos, tal qual a rapidez na resolução de tarefas e o estabelecimento de relações. Não se elimina a probabilidade de que alguns resultados e o QI possam ter a influência de fatores não cognitivos, como a emoção, o que permitiu a forte interferência das ondas beta.

## **5. Síntese**

Todos os estudos mencionados no decorrer deste capítulo reforçam a importância das ciências neurais para a melhor compreensão dos processos cognitivos. Os contributos da psicologia cognitiva e da neuropsicologia crescem a cada dia, tanto no campo teórico como no âmbito da investigação aplicada e as relações entre as duas ciências se estreitam. Como consequência, os estudos sobre as diferenças individuais se tornam cada dia mais frequentes contribuindo para desmistificar alguns dos mitos referentes à superdotação.

Parece-nos oportuno ressaltar que superdotação não é só capacidade neuronal individual, mas, sobretudo um processo onde se agrega a essa capacidade um processamento extracerebral de informação através de mecanismos, tais como a interação social e cultural. Foi também evidenciado que as questões do afeto e emoção assumem um papel maior do que anteriormente pensado na cognição; explicações neurológicas como as de Damásio (2000) e Davidson (2000), dentre outras, enriquecem os estudos neste campo de investigação e fundamentaram algumas de nossas decisões. Alunos com capacidade cognitiva superior, sem perfil de EEG para compor a análise comparada em virtude de variáveis emocionais interferentes chamaram nossa atenção.

Vários resultados da literatura especializada nesta área replicaram-se em nosso estudo, tais como o ritmo alfa, as relações entre o quociente intelectual e a frequência, a amplitude e a localização das ondas cerebrais, o afeto positivo do hemisfério esquerdo para realização das tarefas. Concluímos que os resultados relatados neste estudo confirmam várias características consagradas pela avaliação psicométrica e pela avaliação neurofisiológica da diferenciação entre superdotação e normalidade cognitiva (intelectual). Ressaltamos que o interesse potencial de nossa investigação é ir além do educacional e tentar integrar informação das ciências neurais, no sentido de despertar atenção para a importância da convergência de modelos, tais como da psicometria e da neurofisiologia.



## **CONCLUSÃO**



## CONCLUSÃO

*“There is nothing so unequal as the equal treatment of unequal people”* (Thomas Jefferson)

Compreender as interrelações biológicas e psicológicas das características humanas é, sob nosso ponto de vista, um desafio extremamente importante e que relaciona a biologia, a psicologia e a educação, tendo-se como meta criar homens e mulheres capazes de fazer coisas novas, não somente repetindo o que outras gerações fizeram (Piaget, 1984). Estudar as relações entre os processos mentais, o comportamento e a atividade cerebral, nomeadamente quais os aspectos desta atividade que melhor refletem o funcionamento do cérebro foi, no mínimo, instigante nesta nossa investigação. Admitir que talvez possamos estar contribuindo para a construção do elo entre a psicométrica e a neurofisiologia passou, também, a ser emocionante para nós. Com efeito, para a generalidade dos pesquisadores, as ferramentas fisiológicas podem oferecer novas formas de responder às antigas questões sobre a relação entre mente e cérebro. No nosso caso concreto, essa relação pode sair beneficiando, sem dúvida, a compreensão da relação entre superdotação e talento.

O interesse potencial desta tese está nas suas peculiaridades em termos de participantes, objetivos e metodologia, uma vez que não se conhecem estudos brasileiros do EEGQ em crianças e jovens superdotados, sempre com a particular atenção para os instrumentos e procedimentos, tanto no que se refere à psicométrica como à neuropsicologia. Este trabalho no decorrer dos quatro capítulos que o constituem procurou buscar resposta para as questões e hipóteses que o geraram. Ao concluir, começamos fazendo uma retomada da parte teórica e da parte empírica, buscando ressaltar os relevantes contributos obtidos e os principais resultados. Seguem-se, a terminar, algumas dificuldades e/ou limitações mais significativas desta pesquisa, com sugestões para futuras investigações, bem como possíveis implicações práticas deste estudo.

### *1. Contributos teóricos da tese*

Vimos, no capítulo primeiro, que são muitas as teorias relacionadas com a natureza da inteligência, sendo que para umas, a inteligência é uma habilidade de um só domínio geral e para outras é a soma de múltiplas habilidades específicas. Duas abordagens foram

destacadas: (i) compreender a inteligência, em função da análise fatorial, cuja técnica procura identificar os fatores mentais internos subjacentes às diferenças individuais no desempenho em testes; e (ii) compreendê-la em função de processos cognitivos, tais como os tempos de inspeção e reação, a resolução de problemas ou os componentes do raciocínio. Ainda que a inteligência seja um componente necessário na superdotação, não se pode dizer que seja suficiente, como foi relatado em diversos momentos no referencial teórico. As concepções de superdotação vão desde pontos de vista específicos e muito focalizados até visões mais amplas e flexíveis do potencial humano, tendo tudo isso implicações importantes ao nível da sua avaliação.

No segundo capítulo, demos ênfase à base fisiológica da inteligência e a uma avaliação cognitiva que procura visualizar o cérebro em relação a comportamentos inteligentes, quando se procurou destacar os aspectos neuropsicológicos da superdotação. A neuroimagem funcional tem se mostrado um poderoso instrumento para as relações do comportamento do cérebro, ao possibilitar a visualização de atividades no cérebro vivo, sem interferência, permitindo o estudo de uma série de questões a respeito de suas funções, tanto no cérebro normal ou como no “não normal”. As possibilidades parecem grandes, apenas limitadas pelos recursos financeiros ou pela capacidade humana para observações cuidadosas e elaboração de questionamentos corretos. Tudo indica que a superdotação se beneficia da plasticidade cerebral associada às capacidades superiores organizativas. Para tanto, ressalte-se a importância do meio como agente estimulador, uma vez que, se esses potenciais não se exercitam, podem permanecer latentes ou até desaparecer.

Vimos que todo o comportamento é um reflexo ou expressão de uma atividade ou função cerebral. As ondas cerebrais mudam de frequência de acordo com a atividade elétrica dos neurônios e estão relacionadas com as mudanças de estados de concentração. O cérebro as modula para se adequar às determinadas tarefas e, neste momento, entram em campo as diferenças individuais, foco permanente de nosso estudo. Sem dúvida, a atividade elétrica cerebral é espontânea e contínua, e os seus potenciais podem ser captados. Pretendemos ver como seu registro ajuda a compreender diferenças humanas no desempenho cognitivo associando tais diferenças a níveis de capacidade intelectual.

Resulta evidente que, a partir da diversidade das teorias produzidas, as ciências neuropsicológicas ainda não chegaram a um consenso sobre os mecanismos que determinam

as diferenças individuais, no que se refere à superdotação e ao talento, embora os estudos revisados nesta pesquisa ofereçam evidências muito consistentes quanto à sua importância. Os desempenhos comportamentais demonstrados nos estudos psicométricos começam a ser consubstanciados e enriquecidos com mais detalhes nas estruturas cerebrais identificadas pelas investigações mais recentes da neurociência. Ao longo deste estudo, buscou-se verificar até que ponto padrões complexos da atividade cerebral, ativados por estímulos específicos, se relacionam com os testes de QI. Por exemplo, até que ponto a velocidade de condução de impulsos neurais pode correlacionar-se com a inteligência.

## *2. Contributos empíricos da tese*

Tomando a parte empírica de nosso estudo pode-se constatar que as questões levantadas foram respondidas e que as hipóteses formuladas foram, em geral, comprovadas. Vários resultados da literatura especializada se fizeram presentes, tais como o ritmo alfa, as relações entre Quociente Intelectual e a frequência e a amplitude das ondas cerebrais, como também a sua localização e a predominância do hemisfério esquerdo. Foi possível concluir que os resultados neste estudo confirmam várias características consagradas pela avaliação psicométrica e pela avaliação neurofisiológica da diferenciação entre superdotação e normalidade cognitiva (intelectual). A significativa correlação das ondas cerebrais com o Quociente Intelectual foi evidenciada, embora tenham sido registradas influências emocionais. Estas “interferências” ocorreram apesar de se ter procurado que as avaliações das funções cognitivas se concretizassem em um ambiente tranquilo para os sujeitos, e com o mínimo de interferências externas.

Nosso trabalho empírico começou com a análise psicométrica das diferenças individuais em inteligência utilizando o WISC-III, passando para uma abordagem reducionista ao buscar investigar as correlações entre as habilidades cognitivas humanas e variáveis biológicas. Sabemos que os subtestes de inteligência que compõem essa Escala, individualmente administrada, avaliam a habilidade verbal, a habilidade espacial, a velocidade de processamento, a inteligência cristalizada, a memória ou o raciocínio. Os correlatos neurofisiológicos foram buscados no comportamento das ondas cerebrais, em particular das ondas alfa, no que se refere a frequência, a amplitude e a localização, durante a realização de tarefas cognitivas, verbal e espacial, utilizando o EEGQ como técnica de neuroimagem.

Quando o estímulo verbal ou espacial ocorre, a sua intensidade provoca uma excitação neuronal que muda o equilíbrio eletroquímico dentro e fora do neurônio provocando impulsos elétricos que geram as ondas. As informações e os dados da análise e da discussão dos resultados permitiram concluir que existe uma aproximação entre os resultados da avaliação psicométrica e dos indicadores psicofisiológicos. Os sujeitos com alto QI apresentaram um ritmo predominante das ondas alfa, cujo percentual se manteve constante, levando como base, sobretudo o histograma. A maior amplitude verificada permite relacionar com a velocidade de processamento medida no teste WISC-III, traduzida no seu correlato neurofisiológico pelo maior número de conexões que um neurônio pode estabelecer com o outro. As prováveis sinapses excedentes que possam ser geradas são eliminadas pela experiência do sujeito, que se relaciona com a inteligência cristalizada, medida no teste, e resulta no êxito da resolução da tarefa, o que a literatura especializada classifica como um sinal de *expertise* (Sternberg, 2000 a).

Os sinais psicofisiológicos estudados (frequência, amplitude e localização) permitiram relacionar a predominância do percentual de alfa, com baixa frequência e alta amplitude, o papel preponderante do lobo frontal com os processos cognitivos da superdotação destacados em diferentes estudos, tal qual a rapidez na resolução de tarefas e o estabelecimento de relações. Não se elimina a probabilidade de que alguns resultados e o QI possam ter a influência de fatores não cognitivos, como a emoção, o que permitiu a forte interferência das ondas beta. Eysenck (1985), ao se referir ao uso do EEGQ, ressalta que podemos estar em face de uma revolução na teoria e medição da inteligência a nível do genótipo, saindo dos fenotípicos resultados avaliados através dos testes de QI, nos quais nos baseamos até agora.

A importância teórica dos resultados encontrados no decorrer da pesquisa levam-nos a considerar: (i) o EEGQ constitui uma medida confiável do construto da eficiência neural; (ii) a expressiva predominância do QIV sobre o QIE mostrou-se significativa, provavelmente pela forte influência cultural brasileira que valoriza muito mais este meio de expressão; (iii) apesar da consistência dos resultados da correlação positiva entre o alto poder de alfa e as pontuações do QI não se pode concluir que a base da correlação observada se deva, essencialmente, à alta amplitude e baixa frequência; (iv) as diferenças entre os gêneros não se mostraram expressivas; (v) o resultado de jovens com QI igual ou acima de 130 (24,7%), internacionalmente reconhecido como referencial para superdotação, como também o de

jovens com QI superior, acima de 110 e abaixo de 130 (48,1%) mostrou-se significativo; (vi) foram evidenciados correlatos cerebrais para comportamentos altamente inteligentes como o alto poder das ondas alfa; e (vii) os novos paradigmas educacionais aproximam os conceitos de superdotação e talento.

Esperamos que estes estudos tenham reflexos na compreensão da superdotação e na superação da questão dualista *nature x nurture*, contribuindo para o crescimento do paradigma interacionista que aponta para uma compreensão diferenciada de superdotação como a herança de um conjunto gênico, expresso num potencial superior, em pré-condições cognitivas dadas pela herança biológica que se manifestam, fenotipicamente, na expressão de um talento. Concluímos também que a identificação desta superdotação não deve ser feita exclusivamente mediante testes de QI, antes deve ser compreendida e avaliada como um processo multi-dimensional, psicológico e neurológico. Os testes psicométricos devem ser sempre vistos como instrumentos necessários, mas também necessariamente complementados por outras fontes de informação. O seu uso deve visar à maior objetividade na avaliação e à orientação da tipologia de atividades e treino a proporcionar nos programas de atendimento.

### *3. Limitações deste estudo*

Algumas limitações podem ser apresentadas no presente estudo. Estamos conscientes de que esta investigação mostrou estarem implicadas outras variáveis não-previstas como a influência de traços de personalidade, sobretudo o emocional, como se acabou por evidenciar nalguns momentos da avaliação neuropsicológica pelo EEGQ. Tal fato teve repercussões no número de sujeitos para a análise final dos dados (passando de um número estimado de 15 para 6 adolescentes no final) em termos do grupo de alunos com capacidade cognitiva superiores, pois que não puderam ser considerados na análise detalhada comparativa posterior em virtude do exame eletroencefalográfico ter indicado a presença de variáveis emocionais interferentes que poderiam conspurcar os resultados. Também deixou de compor o grupo, para análise final dos dados, aqueles sujeitos cujas ondas alfa precisaram de ajuda das ondas delta e teta, de menor voltagem, para amenizar a forte influência de beta, prejudicando a realização das tarefas e, conseqüentemente, podendo conspurcar os resultados.

Outra limitação é que o eletroencefalograma exige aparelhos, local e outros cuidados mais especializados, tornando-se mais dispendioso em relação aos testes psicométricos. Ao

mesmo tempo, a sua forte associação cultural com doenças tende a gerar uma normal reação de rejeição social no seu uso, para fins educacionais. As limitações do EEG tradicional estão sendo superadas pelo uso do conversor analógico-digital (CAD) que permite acompanhar a velocidade das ondas cerebrais, o EEGQ, eletroencefalograma quantitativo, com a possibilidade de registrar grande número de canais digitalizados de EEG, dando origem à nova técnica da tomografia cerebral, usada na presente pesquisa. Por outro lado, com a sua utilização, corre-se o risco de um exagero em “culpar o cérebro” por determinados comportamentos, relacionados, às vezes, com superdotação e abrir caminho para a prescrição de drogas psicoativas, como nos casos de Transtorno do Déficit da Atenção com Hipo/Hiperatividade – TDAH.

Entretanto, tais limitações não impedem que o EEGQ possa ser uma promissora alternativa de pesquisa para uma investigação mais direta dos processos cognitivos das pessoas com altas habilidades, enriquecendo os estudos nesta área com uma visão neurológica com implicações práticas, sobretudo no campo educacional. A compreensão da superdotação sob o ponto de vista neurobiológico implica em educadores conscientes do que significa estimular o potencial com um enfoque plural do ato de ensinar, quando a aprendizagem significa crescimento e formação de novas conexões sinápticas, aumento dos neurotransmissores e neuromoduladores, crescimento de espículas dendríticas e outras mudanças no ambiente neural que, nos superdotados, tem sua especificidade.

#### *4. Desafios para o futuro*

Os estudos desta pesquisa mostraram uma literatura especializada que aponta para algumas possibilidades psicofisiológicas atraentes, educacionalmente úteis, embora os índices de aplicabilidade à prática possam levar algum tempo para acontecer. Por exemplo, se a inteligência envolve a capacidade para aprender, a partir da experiência e a adaptar-se ao meio, não se pode ignorar a capacidade para atender, com propriedade, aos estímulos e analisar o contexto em que eles ocorrem. Assim, não podemos, na realidade, estudar um cérebro isoladamente, mas devemos incluir as interações do “dono deste cérebro” no contexto dentro do qual a pessoa atua inteligentemente (Sternberg, 2000 a). Desta maneira, o cuidado e atenção com os programas de enriquecimento devem estar sedimentados nas informações neurofisiológicas que caracterizam a atividade elétrica cerebral das pessoas com

altas habilidades, suas características e seu comportamento, uma vez que a eficiência neural pode estar relacionada à alta inteligência que os caracteriza, conforme vimos neste estudo.

As neurociências, tais como a neurociência cognitiva, a neurofisiologia e a neuropsicologia, dentre outras, na concepção atual, são parceiras indispensáveis das ciências cognitivas para a compreensão das habilidades humanas num campo cada vez mais interdisciplinar. Subsistindo a convicção de algum suporte biológico e hereditário inerente à inteligência, este contributo é relevante tendo em vista o desenvolvimento do potencial genético que está em cada ser humano. Reforçando a idéia da intencionalidade de propor o desenvolvimento de talentos, expresso nesta pesquisa, a proposta é uma estratégia contextualizada que apoia um currículo em espiral, centrado fortemente nas conexões intermodulares do cérebro, respeitando as diferenças individuais do desenvolvimento cerebral (idade,...), assistindo e encorajando os estudantes para exercitar sua criatividade e aumentando suas conexões cerebrais (Geake, 2003).

Sob esta ótica, é possível pensar em educadores conscientes do que significa organizar o ensino para um atendimento adequado aos alunos de modo que corresponda ao do funcionamento cerebral, um desafio, sobretudo quando se trata de pessoas que fogem aos padrões ditos normais, como os superdotados. Vemos assim que a neurofisiologia pode fornecer elementos para uma melhor avaliação da superdotação e para uma melhor explicação de seus processos cognitivos com vistas a uma identificação mais precisa, cientificamente, dos sinais de talento.

Como podemos antecipar estamos frente a mais um grande desafio: os estudos sobre a cognição humana como fenômeno biológico, abordados nesta pesquisa. Estudos desta natureza podem abrir caminhos para tornar o conhecimento cognitivo mais desafiador, chamando atenção para uma potencialidade cerebral extraordinária decorrente da sua enorme plasticidade, e cujas capacidades se ampliam ou podem ampliar, em função das estimulações e aprendizagens ocorridas.

Esperamos que estes estudos possam auxiliar no direcionamento dos programas de atendimento aos alunos superdotados, embora sejam necessários novos estudos incluindo algumas variáveis não-analisadas como as variáveis socioculturais e as condições econômicas que suportam a pesquisa. A investigação psicofisiológica, analisada como fundamental para o

progresso científico na compreensão da superdotação, necessita, para seu desenvolvimento, da implantação de laboratórios, devidamente equipados nas instituições de pesquisa, dos quais participem uma equipe multidisciplinar (psicólogos, matemáticos, físicos, biólogos, engenheiros ou técnicos na área de computação, dentre outros). Outro ponto importante a considerar, é aumentar as oportunidades para pesquisadores estudarem juntos as relações entre cérebro e comportamento, de grande valia para confirmar, fisiologicamente, alguns dados obtidos pela pesquisa psicofisiológica relativa às funções do cérebro, vindo a contribuir, por exemplo, para eliminar confusões bastante frequentes entre superdotação e transtornos do *déficit* de atenção.

As colocações expostas, nesta conclusão, nos permitem inferir que as investigações psicofisiológicas realizadas, muitas das quais mencionadas no decorrer deste trabalho, poderão contribuir para uma educação que amplie as potencialidades e que, para compreender a estrutura cognitiva humana, se torna necessário um posicionamento que estude as funções cerebrais sem deixar de considerar a afetividade, os sentimentos e emoções (Damásio, 2004). Para assegurar pedagogicamente que o cérebro em desenvolvimento receba estímulos e desafios, a sugestão é de um currículo diferenciado que, ao invés de considerar o raciocínio como parte separada do currículo, estuda como o conteúdo tradicional pode ser ensinado de maneira a engajar a elaboração mental, a resolução de problemas e a auto-regulação (Clark, 1998).

Ressaltamos alguns pontos desta proposta por considerar um exemplo de como o elo entre a educação e psicologia, sob a ótica da neurofisiologia, pode se concretizar: (i) um dos mais consistentes conceitos percebidos nas pesquisas sobre o cérebro é a natureza dinâmica do seu crescimento. Precisamos continuar a desafiar o aluno talentoso a atingir o nível de seu desenvolvimento ou o crescimento não continuará, e ele, na verdade, perderá; (ii) no processo de se raciocinar, eficientemente, todas as funções do pensamento estão engajadas (cognitiva, socioemocional, física, sensorial e intuitiva). O conhecimento e o raciocínio se tornam interdependentes, a diversidade de produtos é encorajada, emprega-se tempo para pensar; e (iii) a abordagem interdisciplinar ajuda a identificar as dimensões das tarefas, estimula a observação de relações incomuns e tenderá a contribuir para se encontrar soluções múltiplas.

A terminar, em síntese pessoal, como afirmamos no decorrer deste trabalho, parece-nos defensável que inteligência e superdotação estão juntas nas expressões de talento, mesmo

que não sejam suficientes, sendo assumidas como processo e não apenas como resultado, processo onde se agrega à capacidade neuronal individual um processamento extracerebral de informação, sobretudo pela interação social e cultural. Finalmente, reafirmamos que o interesse potencial de nossa investigação é alcançar, além do educacional e tentar integrar informação das ciências neurais com o objetivo de despertar a atenção para a importância da convergência de modelos, tais como da psicometria e da neurofisiologia. Baseando-nos em Maturana (2000), o que queremos é contribuir para evocar um modo de co-existência no qual o amor, o respeito mútuo, a honestidade e a responsabilidade social surjam espontaneamente do viver a cada instante.



## **Bibliografia**



## Bibliografia

- Acereda & Sastre (1998). *La superdotación*. Madrid: Editorial Síntesis
- Alencar, E.M.L.S.(2001). *Criatividade e Educação de Superdotados*. Petrópolis, RJ: Vozes
- Alencar, E.M.L.S. (2002). *O aluno com altas habilidades no contexto da educação inclusiva* (on line) [www.altashabilidades.com.br](http://www.altashabilidades.com.br) consulta em 25.02.06
- Alencar, E.M.L.S. & Fleith, D.S. (2001). *Superdotados: Determinantes, educação e ajustamento*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária.
- Alencar, E.M.L.S. & Viana, T.V. (2002). O papel do professor na educação de crianças supedotadas. *Sobredotação*, 3 (2), 165-176.
- Alexander, J.E., O'Boyle, M.W. & Benbow, G.P. (1995). Sex differences, hemispheric laterality in the intellectually gifted. *Developmental Neuropsychology*, 4, 415-443.
- Alexander, J. E., O'Boyle, M. W. & Benbow ,G. P.(1996). Developmentally advanced EEG alpha power in gifted male and female adolescents. *International Journal of Psychophysiology*, 23, 25-31
- Almeida, L. S. (1994). *Inteligência: Definição e medida*. Aveiro: Centro de Investigação, Difusão e Intervenção Educacional.
- Almeida, L. S. (1998). *O raciocínio diferencial dos jovens: Avaliação, desenvolvimento e diferenciação*. Porto: Instituto Nacional de Investigação Científica.
- Almeida, L .S. (1988). *Teorias da Inteligência*. Porto: Edições Jornal de Psicologia.
- Almeida, L. S. & Freire, T. (2000). *Metodologia da investigação em Psicologia e Educação*. Braga: Psiquilíbrios.
- Almeida L. S., Santos, C.A., Oliveira, E.P. & Cruz, C.C. (2002). Escala de despiste de alunos com altas habilidades e talentosos. *Inovação*, 15(1/3), 163-179.

- Almeida, L.S. & Oliveira, E.P. (2000 ). Os professores na identificação de alunos sobredotados. In L.S.Almeida; E.P. Oliveira & A. S. Melo (Orgs.), *Alunos sobredotados: Contributos para sua identificação e apoio*. (pp.43-53). Braga: ANEIS
- Almeida, L.S. (2008). *Abordagem cognitivista*, capítulo 3, no prelo
- Alonso, J. A., Renzulli, J. S. & Benito, Y. (2004) *Manual Internacional de Superdotados*. Madrid: Editorial EOS.
- Alonso, J. A., Benito, Y., Guerra, S. & Pardo, C. (2001). *Escala de Renzulli (SCRBSS)*. Salamanca: Amarú Ediciones.
- Anastasi, A. & Urbina, S. (2000). *Testagem psicológica*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul.
- Anderson, M & Davis, H. (2001). Diferencias individuales y desarrollo: Una dimensión o dos? In M. Anderson (Ed.), *Desarrollo de la inteligencia* (pp. 187-222). Oxford: University Press.
- Anderson, J. (1983). *A arquitetura da cognição*. Cantabrigia, M.A: Harward University Press
- Andrade, A. & Luft, C. (2003). A pesquisa com EEG aplicada à área de aprendizagem motora. *Rev.Port. Cien Desp.*, 6 (1), 106-115.
- Andrade, V. M., Santos, F.H. & Bueno, U.F.A. (2004). *Neuropsicologia Hoje*. São Paulo: Artes Médicas.
- Andreasen, N. C. (2003). *Admirável Cérebro Novo*. Lisboa: Climepsi Editores.
- Antunes, A.M.P. (2008). O apoio psico-educativo a alunos com altas habilidades: Um programa de enriquecimento numa escola inclusiva. *Tese de doutoramento* não publicada. Braga: Universidade do Minho.
- Arangüena, L. C. (2001). *Psicofisiologia*. Madrid: Ediciones Piramide.
- Arangüena, L.C. & Dorado, J. I. (2000). *Psicofisiologia: Fundamentos metodológicos*. Madrid: Ediciones Piramide.
- Arruda, J. E., Arnoss, R. T., & Kobum, L. (2007). A Quantitative Electroencephalographic Correlation of Sustained Attention Processing. *Appl. Psychophysiol Biofeedback*, 32, 11-17

- Associação Americana de Psicologia (2006) (on line) [www.apa.org](http://www.apa.org), consulta em 05/4/06.
- Ballone, G. I. (2005). *Eletroencefalograma* (on line) Psiquweb Internet em [www.psiqweb.med.br](http://www.psiqweb.med.br) consulta em 25/6/05.
- Barker, R.A., Barasi, S. & Neal, M.I. (2003). *Compêndio de Neurociência*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Barceló, F., Suwazono, S. & Knight, R. (2000). Prefrontal modulation of visual processing in humans, *Nature Neuroscience*, 3 (4),: 399-403.
- Barret, P. T. & Eysenck ,H. J. (1992). Brain electrical potentials and intelligence. In A. Gale & M.W. Eysenck (Eds.), *Handbook of individual differences: Biological perspectives*. Chichester: Wiley. pp. 255-285.
- Benito, Y. & Alonso, J. A. (2004a). *Sobredotación Intelectual: Definición y identificación*. Ecuador: Editorial Universidad Técnica Particular de Loja.
- Benito, Y. & Alonso, J. A. (2004b). Aproximación a la teoría de la desintegración positiva de Dabrowsky. In Y. Benito & J.A. Alonso (Orgs.), *Superdotados, Talentos, Creativos y Desarrollo Emocional*, Cap. 4: pp 129-144. Ecuador: Loja, UTPL
- Boekaerts, M. (1996). Self-regulated learning at the junction of cognition and motivation. *European Psychologist*, 1, 100-112.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1999). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Bouchard, L. L. (2002). Un instrumento para la medición de sobreexcitabilidades para identificar estudiantes excepcionales de primaria. *Revista del Instituto Alberto Merani*, Códice 2,5, número 1: 40-49, Colombia.
- Bourgeois, B. (1990). Création et créativité. *Encyclopaedia Universalis*, t. 6 p. 734.
- Brody, N. (2000). History of theories and measurements of Intelligence. In R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of Intelligence* (Cap. 2: 16-33) Cambridge: University Press.
- Calvin, W. H. (2004). *Como pensa o cérebro*. Portugal: Rocco -Temas e Debates.

- Candeias, A., Duarte, M., Araújo, L. Albano, A., Silvestre, A., Santos, A.F., Arguelles, F. & Claudino, P. (2003). Avaliação da sobredotação: Percepções parentais. *Sobredotação*, 4 (1), 75-93.
- Capovilla, A.G.S., Capovilla, F.C. & Suiter, I. (2004). Processamento cognitivo em crianças com e sem dificuldades de leitura. *Psicologia em Estudo* Maringá, 9(3), 449-458.
- Cardoso, S. H. (2000). *Por que Einstein foi um gênio?* . Texto incluído no site [www.cerebromente.org.br](http://www.cerebromente.org.br), consulta em 10/3/2005
- Carrol, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. New York: Cambridge University Press
- Cattell, R. B. (1963). Theory of fluid and cristallized intelligence: A critical experiment. *Journal of Educational Psychology*, 54, 1-22.
- Chabot, R.J., Michele, F. & Princhip, L. (2005). The role of Quantitative Electroencephalography in Child and Adolescent Psychiatric Disorders. *Child Adolesc Psychiatric Clin N Am*, 14, 21-53
- Chabot, R. J., Michele, F., Princhip, L. & Roy J. E. (2001). The Clinical Role of Computerized EEG in the Evaluation and Treatment of Learning and Attention Disorders in Children and Adolescents. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 13(2), 171-186.
- Chamberlin, J (2007). *An early look at giftedness*. (on line) [www.apa.org/monitor/sep04](http://www.apa.org/monitor/sep04) , consulta em 02/9/2007.
- Changeaux, J. P. (1985). *O Homem neuronal*. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Changeaux, J. P. (2002). *A verdade e o cérebro – O homem de verdade*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Canciolo, A. T. & Sternberg, R. J. (2004). *Intelligence: A brief history*. Malden USA: Blackweel Publishing.
- Clark, B. (2007). *Growing up Gifted*. Columbus, OH: Merril/Prentice Hall.
- Clark, B. (1998). Otimização do aprendizado: identificação, planejamento e recursos para jovens superdotados e talentosos. In, *Anais do Congresso Internacional sobre Superdotação*. Brasil:Brasília.

- Clark, B. (2001). What we know about the brain. In, *XIV Congresso Mundial sobre Superdotação e Talento*. Espanha: Barcelona.
- Colom, B. R. (1995). *Tests, inteligencia y personalidad*. Madrid: Pirâmide.
- Colom, B. R. (1998). *Psicologia de las diferencias individuales: Teoria y practica*. Madrid: Piramides.
- Csiksentmihalyi, M.; Rathunde, K., & Whalen, S.(1993). *Talented teenagers: The roots of success and failure*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Da Silva, J A. (2005). *Inteligência: Resultado da genética, do ambiente ou de ambos?*. São Paulo: Editora Lovise Ltda.
- Damasio, A. R. (2000). *O erro de Descartes: Emoção, razão e cérebro humano*. São Paulo: Cia. Letras.
- Damasio, A. R. (2002). A second chance for Emotion. In R.D.Lane & L. Nadel (Eds.), *Cognitive Neuroscience of Emotion* (Cap. 2). Oxford University Press.
- Damasio, A. R. (2004). *Em busca de Spinoza*. São Paulo: Companhia de Letras.
- Davidson, R. J. (2000). Affective style, psychopathology, and resilience: Brain mechanisms and plasticity. *American Psychologist*, 55, 1196-1214.
- Davidson, R. J (2001). Toward a biology of personality and emotion. In, *Annals of the NY Academy of Sciences*, 935:191-207.
- Deary, I. J. & Caryl, P.G. (1997). Neuroscience and human intelligence difference. *Trends in Neuroscience*, 20(8), 365-371.
- De Bono, E. (1999). *New thinking for the new millennium*. Austrália: Penguin Books, Vitoria, Viking.
- De Bono, E. (1995). *Parallel thinking from Socratic thinking to De Bono thinking*. Austrália: Penguin Books.
- Delgado, J. (1994). *Mi cerebro y yo*. Espanha: Ediciones Temas de Hoy.
- Delou, C. & Bueno, J. (2001). O que Vygotsky pensava sobre genialidade. *Sobredotação*, 2 (2), 161-165.

- Dembo, M. H. (1988). *Applying educational psychology in the classroom*. New York: Longman.
- Demo, P. (2001). *Pesquisa e informação qualitativa*. Campinas: Papirus.
- Didierjean, A., Ferrari, V. & Marmèche, E. (2005). A mente do jogador de xadrez. *Revista Viver Mente&Cérebro*, XIII(155), 56-59.
- Duncan, J. (2001). An adaptative coding model of neural function in pre-frontal cortex. *NatureReviews/Neuroscience*, 2, 820-829 (on line) [www.cnbc.cmu.edu](http://www.cnbc.cmu.edu) em 15.5.2007
- Eccles, J. (1989). *A evolução do Cérebro, a criação do eu*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Enciclopédia Britânica (1990). *Inteligência*. Serviço de Pesquisas/ 2253.
- Ertl, J. & Schafer, E. (1969). Brain response correlates of psychometrics intelligence. *Nature*, 22, 421-425.
- Extremiana, A. (2000). *Niños superdotados*. Madrid: Ediciones Piramide.
- Eysenck, H. J. (1987). Speed of information processing, reaction time and the theory of intelligence. In P. A. Vernon (Ed.), *Speed of information-processing and intelligence*. Norwood: Ablex Publishing Corporation, pp. 21-27
- Eysenck, H. J. (1985). La naturaleza y medición de la inteligencia. In J. Freeman (Org.), *Los niños superdotados, aspectos psicológicos y pedagógicos*, pp. 139–160. Madrid: Ed. Santillana, S.A.
- Eysenck, H. J. & Barret, P.T. (1993). Brain research related to giftedness. In A. H. Passow, F. J. Mönks, & K.A. Heller (Eds.), *International handbook for research and development of giftedness and talent*. Oxford: Pergamon Press, pp. 115-132.
- Feldhusen, J. (1988). *Algumas contribuições da Psicologia à Educação do Superdotado*. USA: Purdue University, tradução de Lúcia Cristina D. Pimentel.
- Feldhusen, J. (1992). *Talented identification and development in education* (TIDE). Sarasota, FL: Center for Creative Learning.

- Feldhussen, J. (2005). Giftedness, talent, expertise, and creative achievement. In R. J. Sternberg & J. Davidson (Eds.), *Conceptions of giftedness* (pp.64-79). New York: Cambridge University Press.
- Ferreira, A. S. (2000). *Representação social de escola segundo superdotados*. Dissertação de mestrado. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo.
- Flanagan, D. P., McGrew, K. S., & Ortiz, S. O. (2000). *The Wechsler Intelligence Scale and Gf-Gc theory: A contemporary approach to interpretation*. Boston: Ally and Bacon.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Flavell, J. H., Miller, H. P. & Miller, S. A. (1999) *O desenvolvimento cognitivo*. Porto Alegre: Artmed.
- Fleith, D. S. & Alencar, E.M.L.S. (2007). *Desenvolvimento de Talentos e Altas Habilidades: Orientação a pais e professores*. Porto Alegre: Artmed.
- Fleury (2007) *Eletroencefalografia*. (on line) [www.fleury.com.br](http://www.fleury.com.br) consulta em 20/11/2007.
- Fonseca, L. C., Tendrus, G.M.A.S., Martins, S.M.V., Gibert, M.A.P., Antunes, T. A. & Laloni, D. T. (2003). Eletroencefalograma quantitativo em escolares sadios: Análise de frequências. *Arq. Neuro-Psiquiatr.*, 61(3B) (on line) [www.scielo.br](http://www.scielo.br) , consulta em 23.04.2007
- Ford, V. R., & Gardner, H. (1991). Giftedness from a Multiple Intelligences Perspective. In N. Colangelo & G. A. Davis (Orgs.), *Handbook of Gifted Education*( pp. 55-64). Boston: Allyn and Bacon.
- Franco, G. (2001). O potencial evocado cognitivo em adultos normais. *Arq. Neuropsiquiatria*, 59(2-A), 198-200.
- Freitas, N. K. (2006). Desenvolvimento humano, organização funcional do cérebro e aprendizagem no pensamento de Luria e Vygotsky. *Ciência e Cognição*, 9, 91-96.
- Freeman, J. & Guenther, Z.C. (2000). *Educando os mais capazes: Idéias e ações comprovadas*. São Paulo: EPU.

- Gagné, F. (2004). Modelo diferenciado de superdotación y talento. In Y. Benito & J. A. Alonso (Eds.), *Superdotados, Talentos, Creativos y Desarrollo Emocional*, pp 26-29. Ecuador: Loja, UTPL.
- Gagné, F. (1994). Are Teachers Really Poor Talent Detectors? Comments on Pagnato and Birch's (1959) Study of the Effectiveness and Efficiency of Various Identification. *Gifted Child Quarterly*, 38(3), 124-126.
- Gagné, F. (2007). Debating giftedness: Pronat vs. antinat. *Case for giftedness: Unpublished Chapter* pp. 1-72.
- Gagné, F. (2008). O DMGT – Construindo talentos sobre os pilares da dotação. Conferência no *Congresso Internacional sobre Educação Especial*. Brasil: São José dos Campos.
- Gagné, F. & Schader, R. (2006). Chance and Talent Development. *Roeper Review*, 28(2), 88-90.
- Galín, D. & Ornstein, R. (1972). Lateral Specialization of Cognitive Mode: An EEG Study. *Psychophysiology*, 9, 412-418.
- Gallagher, J. J. (2002). Gifted educational in the 21 century. *Gifted Education International*, 16, 100-110.
- Gallagher, J. J. (1979). Issues in education for the gifted. *The Gifted and Talented: Their education and development* (pp. 28-44) Universidade de Chicago, Illinois.
- Gardner, H. (1994). *Estruturas da Mente: A teoria das Inteligências Múltiplas*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Gardner, H. (1995). *Inteligências múltiplas: A teoria na prática*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Gardner, H. (1999). Who owns intelligence? USA: *The Atlantic Monthly*, 8, 67-76.
- Gardner, H. (2002). The three faces of Intelligence. In, *The Development and Education of the Mind-the selected works of Howard Gardner*, World Library, Taylor & Francis Group –cap. 10.
- Gardner, H. (1996). *Mentes que criam*. Porto Alegre: Artes Médicas.

- Gardner, H. (2001). *La inteligencia reformulada: Las inteligencias múltiples en el siglo XXI*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Gardner, H. (1982). *Arte, mente y cerebro*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.
- Gardner, H. (2008). *Cinco tipos de mentes*. Lisboa: Actual Editora.
- Gasser, T., Jennen-Steinmetz, C. & Verleger, R. (1987). EEG coherence at rest and during a visual task in two groups of children. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 67, 151-158.
- Gazzaniga, M. S. (1985). *O cérebro social: A descoberta das redes do pensamento*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2006). *Neurociência cognitiva e a Biologia da mente*. Porto Alegre: Artmed.
- Geake, J. G. (2004). Neuroimagem del cerebro superdotado. In J. A. Alonso, J. S. Renzulli, & Y. Benito (Eds.), *Manual Internacional de Superdotados*. Madrid: Editorial EOS, pp. 25-32.
- Geake, J. G. (2003). Adapting Middle Level educational practices to current research on brain functioning. *Journal of the New England League of Middle Schools*, 15(2), 6-12.
- Geake, J. G. & Cooper, P. (2003). Cognitive Neuroscience: Implications for education? *Westminster Studies in Education*, 26(1), 7-20.
- Geake, J. G. & Dodson, C. (2005). A Neuro-Psychological Model of the Creative Intelligence of Gifted Children. *Gifted and Talented International*, XX(1), 6-14.
- Gerlic, I. & Jausovec, N. (1999). Multimedia: Differences in cognitive processes observed with EEG. *Educ. Technol. Res. Dev.*, 47(3), 5-14.
- Gevins, A. (1998). The future of electroencephalography in assessing neurocognitive functioning. *Electroencephalography Clinical Neurophysiology*, 106(2), 165-172.
- Gibbs, F. A. & Gibbs E. L. (1964). *Atlas of Electroencephalography: Normal and Abnormal Infants*. Reading, Mass: Addison-Wesley.

- Gluck, M. & Rumelhart, J (1990). *Neuroscience and Connectionist Theory*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc..
- Goldberg, E. (2002). *O Cérebro executivo: Lobos frontais e a mente civilizada*. Rio de Janeiro: Ed. Imago.
- Gottfredson, L. S. (1999). El factor general de la inteligencia. *Investigación y Ciencia*, Temas 17: 20-26.
- Gould, E. & Patima, T. (1999). Stress and hippocampal neurogenesis. *Biological Psychiatry*, 46(11), 1472-1479.
- Gray, J. R. & Thompson, P. M. (2004). Neurobiology of Intelligence: Science and ethics. *Nature Neuroscience*, 6, 316-322.
- Greenfield, S. (1995). *Journey to the Centers of the Mind*. New York: W.H. Freeman Company.
- Grieve, J. (1995). *Neuropsicologia: Evaluación de la percepción y cognición*. Bogotá: Médica Panamericana.
- Guenther, Z. C. (1997). *Educando o ser humano*. Campinas, SP: Mercado de Letras , Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras.
- Guenther, Z. C. (2002). O aluno bem dotado na Escola Regular: celebrando diversidades, incluindo diferenças. In D.C. Simonetti (Org.), *Inclusão das Pessoas com Altas Habilidades/ Superdotadas*, pp.71 – 91. Vitória , ES: ABAHSD.
- Guenther, Z. C. (2000a) *Desenvolver capacidades e talentos – Um conceito de inclusão*. Petrópolis: Vozes.
- Guenther, Z. C. (2000b). Identificação de talento: Recurso a técnicas de observação direta. *Sobredotação*, 1, 7-36.
- Guenther, Z. C. (2006a). *Capacidade e Talento – Um programa para a Escola*. São Paulo: Editora EPU.
- Guenther, Z. C. (2006 .b). Conhecendo seu aluno – Como estudar uma Criança?. *Seminário Regional de Vitória/ES: ABAHSD – [www.altashabilidades.com.br](http://www.altashabilidades.com.br)* , Brasil.

- Guenther, Z. C. (2007). Centros comunitários para desenvolver talentos – O CEDET. *Revista Educação Especial*, 30 (on line) [www.coralx.ufsm.br](http://www.coralx.ufsm.br), consulta em 23/4/08
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: McGraw-Hill
- Guilford, J. P. & Hoepfner, R. (1971). Some changes in the structure-of-intellect model. *Educational and Psychological Measurement*, 48, 1-4.
- Habib, M. (2000). *Bases neurológicas dos Comportamentos*. Lisboa: Climepsi Editores.
- Hagen, E. (1980). *Identification of the gifted*. New York: Teachers College Press.
- Haier, R. J., Siegel, B., Tang, C., Abel, L. & Buchsbaum, T. (1992). Intelligence and changes in regional cerebral glucose metabolic rate following learning. *Intelligence*, 16, 415-426.
- Haier, R. J. (2003). Positron Tomography studies of intelligence: From Psychometrics to Neurobiology. In E. Nyborg (Ed.), *The Scientific Study of General Intelligence: Tribute to Arthur R. Jensen* (p. 41-51). Oxford: Pergamon.
- Halford, G. (2001). El desarrollo de la inteligencia incluye la capacidad de procesar relaciones de mayor complejidad. In M. Anderson (Ed.), *Desarrollo de la inteligencia* (pp. 223-247). Oxford: University Press.
- Hassenstein, B. (2007). Inborn and acquired intelligence: An old problem revisited. *Hum Ontogenet*, 1 (1), 17-22.
- Hawkins, J. & Blakeslee, H. (2004). *On Intelligence*. New York: Times Books/Henry Holt.
- Heller, K. A. (1993). Structural Tendencies and Issues of Research on Giftedness and Talent. In, K. A. Heller, F. J. Mönks, & A. H. Passow (Eds.), *International handbook of research and development of giftedness and talent*. Pergamon: Oxford, pp. 49-67.
- Herrnstein, R. J. (1975). *QI na meritocracia*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Herrnstein, R. J. & Murray, C. (1994) *The Bell Curve: Intelligence and Class Structure in American Life*. New York: Free Press.

- Hobson, J. A. (1996). *O cérebro sonhador*. Portugal: Instituto Piaget.
- Howe, M. J. A. (1997). *IQ in question – The truth about Intelligence*. London: SAGE Publications Ltda.
- Howe, M.J.A. (1990). *The Origins of Exceptional Abilities*. Oxford : Blackwell.
- Hubel, D. (1981). Evolution of ideas on the primary visual cortex, 1955-1978: A biased historical account. *Physiology or Medicine*, pp. 24-56 (on line) [www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine) , consulta em 28/5/2006
- Hugdahl, K. (1998). *Psychophysiology: the mind-body perspective*. USA. Harvard, Library of Congress.
- Hunt, E. (1999). Intelligence and human resources: Past, present and future. In, P. L. Ackerman, P. C. Kyllonen, & R. D. Roberts (Eds.), *Learning and individual differences: process, trait and content determinants*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Hunt, E. (1980). Intelligence as an information processing concept. *British Journal of Psychology*, 71, 449 – 474.
- Izquierdo, I. (2004). *A arte de esquecer – Cérebro, memória e esquecimento*. São Paulo: Vieira & Lent.
- Jackson, D. C. & Kalin, N. H. (2000). Emotion, plasticity, context and regulation: perspectives from affective neuroscience. *Psychol. Bull*, 126, 890-909.
- Jasper, H. H. (1958). The ten-twenty electrode system of the International Federation, EEG. *Clinical Neurophysiology*, 10, 371-375.
- Jausovec, N. (1994). *Thinking: An explanation for Individual Differences in ability*. New Jersey: Hampton Press.
- Jausovec, N. (1996). Differences in EEG alpha activity related to giftedness. *Intelligence*, 23(3), 159-173.
- Jausovec, N. (1997). Differences in EEG alpha activity gifted and non-identified individuals: Insights into problem solving. *Gifted Child Quarterly*, 41(1), 26-32.
- Jausovec, N. (1998). Are gifted individual less chaotic thinkers? *Personality and Individual Differences*, 25, 253-267.

- Jausovec, N. (2000). Differences in cognitive processes between gifted, intelligent, creative and average individuals while solving complex problems: An EEG study. *Intelligence*, 28, 213-237.
- Jausovec, N. (2001). Differences in EEG current density related to intelligence. *Cognitive Brain Research*, 12, 55-60.
- Jensen, A. R. (2000). The g factors: psychometrics and biology: The nature of intelligence. *Novartis Foundation Symposium*, 233, 37-47.
- Jensen, E. (2002). *O cérebro, a bioquímica e as aprendizagens*. Portugal, Porto: ASA Editores.
- Jerwis, B. W., Coelho, M. & Morgan, G. W. (2003). Spectral analysis of EEG responses. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 27, 230-238.
- Juan-Spinosa (1997). *Geografía de la Inteligencia Humana*. Madrid: Pirâmide.
- Kandel, E. R. (2000). *Fundamentos da neurociência e do comportamento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Kaufman, A. S. (1994). *Intelligent testing with the WISC III*. New York: John Willey & Sons.
- Kaufman, A. S. & Lichtenberger, E. (2000). *Essentials of WISC III and WPPSI-R assesment*. New York: Jonh Willey Sons.
- Kolb, B. & Whishaw, I. Q. (2002). *Neurociência do Comportamento*. Barueri: Editora Manole Ltda..
- Landau, E. (1990). *A coragem de ser superdotado*. São Paulo: CEREC.
- Lane, R. D. & Nadel, L. (Eds.) (2002). *Cognitive Neuroscience of Emotion*. Oxford University Press.
- León-Cariión, J. (1995). *Manual de Neuropsicologia Humana*. Madrid: Siglo XXI de España Editores.
- Lima, M. M. & Silva, D. F. (1998). Aspectos gerais e práticos da EEG. *Revista Neurociências*, 6(3), 137-146.
- Lind, S. (2002) La sobreexcitabilidad y los excepcionales. *Revista del Instituto Merani*, Códice 2,5 , 3(1), 16-23.

- Lyncan, W. G. (1990). *Mind and Cognition*. Oxford, Basil Blackwell.
- Lubart, T. (2007). *Psicologia da Criatividade*. Porto Alegre: Artmed.
- Luria, A. (1973). *The Working Brain. An Introduction to Neuropsychology*. 2a. Ed., Revised and Expanded. New York: Basic Books.
- Luria, A. (1980). *Higher Cortical Functions in Man*. New York: Basic Books
- Machado, L. (1997). *O cérebro do cérebro: As bases da inteligência emocional e da aprendizagem acelerativa*. Rio de Janeiro: Ed. Autor.
- Mackay, A. W. (1997). *Neurofisiologia sem lágrimas*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Mackintosh, N. J. (1998). *IQ and Human Intelligence*. New York: Oxford University Press.
- Maturama, H. (2000). *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Belo Horizonte: Ed. UFMG.
- Maturama, H. (2001). *A árvore do conhecimento: As bases biológicas da compreensão humana*. São Paulo: Palas Athena.
- McDaniel, M. A. & Nguyen, N. T. (2002). A meta-analysis of the relationship between MRI-assessed brain volume and intelligence. Paper Presented at *Proc. International Society of Intelligence Research*. Nashville, T.N.
- Melo, A. S. (2003). Sinalização de alunos sobredotados e talentosos pelos professores. *Sobredotação*, 4(1), 29-46.
- Melo, A. S. & Almeida, L. S. (2007). A identificação precoce da sobredotação: Alguns problemas e propostas. *Sobredotação*, 8, 23-42.
- Merani, A. L. (1979). *Diccionario de Psicologia*. México: Editorial Grijalbo.
- Merill, M. D. (1983). Component Display Theory. In, C. Reigeluth (Ed.), *Instructional - Design Theories and Models: An overview of their current status*, pp. 279-333. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Merrit, H. H. (1984). *Merrit's textbook of Neurology*. New York: Lea & Fegiber, Ed. Lewis Roland.
- Merrit, H. H. (1989). *Tratado de Neurologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

- Miller, A. (1990). *The drama of the Gifted Child*. USA: Basic Books, Inc.
- Miranda, L. & Almeida, L. S. (2003). Sinalização de alunos sobredotados e talentosos por professores e psicólogos: Dificuldades na sua convergência. *Sobredotação*, 4(2), 91-105.
- Molfese, D. L., Freeman, Jr., R.B. & Palermo, D. S. (1975). The ontogeny of the brain lateralization for speech and non-speech stimuli. *Brain and Language*, 2, 356-368.
- Mönks, F. J. & Van Boxtel, H. W. (1985). Los adolescentes superdotados: Una perspectiva evolutiva. In J. Freeman (Org.), *Los niños superdotados, aspectos psicológicos y pedagógicos*, pp. 306-324. Madrid: Ed. Santillana.
- Moon, S. M. (2002). Developing Personal Talent. In, 8ª. *Conferência Anual do European Council for High Ability*, Grécia (on line): [www.gt-cybersource.org](http://www.gt-cybersource.org). consulta em 25 de março de 2007.
- Moon, S. M. (2003). Personal Talent. *High Ability Studies*, 14(1), 5-22.
- Moon, S. M. & Ray, K. (2006). Personal and social talent development. In, Dixon & Moon (Eds.), *The Handbook of Secondary Gifted Education*, cap. 10. Prufrock Press Inc.
- Naglieri, J. A. & Das, J. P. (1990). Planning, Attention, Simultaneous, and Successive (PASS). *Journal of Psychoeducational Assessment*, 8(3), 303–337.
- Naglieri, J. A. & Das, J. P. (2005). Planning, attention, simultaneous, successive (PASS) theory: A revision of the concept of intelligence. In D. P. Flanagan & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary Intellectual Assessment: Theories, Tests, and Issues* (Cap. 7, pp. 120-135). New York: Guilford.
- Neweel, A. & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Nitish, V. T. & Tong, S. (2004). Advances in Quantitative Electroencephalography Analysis Methods. *Annual Review. Biom. Engineering*, 6, 453-495.
- Novaes, M. H. (1979). *Desenvolvimento psicológico do superdotado*. São Paulo: Editora Atlas.

- Ogilvie, E. (1973) *Gifted Children in Primary School*. London: Macmillan.
- Oliveira, E. P. (2002). Desenvolvimento sócio-emocional de alunos sobredotados: Risco e resiliência. *Sobredotação*, 3(1), 151-165.
- Oliveira, E. P. (2007). Alunos sobredotados: A aceleração escolar como resposta educativa. *Tese de doutoramento* não publicada. Braga: Universidade do Minho.
- Ostatnikova, D., Laznibatova, J., Putz, Z., Mataseje, A., Dohnanylova, M. & Pastor, K. (2000). Salivary Testosterone Levels in Intellectually Gifted and Non-Intellectually Gifted Preadolescents: an exploratory study. *High Abilities Studies*, 11, 41-54.
- Ostatnikova, D., Laznibatova, J., Okkelova, J., Putz, Z., Dohnanylova, M. & Pastor, K. (2002). Salivary Testosterone Levels in Children: relation to their IQ Score. In F. J. Mönks & H. Wagner (Eds.), *Development of Human Potential: Investment into our future*. ECHA, pp. 22-29.
- Paivio, A. (1990). *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. New York: Oxford University Press.
- Passow, A. H. (1979). A look around and a look ahead. In A. H. Passow (Ed.), *The Gifted and Talented: Their education and development* (pp. 447-451). Universidade de Chicago, Illinois.
- Patten, J. (1995). *Neurological Differential Diagnosis*. London: Springer-Verlag.
- Penrose, R. (1996). *La mente nueva del emperador – En torno de la cibernética, la mente y las leys de la física*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Fondo de Cultura Económica.
- Penrose, R., Shimony, A., Cartwright, N. & Hawking, S. (1999). *Lo grande, lo pequeño y la mente humana*. Cambridge University Press (Madrid).
- Perdomo, L. (2001). *Niños inteligentes y felices – Cómo potenciar la inteligencia*. Madrid: Ediciones Piramide.
- Pereira, M. (1998). Crianças sobredotadas: Estudos de caracterização. *Tese de Doutoramento* não publicada. Coimbra: Universidade de Coimbra.

- Pereira, M. (2006). Educação e desenvolvimento de alunos sobredotados: Factores de risco e de protecção. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 39 (3), 243-258.
- Pereira, M. & Seabra-Santos, M.J. (2003). Estudos com o WISC III numa amostra de crianças sobredotadas. *Sobredotação*, 56-65.
- Piaget, J. (1970). *Psicologia e Pedagogia*. Rio de Janeiro: Cia. Ed. Forense.
- Piaget, J. (1974). *Seis estudos de Psicologia*. Petrópolis: Vozes.
- Pinker, S. (2001). *Cómo funciona la mente*. Barcelona: Ediciones Destino.
- Pinker, S. (2004). *Tábula Rasa: A negação contemporânea da natureza humana*. São Paulo: Editora Companhia das Letras.
- Plomin, R. (1995). Nature, nurture and intelligence (Synopsis). In M. W. Katzko & F.J. Mönks (Eds.), *Nurturing Talent – Individual Needs and Social Ability* (pp. 112-113). ECHA: Van Gorcum , Assen, The Netherlands.
- Plomin, R. (2002). *Genética de la conducta*. Barcelona: Ariel.
- Plomin, R & De Fries, J. C. (1980). Genetic and Intelligence: Recent data. *Intelligence*, 4(1), 15-24.
- Primi, R. (2003). Inteligência: Avanços nos modelos teóricos e nos instrumentos de medida. *Avaliação Psicológica*, 1, 67-77.
- Primi, R. (2002). Avanços na concepção psicométrica da inteligência. In F. C. Capovilla (Org.), *Neuropsicologia e aprendizagem: Uma abordagem multidisciplinar* (pp. 77-86). São Paulo: Scortecci, Sociedade Brasileira de Neurologia
- Primi, R. & Almeida, L. S. (2002). Inteligencia geral ou fluida: Desenvolvimentos recentes na sua concepção. *Sobredotação*, 2(2), 127-144.
- Primi, R., Vendramini, C.M., Taxa, F., Muller, F.A., Lukjanenko, M., & Sampaio, I. S. (2001). Competências e Habilidades Cognitivas: Diferentes definições dos mesmos construtos. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 17(2), 151-159.
- Purcell, J. H. & Renzulli, J. S. (1998). *The Total Talent Portfolio: A systematic plan to identify and nurture gifts and talents*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.

- Renzulli, J.S. (2001). Os fatores da excepcionalidade. In *XIV Congresso Mundial de Superdotação e Talento*. Espanha: Barcelona
- Renzulli, J. S. (2004). O que é essa coisa chamada superdotação e como a desenvolvemos? Uma retrospectiva de 25 anos. *Educação: Porto Alegre*, XXVII, 52, 75-131.
- Renzulli, J. S. (1978). What makes giftedness? Reexamining a definition. *Phi Delta*, 60, 180-184.
- Renzulli, J. S. (2005). The three-rings conception of giftedness: a developmental model for creative productivity. In Sternberg & Davidson (Eds) *Conception of Giftedness* (pp. 246-279). New York: Cambridge University Press.
- Renzulli, J. S. & Reis, S. (1996). Escolas para o Desenvolvimento de Talentos : um plano prático para o aproveitamento escolar integral. *Anais do Congresso Internacional de Sobredotação* (pp. 43 – 62). Portugal: Porto.
- Renzulli, J. S. & Fleith, D. S. (2002). O modelo de enriquecimento escolar. *Sobredotação*, 3(2), 7-41.
- Restak, R. (2004). *The new brain : How the modern age is rewiring your mind*. London: Rodale Ltda.
- Ribeiro, I. S. & Almeida, L. S. (2005). Velocidade de Processamento da Informação na Definição e Avaliação da Inteligência. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 21(1), 1-5.
- Richardson, K. (1991). *Compreender a Inteligência*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Ridley, M. (2004). *Nature x Nurture: Genes, experience and what makes us human*. London: Happer Perennia.
- Riding, R. J., Glass, A., Butler, S. R. & Pleydell Pearce, C. W. (1997). Cognitive style and individual differences in EEG Alpha during information processing. *Educational Psychology*, 17(1-2), 219-234.
- Riza, E. (2003) *Brain activities and educational techology* (on line) <http://www.tojet.saraya.edu.tr>, consulta em 22.11.2003.

- Rippon, G. (2006). Electroencephalography. In C., Senior; M. S., Gazzaniga, T. Russel (Eds.), *Methods in mind* (pp. 236-262). The MIT Press: Cambridge Massachusetts
- Robert, J.-M. (1994). *A aventura dos neurônios*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Rocha, A. F. (2001). Neurobiologia e cognição. Entrevista por e-mail a *Interface-Comunic, Saúde, Educ*, São Paulo
- Rose, S. (2006). *O cérebro do século XXI*. Rio de Janeiro: Editora Globo.
- Rovina, R. B. (2004). La inteligencia general (g), la eficiencia neural y el índice de velocidad de conducción nervosa: Una aproximación empírica. *Tese doctoral*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona
- Sabatini, R. M. E. (2005) *Mapeando o cérebro*, (on line) [www.cerebromente.org.br](http://www.cerebromente.org.br), consulta em 3/06/05
- Sagan, C. (1983). *Os Dragões do Éden: Especulações sobre a evolução da inteligência humana*. Rio de Janeiro: F. Alves
- Sanchez, M. D. P. (2005). Identificación y desarrollo del talento desde el modelo de las inteligências múltiplas. *Sobredotação*, 6, 7-26.
- Santos, C. P. (2001). Sinalização de alunos com altas habilidades e talentos: Cruzamento de informações de origem e natureza diferentes. *Dissertação de mestrado*. Braga: Universidade do Minho.
- Sastre i Riba, S. (2008). Niños con altas capacidades y su funcionamiento cognitivo diferencial. *Revista de Neurologia*, 46 (Supl 1), S11-S16.
- Sattler, J. M. (1992). *Assessment of Children*. San Diego: Author.
- Schafer, E. W. P. (1982). Neural adaptability: A biological determinant of behavioral intelligence. *International Journal of Neuroscience*, 17, 91-183.
- Schiff, M. (1993). *A inteligência desperdiçada: Desigualdade social, injustiça escolar*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Sears, P. S. (1979). The Terman genetic studies of genius, 1922 – 1972. *The Gifted and Talented: Their education and development*. pp. 75-96 Universidade de Chicago, Illinois.

- Shore, B. M. & Kanevsky, C. (1993). Thinking Process: being and becoming gifted. In K. A. Heller, F. J. Mönks & H.A. Passow (Eds.), *International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent* (pp. 133-147). Oxford, UK: Pergamon
- Silva, C. F. (Org.), Macedo, F. B., Rodrigues, P. J., Silvério, J. M. A. & Maia, L. (2005). *Métodos e técnicas laboratoriais em Psicofisiologia*. Covilhã: Universidade da Beira Interior.
- Simonetti, D. C. (1984). Técnica de Projetos: Uma estratégia de ensino dirigida às necessidades potenciais dos educandos (dissertação de mestrado). In Ubirathan D'Ambrosio (Coord.), *O ensino de Ciências e Matemática na América Latina*, pp. 76 – 80, Campinas: Papirus.
- Simonton, D. K. (2005). Putting the gift back into giftedness: The Genetic of Talent Development. *Gifted and Talented International*, 20(1), 15 – 18.
- Site [www.apagina.pt](http://www.apagina.pt) . *Imagem da mente: os potenciais evocados como índices de processos psíquicos superiores*, consulta em 10/6/2005
- Snyder, S. M. & Hall, J. R. (2006). A Meta-analysis of Quantitative EEG Power Associated with Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *J Clin Neurophysiol*, 23(5), 441-456
- Snow, R. E., Kyllonen, P. C., Marshalek, B. (1984). The topography of ability and learning correlations. *Advances in the psychology of human intelligence*, 2, 47-103.
- Spearman, C. (1927). *The abilities of man: Their nature and measurement*. New York: Macmillan.
- Springer, S. P. & Deutsch, G. (1998). *Cérebro esquerdo, cérebro direito: Perspectivas da Neurociência Cognitiva*. São Paulo: Summus.
- Stanley, J. C. (1991). Guest foreword. In N.Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of Gifted Education* (pp. XV-XVI). Boston: Allyn & Bacon.
- Steger, J., Imhof, K., Steinhausen, H.C. & Brandeis, D. (2000). Brain Mapping of Bilateral Interactions in Attention Deficit Hyperactivity Disorder and Control Boys. *Clin Neurophysiol*, 111, 1141-1156.

- Sternberg, R. J. (2000a) *Psicologia Cognitiva*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul.
- Sternberg, R. J. (2000b). La inteligencia exitosa: Una visión más amplia de quien es más listo en la escuela y en la vida. Entrevista exclusiva in *Códice* 2,5, Bogotá: Instituto Alberto Merani, 1(1), 16-23.
- Sternberg, R. J. (1994). *As capacidades intelectuais humanas: Uma abordagem do processamento de informações*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Sternberg, R. J. (2001). Giftedness as developing expertise: A theory of the interface between high abilities and achieved excellence. *High Ability Studies*, 12, 159-179.
- Sternberg, R. J. (1990). *Methaphors of mind: conceptions of the nature of Intelligence*. Cambridge: University Press.
- Sternberg, R. J. (1997). A triarchic view of giftedness: Theory and practice. In N. Colangelo & G.A. Davis (Orgs.), *Handbook of gifted education* (pp. 43-53). Boston: Allyn and Bacon.
- Sternberg, R. J. & Davidson, J. E. (Eds.) (2005). *Conceptions of giftedness* (2nd. ed). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Sternberg, R. J. (2003). WICS is a Model of Giftedness. *High Abilities Studies*, 14 (2); 109-137.
- Sternberg, R. J. & Detterman, D. (1986). *What is intelligence? Contemporary viewpoints on its nature and definition*. Norwood, NJ: Ablex.
- Tannembaun, A. J. (1997). The meaning and making of giftedness. In N. Colangelo & G. A. Davis (Orgs.), *Handbook of gifted education* (pp. 27-42). Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Terrasier, J.-C. (1985). Disincronía: Desarrollo irregular. In J. Freeman (Org.), *Los niños superdotados, aspectos psicológicos y pedagógicos* (pp. 294-304). Madrid: Ed. Santillana.
- Treffert, D. A.(1989). *Extraordinary people*. London: Bantam Press.
- Thompson, P. M. & Toga, A. N. (2005). Genetics of brain structure and intelligence. *Annual Reviews of Neuroscience* , 28, 1-23

- Thorndike, E. L. (Ed.) (1921). Intelligence and its measurement a symposium. *Journal of Educational Psychology*, 12, 123-147, 195-216.
- Torrance, P. E. (1986) *Criatividade: Medidas, testes e avaliações*. São Paulo: Ibrasa.
- Tunes, S. (2004). *Viagem ao espaço cerebral: Novas descobertas revolucionam o conhecimento da ciência sobre os mistérios do cérebro humano* .(on line) [www.galileu.globo.com](http://www.galileu.globo.com), consulta em 13/7/04
- Viñolo, E. P. (1988). Genética fisiológica ou da Conduta dos Superdotados. In O.B. Santos (Org.), *Superdotados –Quem são? Onde estão? – Cap.7: 50 – 53*. São Paulo: Pioneira.
- Vossen, J. M. H. (1988). The function of information processing in nature. In H. J. Jerison & I. Jerison (Eds.), *Intelligence and Evolutionary Biology* (pp. 417-427). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Vygotsky, L. S. (1991). *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes.
- Vygotsky, L. S. (1984). *Psicologia Pedagógica*. São Paulo: Martins Fontes.
- Zachary, R. A. (1990). Wechsler Intelligence Scales: Theoretical and Practical considerations. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 8, 276-289.
- Zubiria Samper, J. (2002). *Teorias contemporâneas de la inteligencia y de la excepcionalidad*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Watson, J. (2004). *DNA: The secret of life*. United Kingdom: Arrow Books
- Wechsler, D. (1991). *WISC III: Escala de Inteligência para Crianças: Manual*. 3°. Ed. (Adaptação e padronização brasileira). São Paulo: Casa do Psicólogo.
- Winner, E. (1998). *Crianças Superdotadas: Mitos e realidades*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Winston, R. (2003). *The Human Mind*. Great Britain: Bantam Press.
- Wolfe, P. (2004). *A importância do cérebro: Da investigação à prática na sala de aula*. Porto: Porto Editora.

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1 – Fichas**

**1 – Roteiro para os professores**

**2 – Anamnese familiar**

**3 – Anamnese escolar**

FICHA 1

Prezado Professor (a) ,

Estamos iniciando um projeto de pesquisa na área de superdotação esperando contribuir para o trabalho que você desenvolve junto a essas crianças e jovens .

Nosso primeiro passo é identificar esta clientela. Para isso, pedimos sua colaboração por meio da observação sistematizada de seus alunos nos indicando aqueles que apresentem “sinais” de que são diferentes por alguns atributos e/ou pela produção significativa.

Assim, solicitamos que registre os dados conforme roteiro a seguir e que, por enquanto, não divulgue suas informações. A família será envolvida mais tarde.

**Faixa etária : 11 a 14 anos**

**Período da observação sistematizada: abril a dezembro de 2005**

**Dados pessoais do aluno:**

**Nome completo**

**Data de nascimento**

**Escola regular que estuda**

**Série escolar**

**Pais**

**Endereço residencial**

**Contatos**

**“Sinais” observados :**

**Atributos diferenciados**

**Produção , se for o caso (Entende-se por produção a concretude de um processo criativo, como desenhos, poemas, textos, caminhos originais para resolução de tarefas,...)**

Responsável pela informação:

Obrigada pela colaboração. Expressaremos nosso agradecimento registrando seu nome como colaborador (a) de nosso projeto e sempre lhe comunicando o andamento dos trabalhos.

Dora Cortat Simonetti - Tel: 3329-2751 E-mail: doracortat@uol.com.br

**ANAMNESE FAMILIAR**

**1. Identificação :**

Nome :

Pais :

Idade:

Contato:

**2 . Desenvolvimento, em relação à faixa etária :**

Normal:

Acima ( exemplos, a partir de que idade foram notados)

**3 . Relacionamento:**

Na família:

Na escola:

Com os amigos/colegas:

Em geral:

**4 . Interesses especiais (especificar e indicar atividades que ilustrem) :**

Acadêmicos:

Música:

Artes:

Dança:

Esportes:

Outros:

**5. Observações:**

FICHA 3

**ANAMNESE ESCOLAR**

**1. Identificação:**

Nome :  
Pais:  
Escola: Série :  
Frequência Atendimento Especial ( se positivo,que tipo e quanto tempo)

**2. Competência curricular :**

Área (s) curricular (es) de interesse:  
Desempenho escolar (diferenciados por áreas curriculares):

**3. Estilo de aprendizagem:** Originalidade : Auto-avaliação : Apatia:

Planejamento : Análise das tarefas : Auto-observação : Impulsividade :

**4. Habilidades Intelectuais:**

Focaliza atenção na estrutura do problema:

É imaginativo / Tem idéias próprias:

Tem raciocínio rápido :

Atenção na informação relevante:

Lida bem em situações novas:

Criativo na resolução das tarefas:

Visualiza rapidamente o que deve ser feito:

Memoriza informação com facilidade:

**5. Interesses:**

Envolve-se com a tarefa a ser realizada (especificar alguns tipos):  
Motivação espontânea:

**6. Relacionamento:**

Prefere trabalhar sozinho:

Trabalha bem em grupo: Sabe compartilhar idéias :

Responsável pelas informações:



ANEXO 2 – EEGQ : 1º. Grupo

S 1/1 e S 1/2 - Histograma e Diagrama Posicional

S 1/3 – Topografia Cerebral

S 1/4 - Mapa freqüencial

S 1/5 – Hemisférios cerebrais: Esquerdo e Direito

C 1/1 e C 1/2 – Histograma e Diagrama Posicional

C 1/3 – Topografia cerebral

C 1/4 – Mapa frequencial

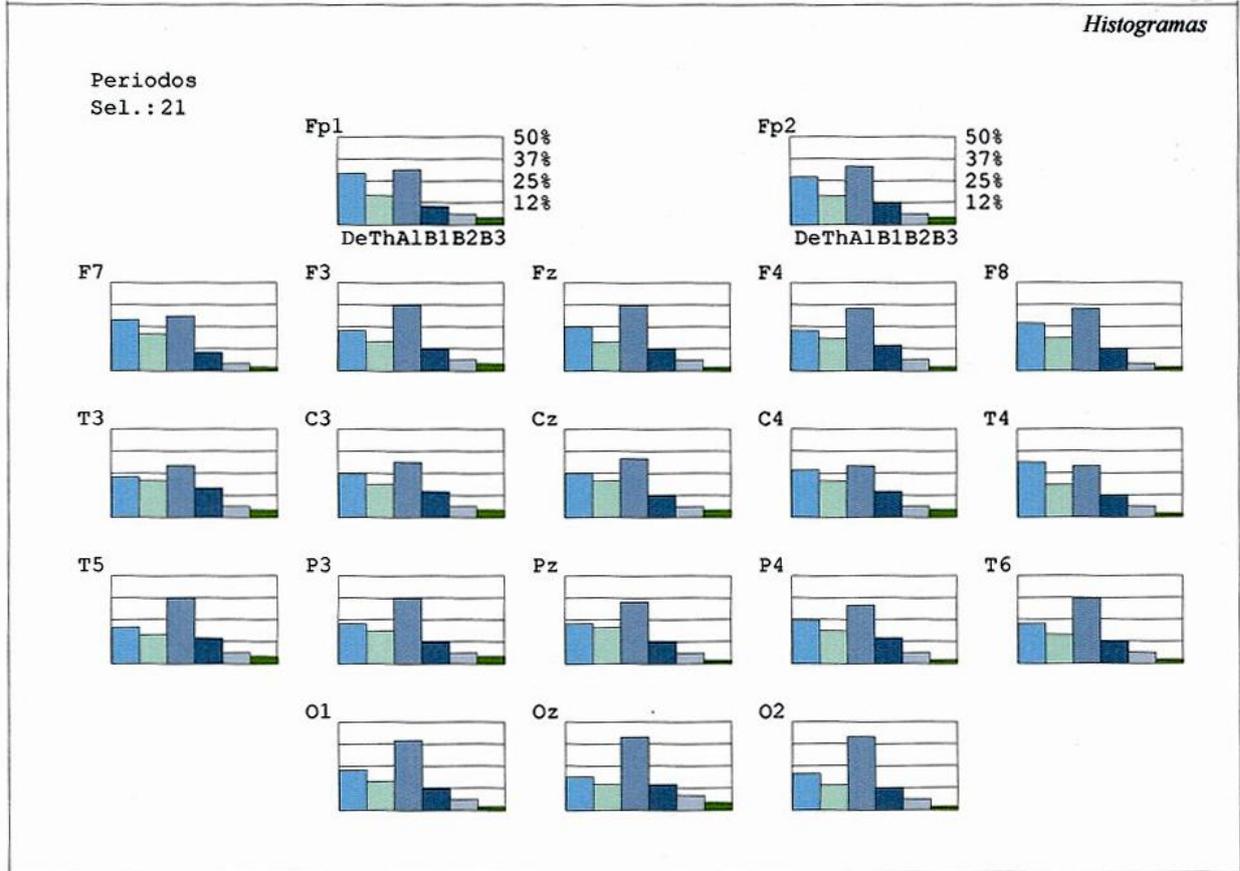
C 1/5 - Hemisférios cerebrais: Esquerdo e Direito



Nome:

S

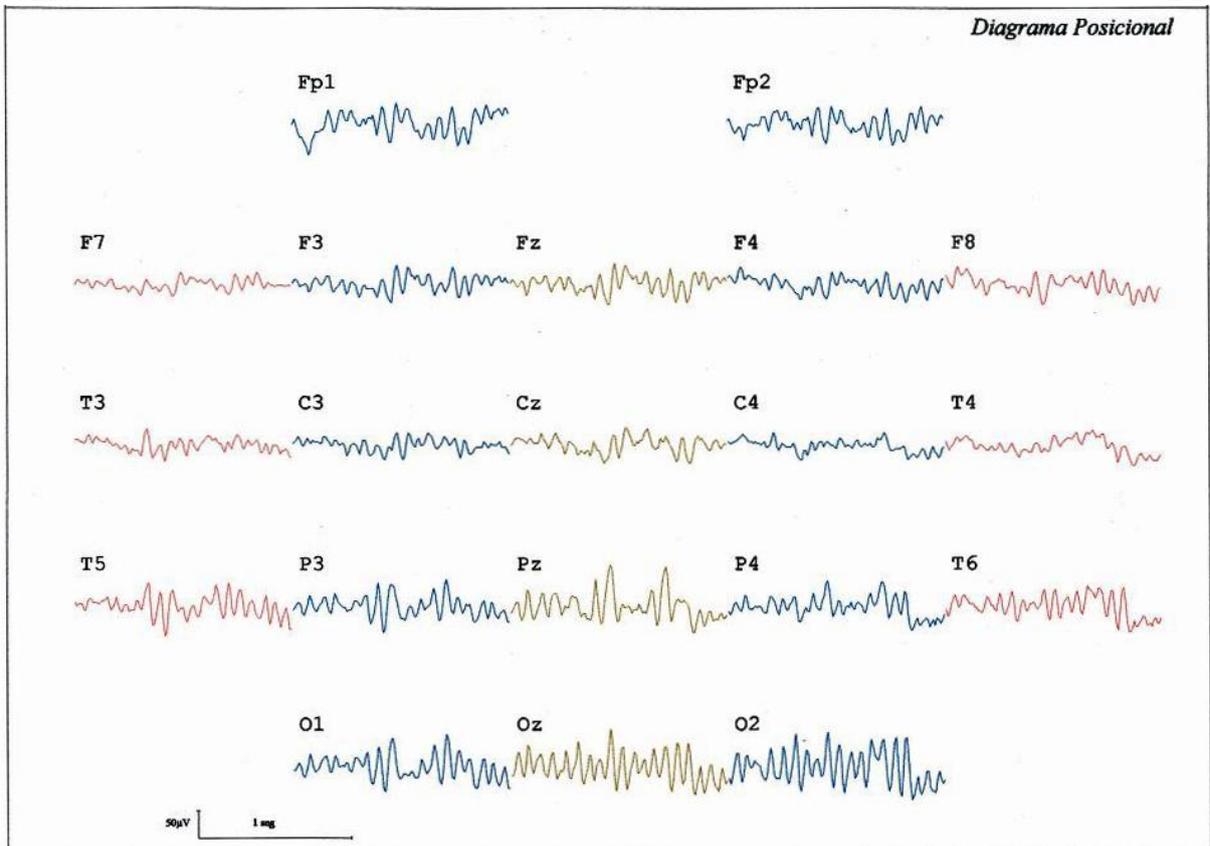
1/1

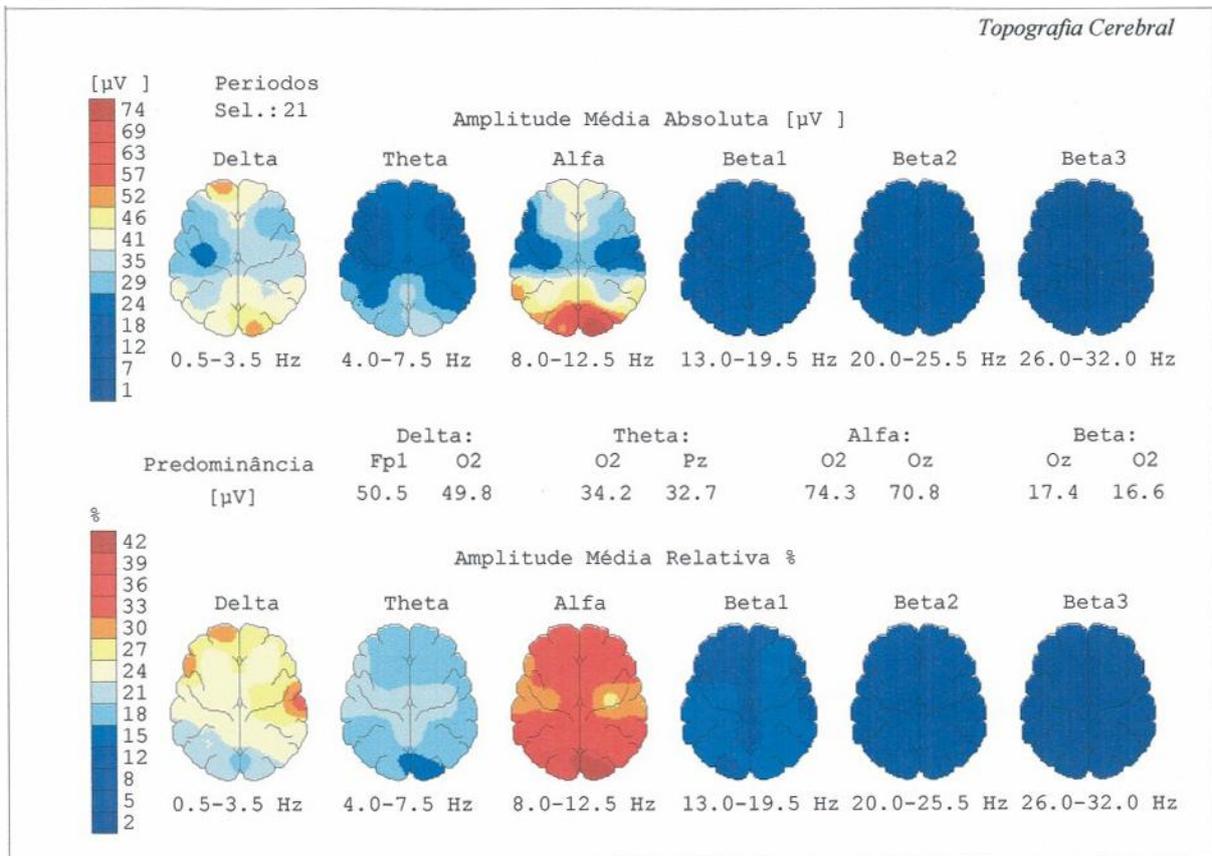


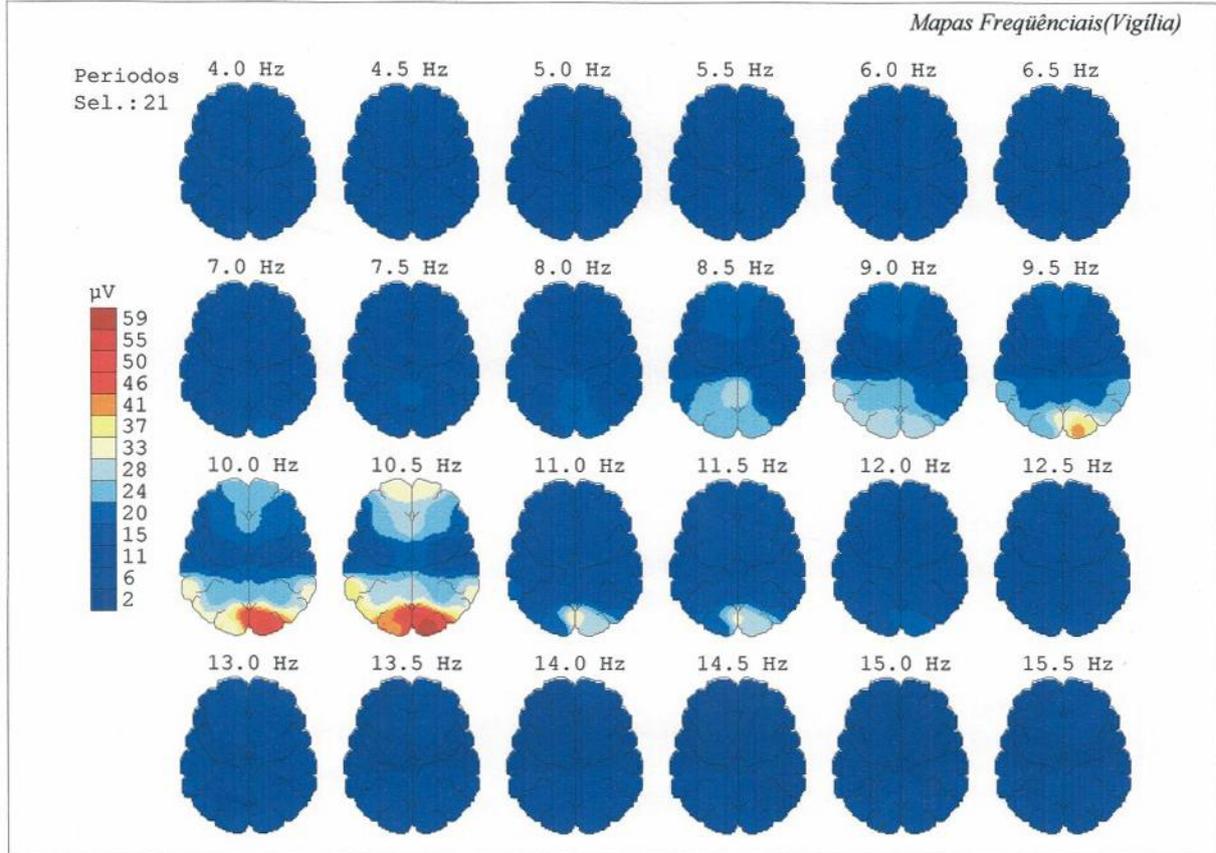
Nome:

S

1/2



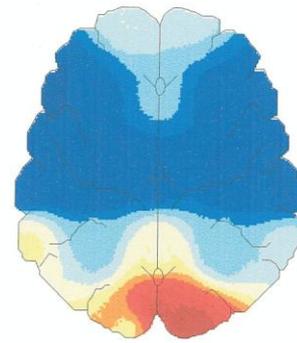
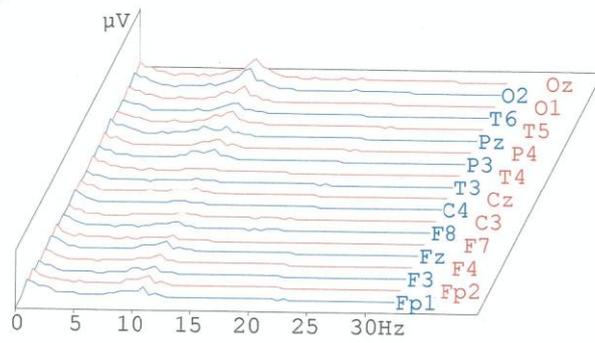




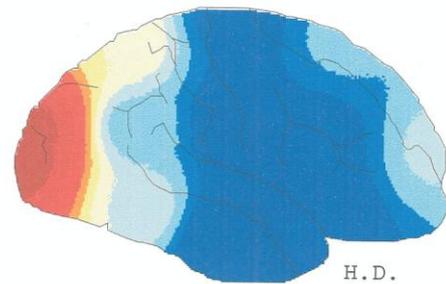
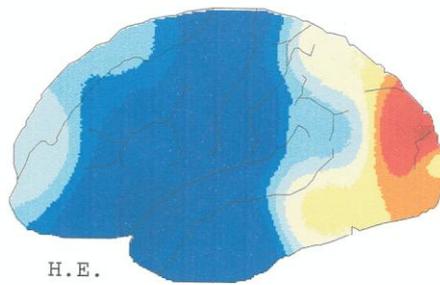
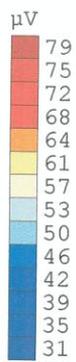
Nome: S 1/5

Amplitude Média Absoluta

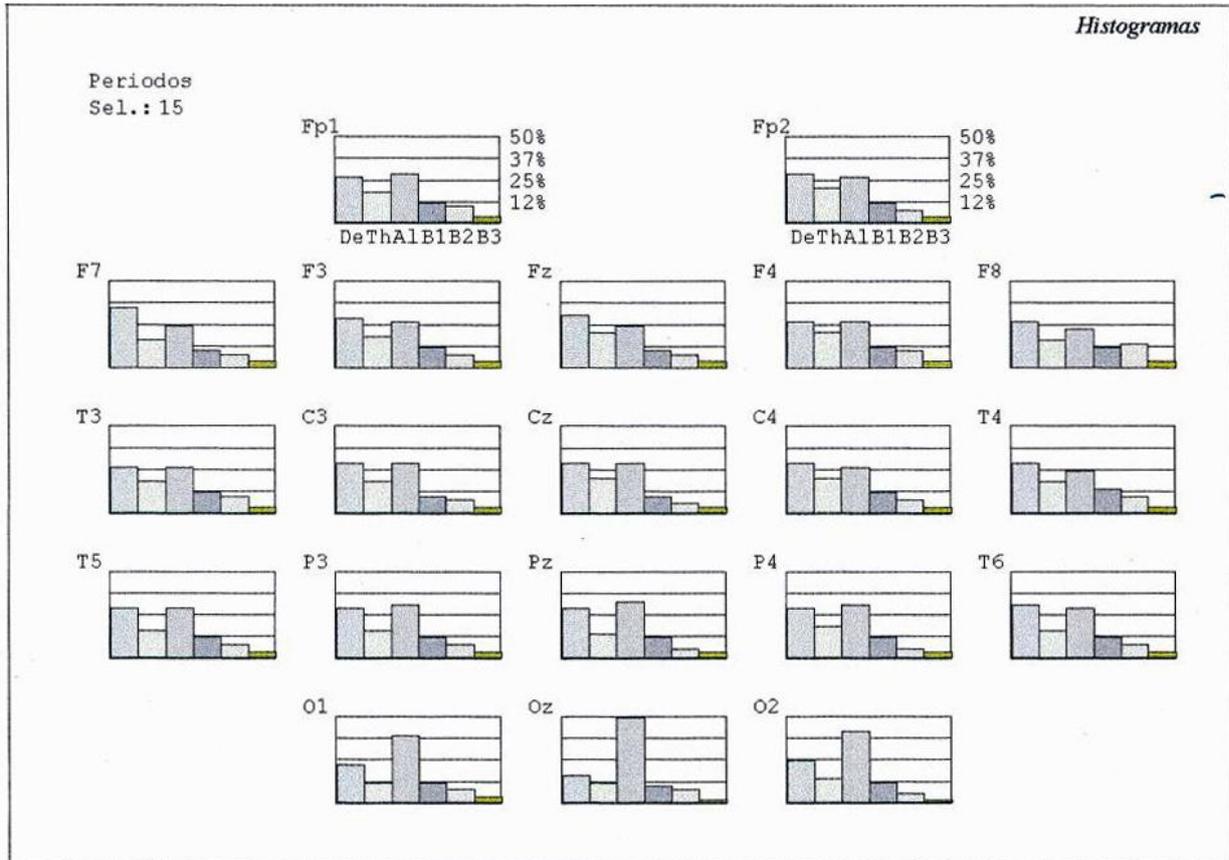
Periodos  
Sel.: 21



Amplitude Média [ $\mu V$  ]: 70.5

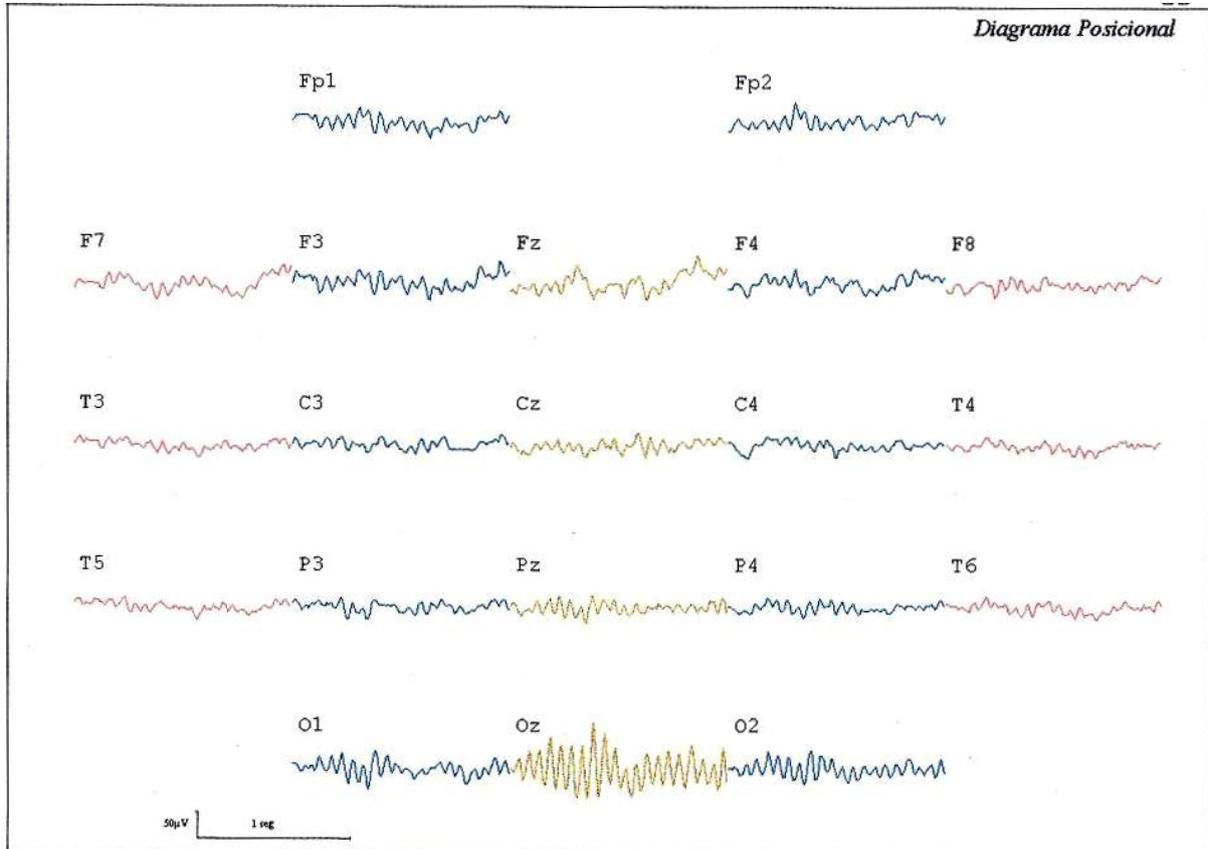


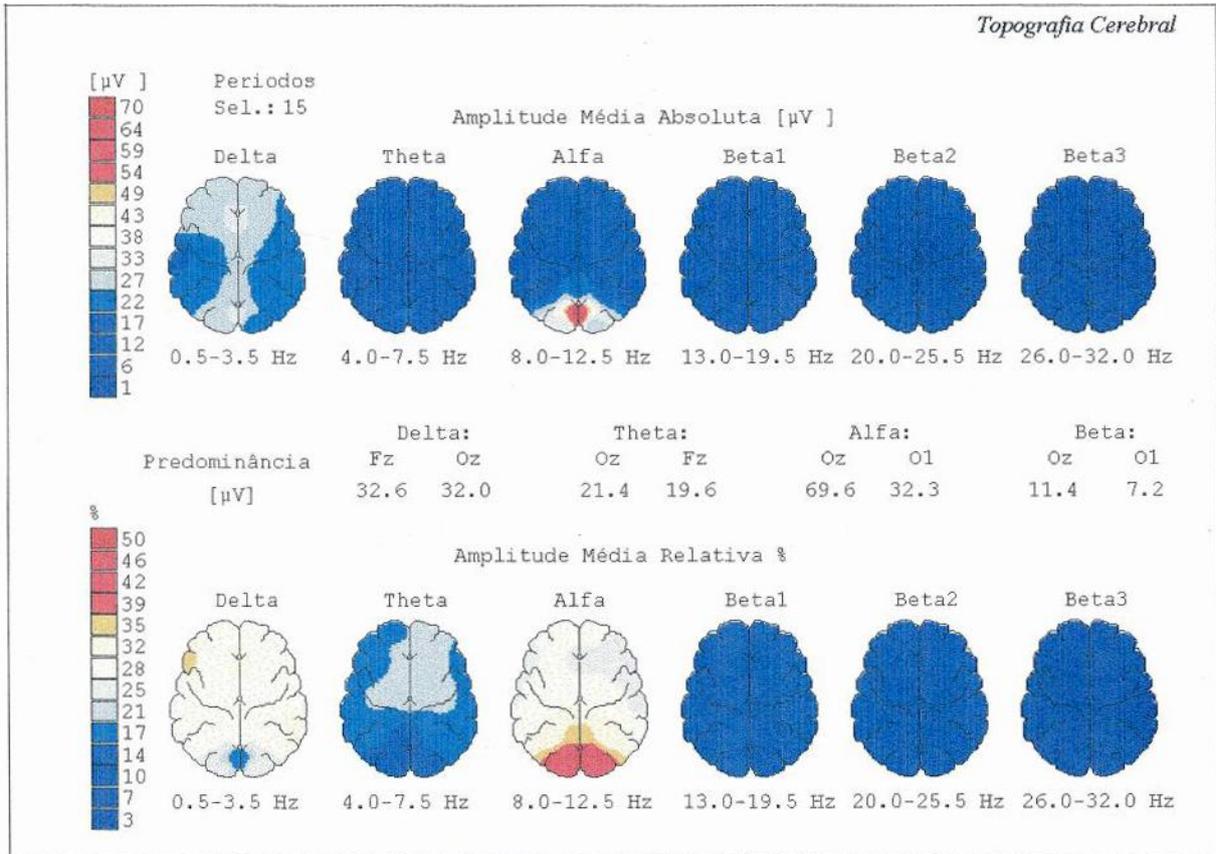
Nome: C1/1



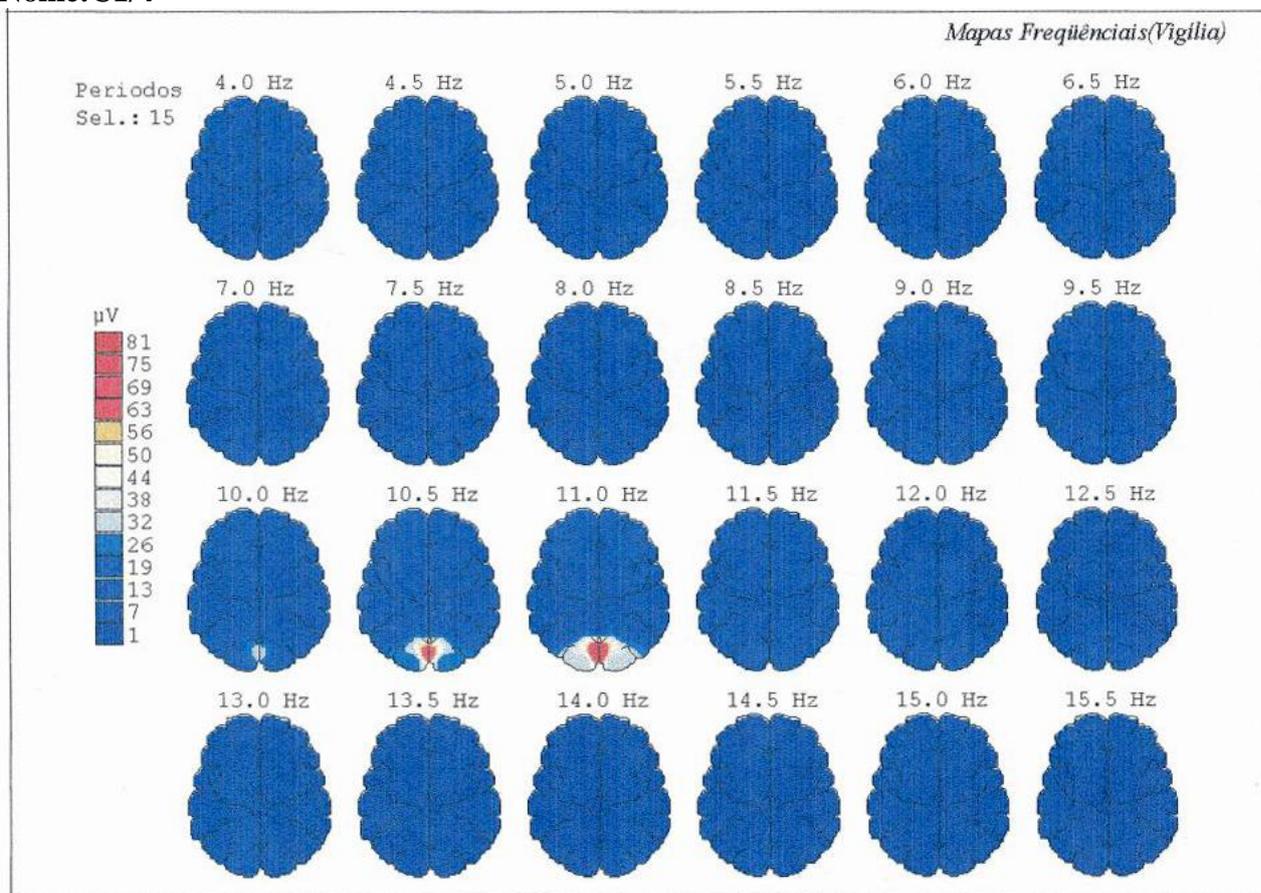
Nome:

C1/2

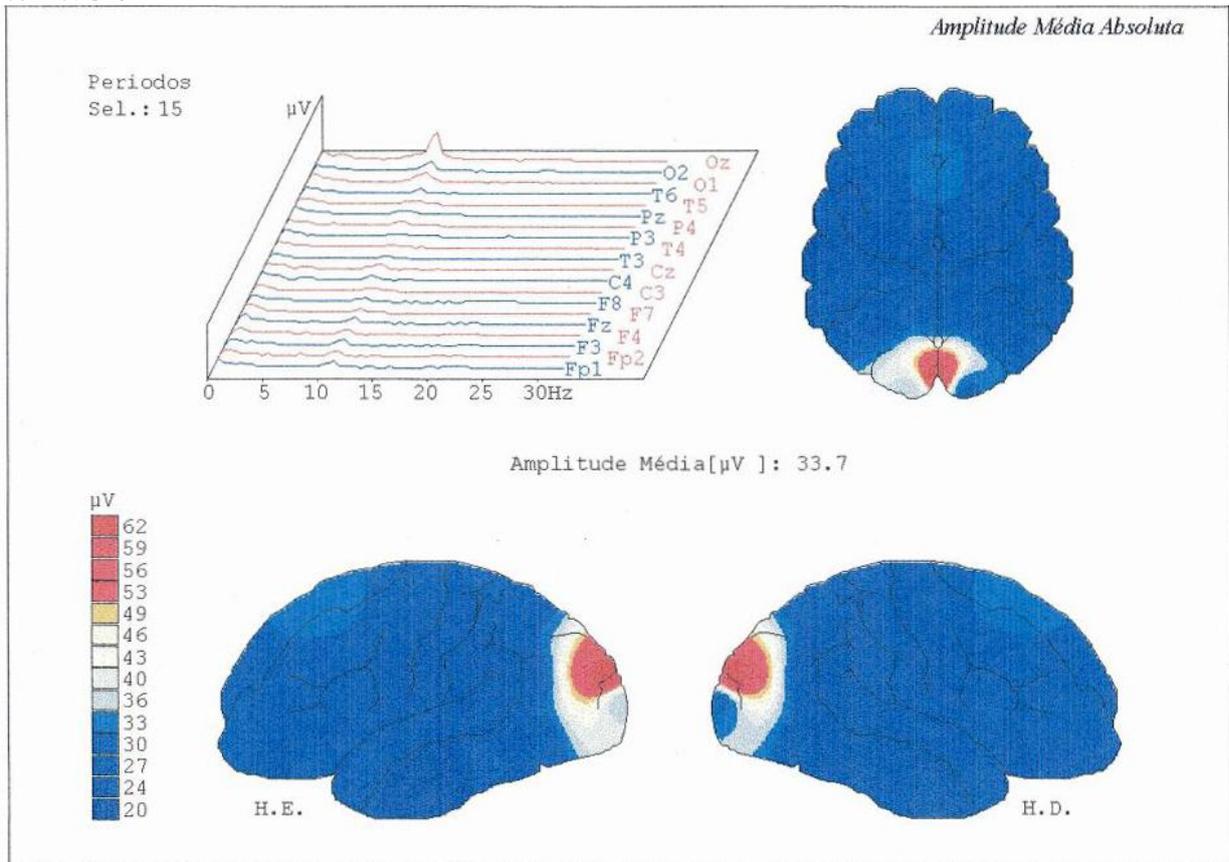




Nome:C1/4



Nome:C1/5



ANEXO 3 – EEGQ : 2º. Grupo

S 2/1 e S 2/2 – Histograma e Diagrama Posicional

S 2/3 – Topografia Cerebral

S 2/4 – Mapa frequencial

S 2/5 – Hemisférios cerebrais: Esquerdo e Direito

S 3/1 e S 3/2 – Histograma e Diagrama Posicional

S 3/3 – Topografia Cerebral

S 3/4 – Mapa frequencial

S 3/5 – Hemisférios cerebrais: Esquerdo e Direito

C 2/1 e C 2/2 – Histograma e Diagrama Posicional

C 2/3 – Topografia cerebral

C 2/4 – Mapa frequencial

C 2/5 – Hemisférios cerebrais: Esquerdo e Direito

C 3/1 e C 3/2 – Histograma e Diagrama Posicional

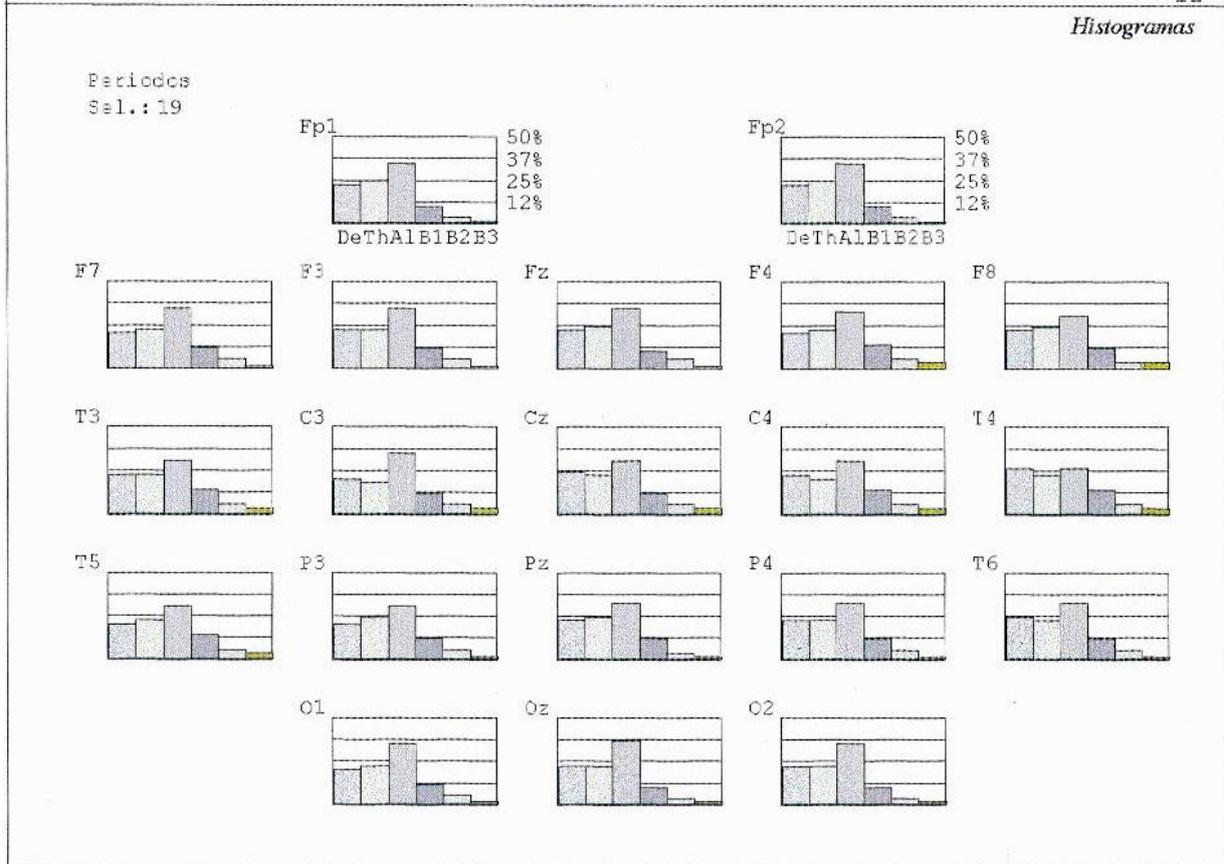
C 3/3 – Topografia cerebral

C 3/4 - Mapa frequencial

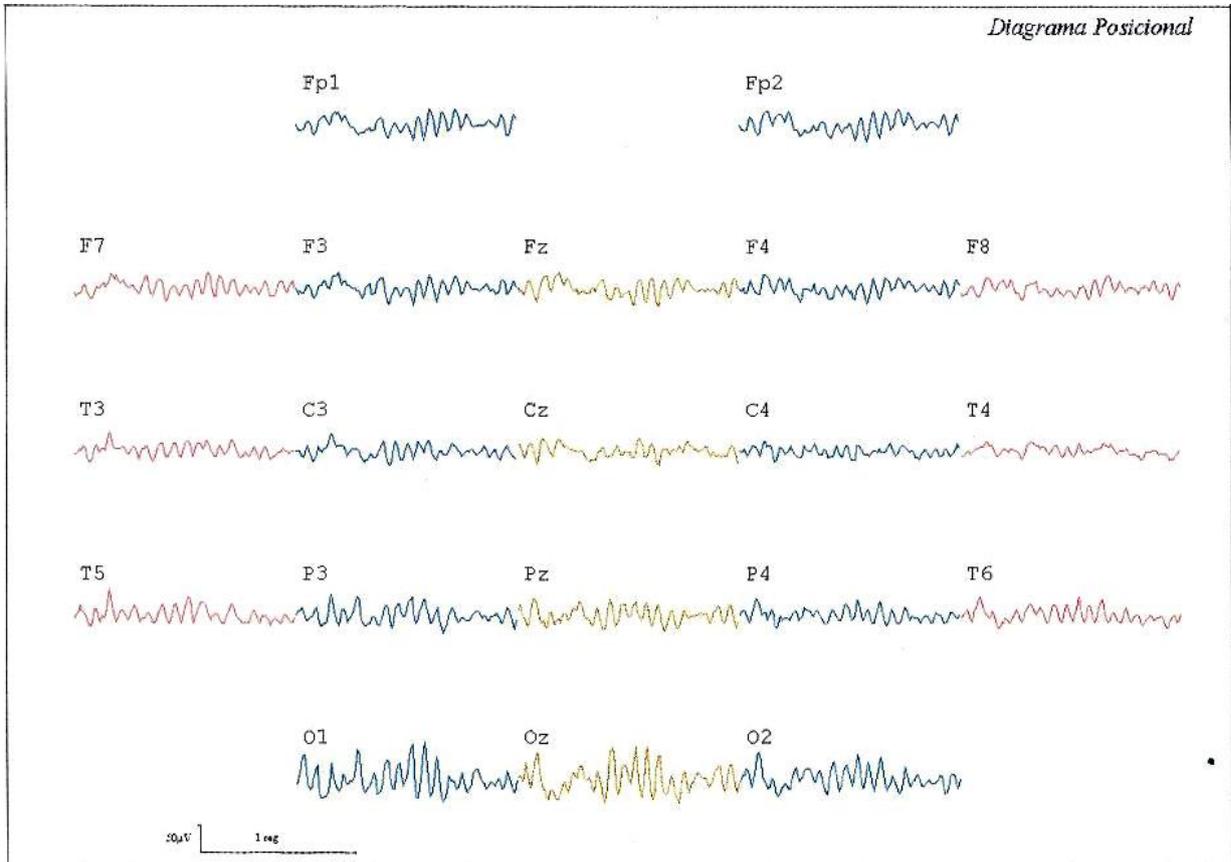
C 3/5 – Hemisférios cerebrais; Esquerdo e Direito

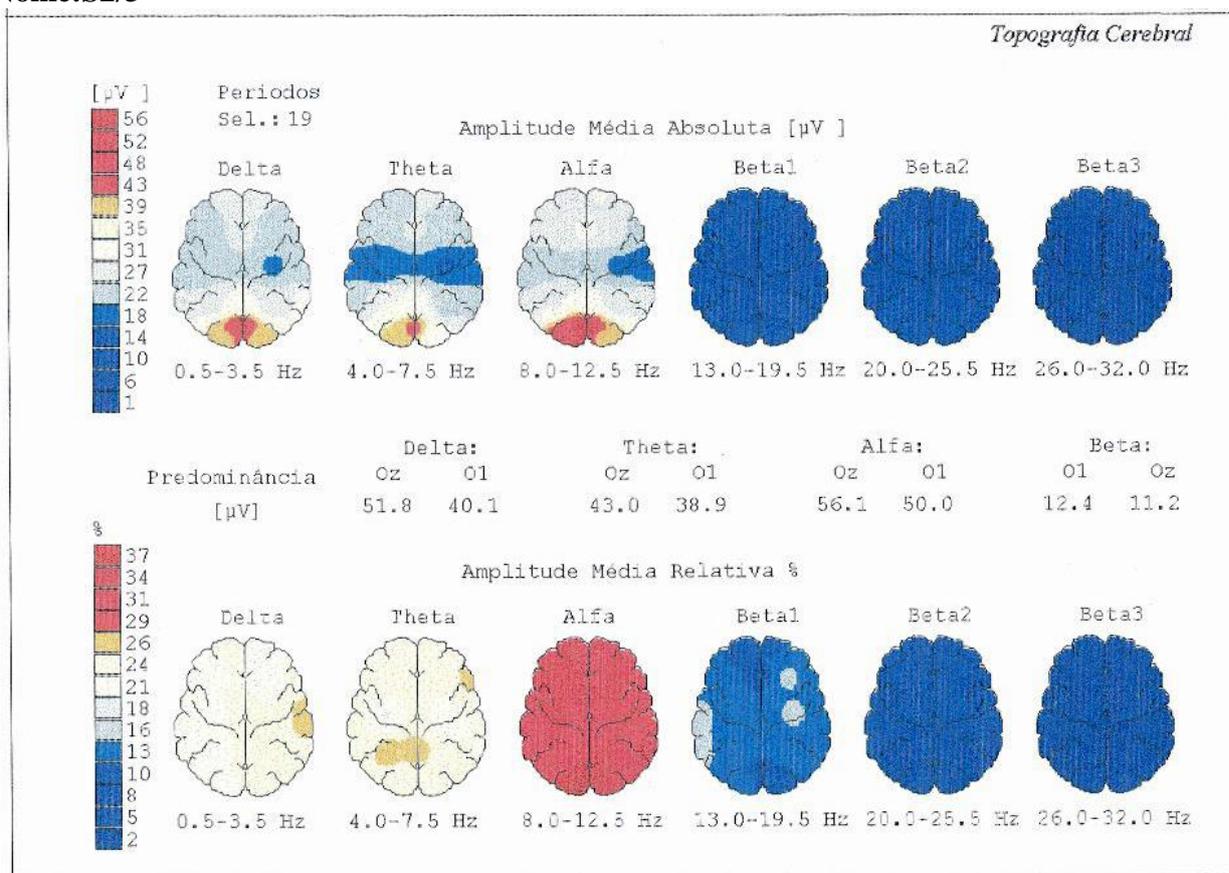


Nome:S2/1

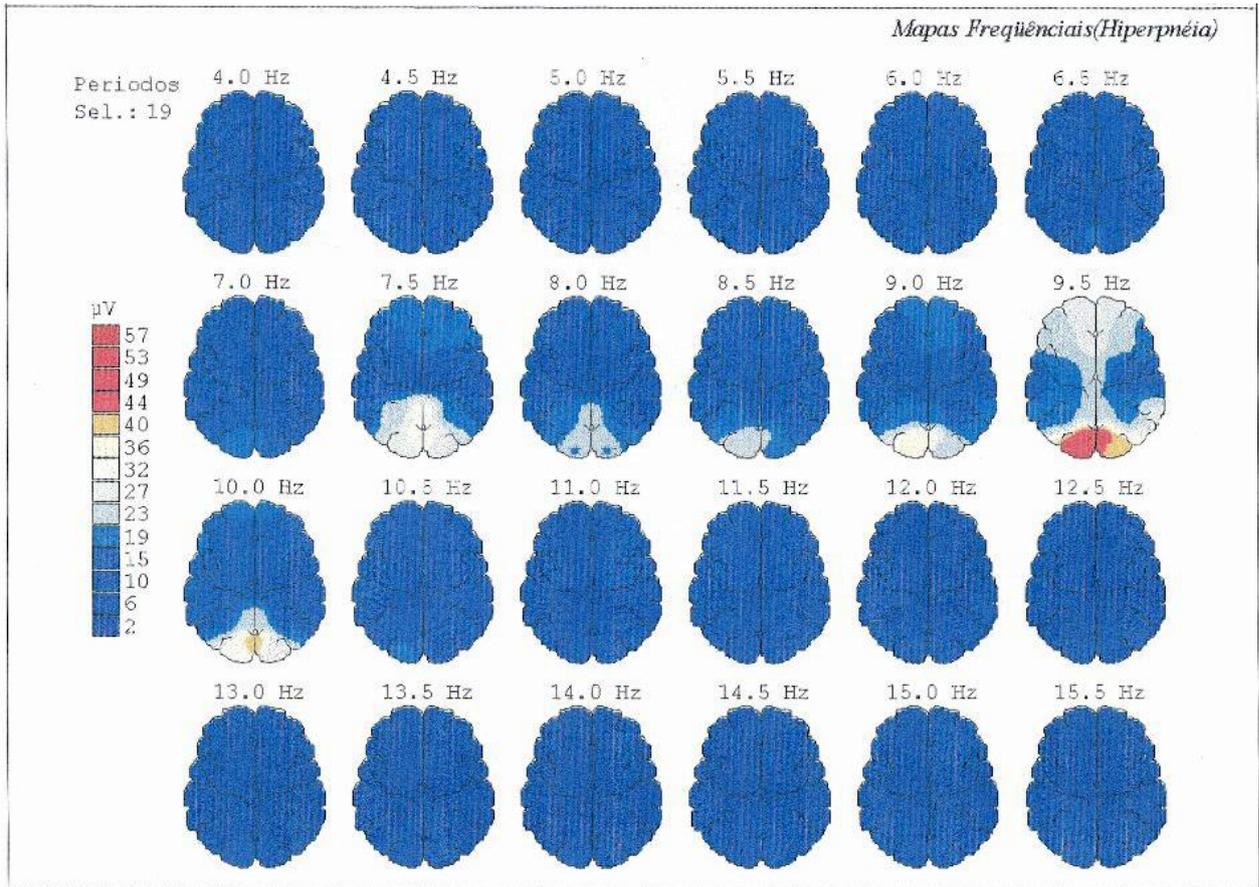


Nome:S2/2

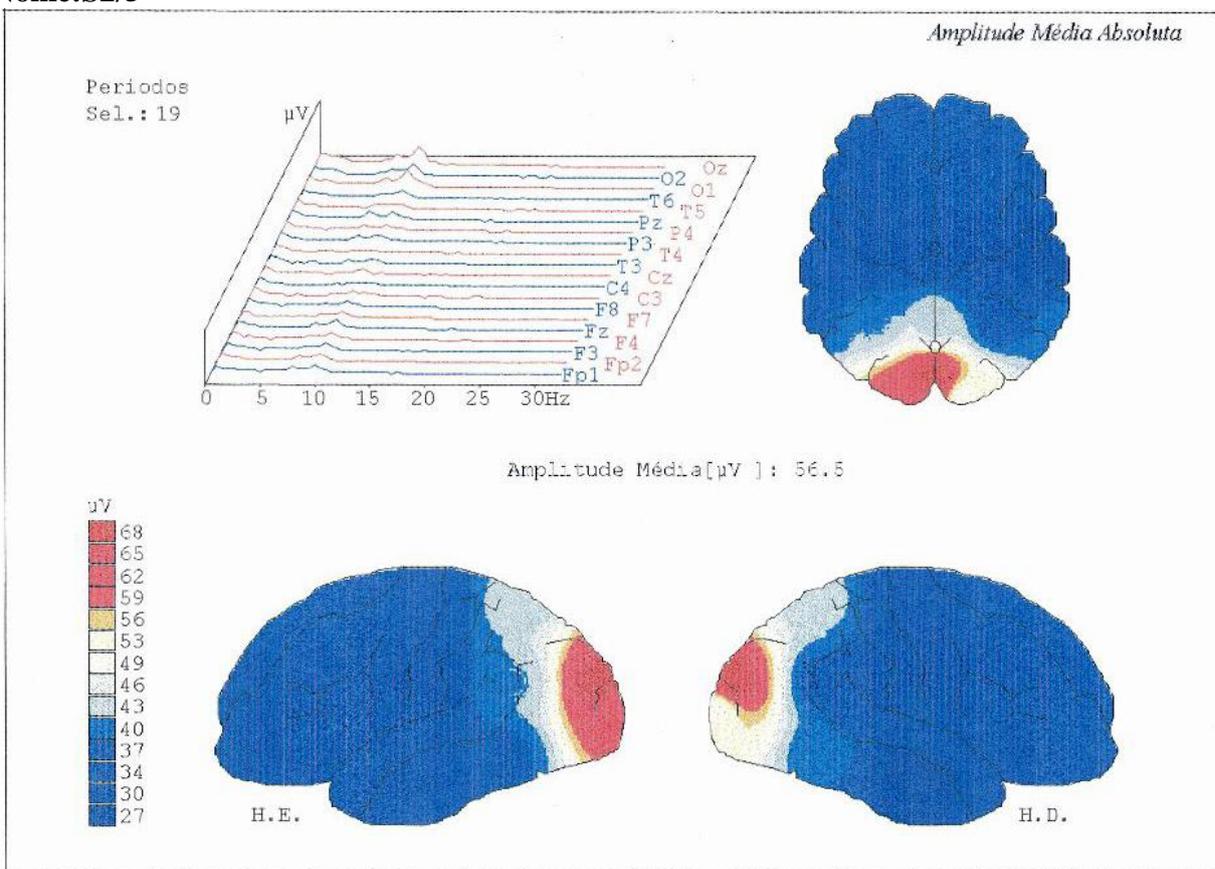




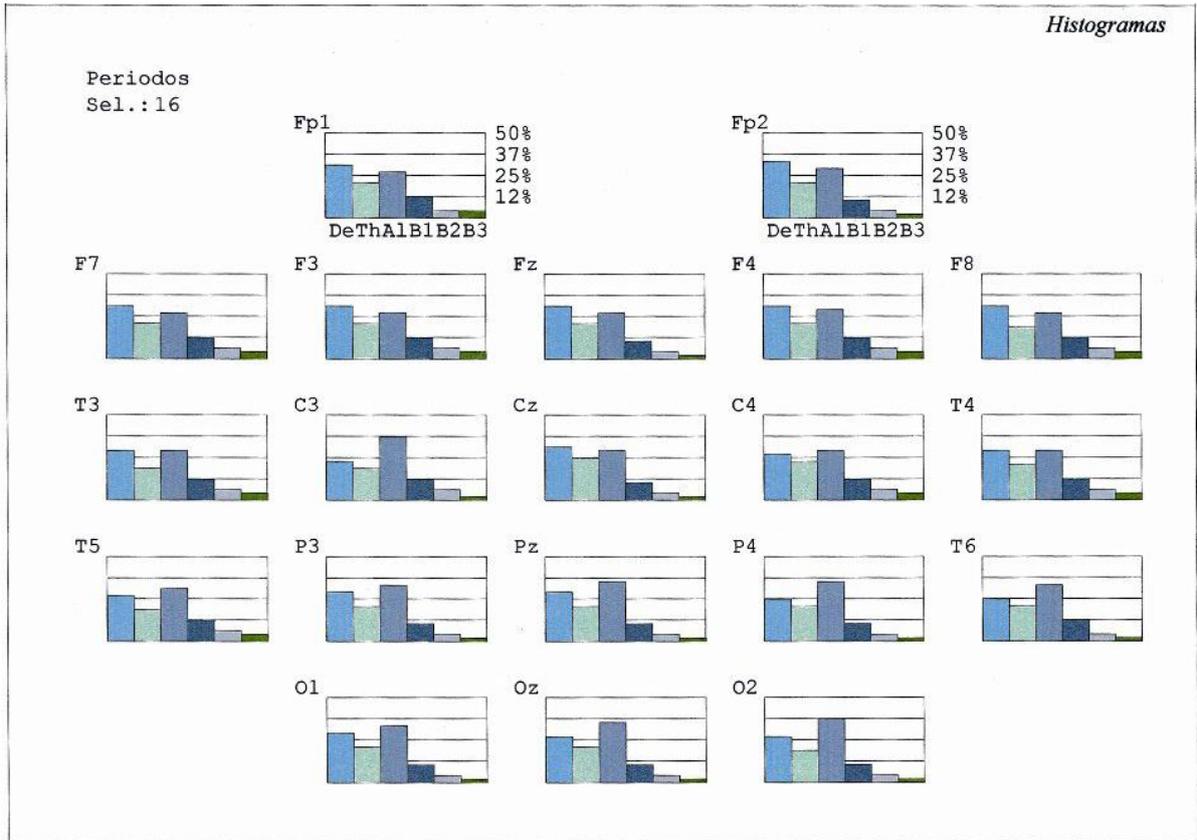
Nome:S2/4



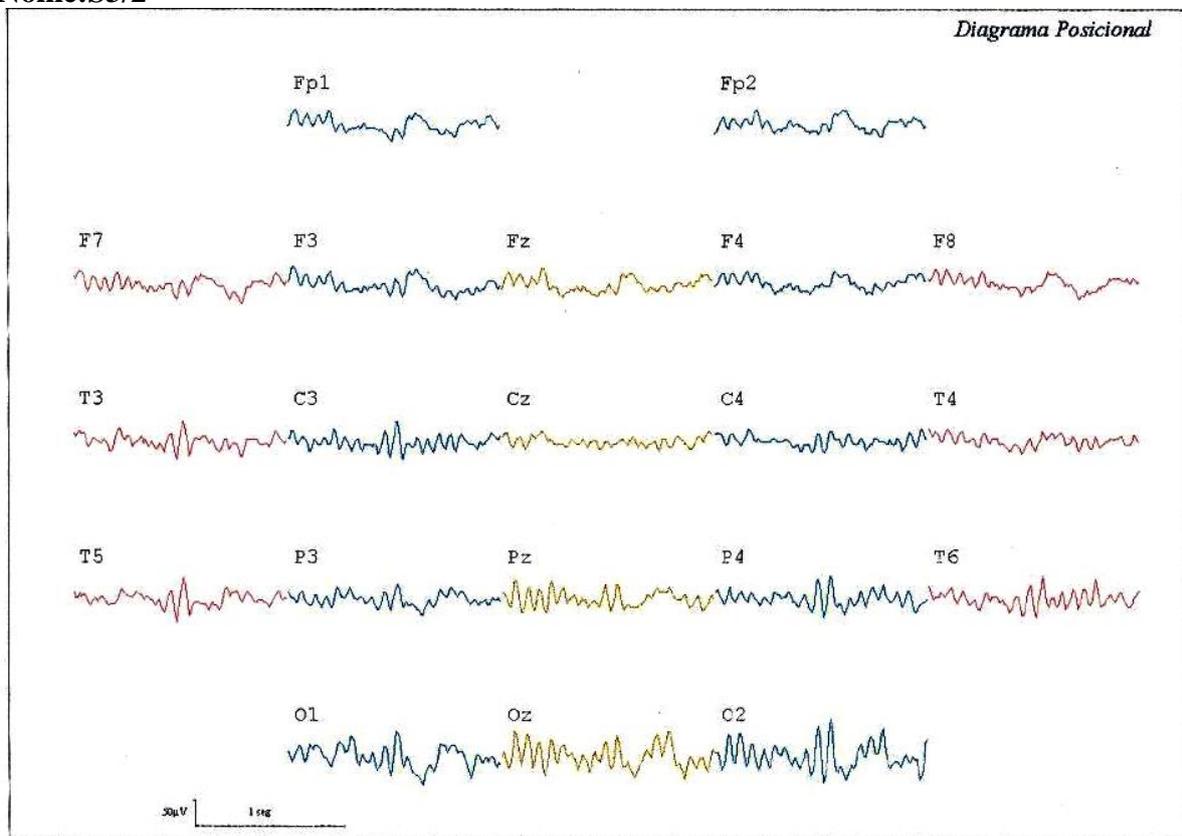
Nome: S2/5

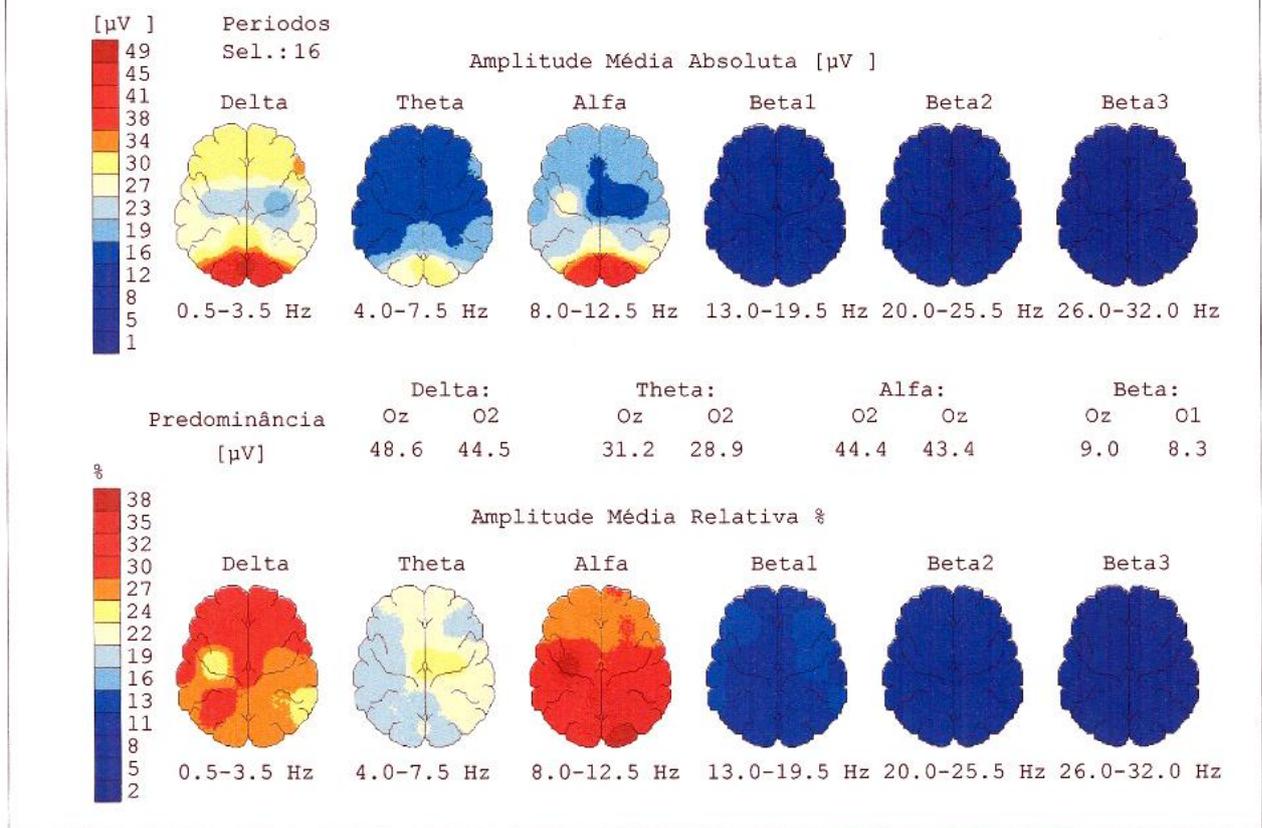


Nome:S3/1

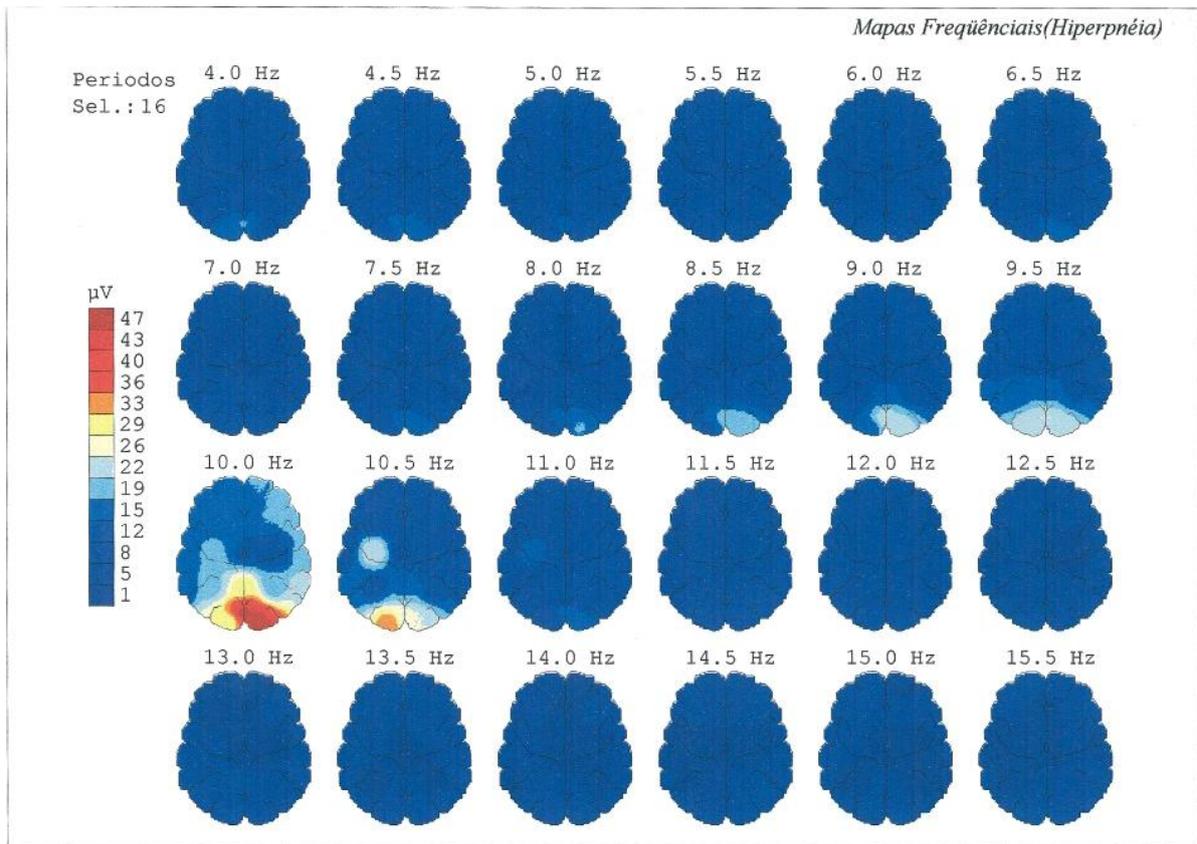


Nome:S3/2

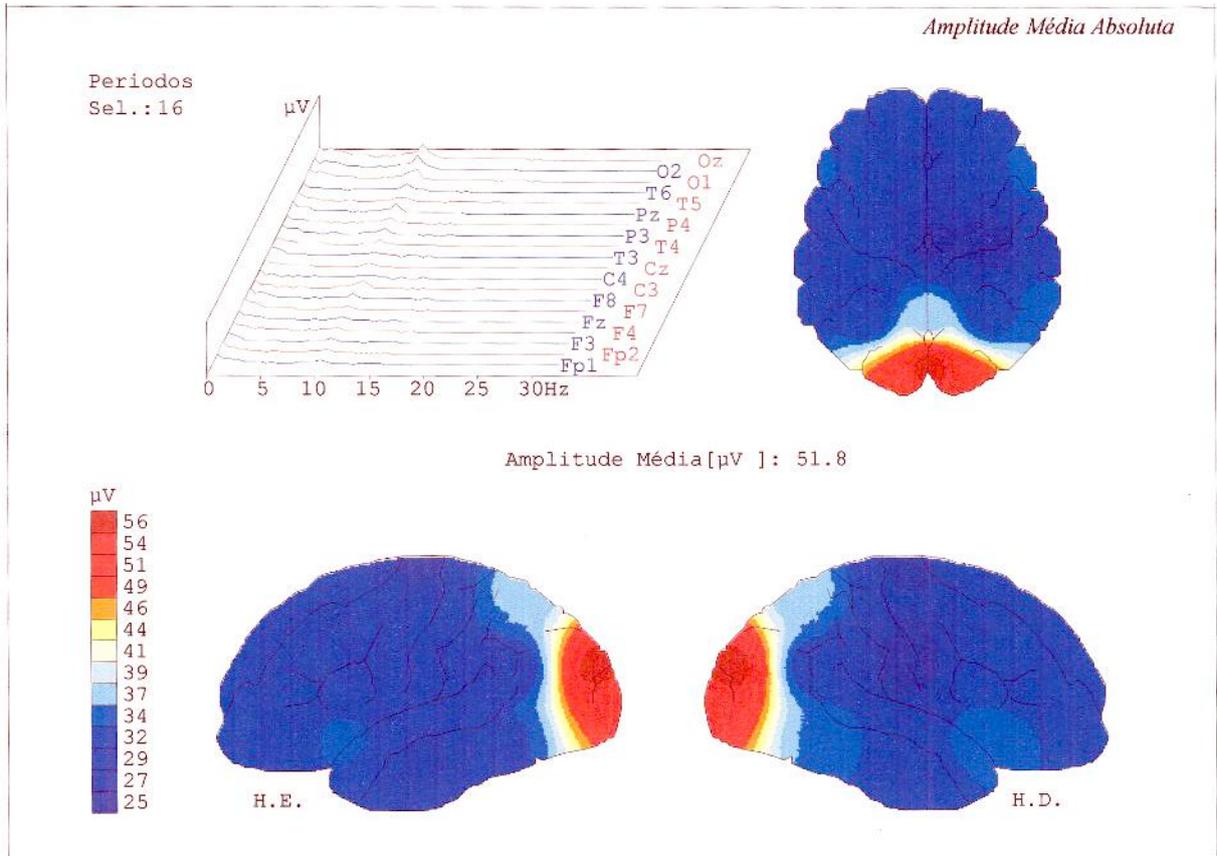




Nome:S3/4



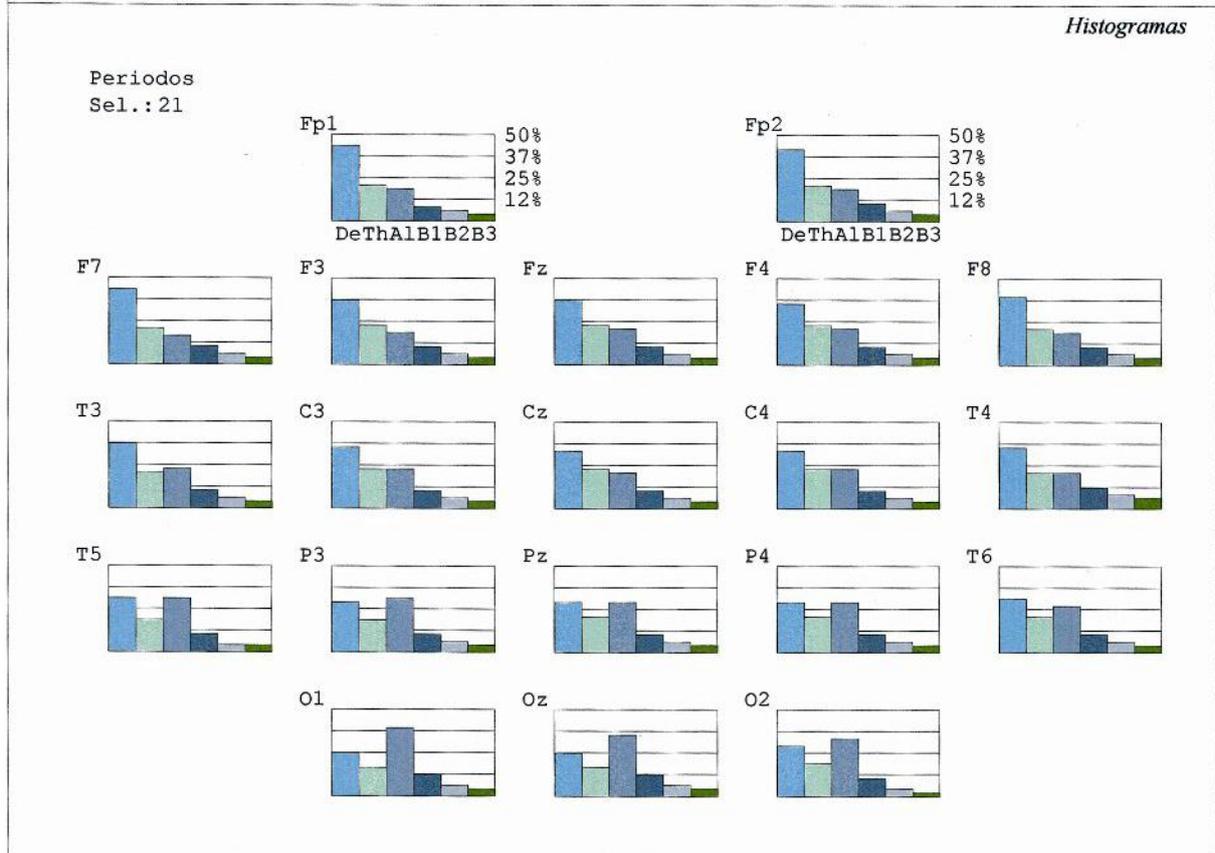
Nome:S3/5



Nome:

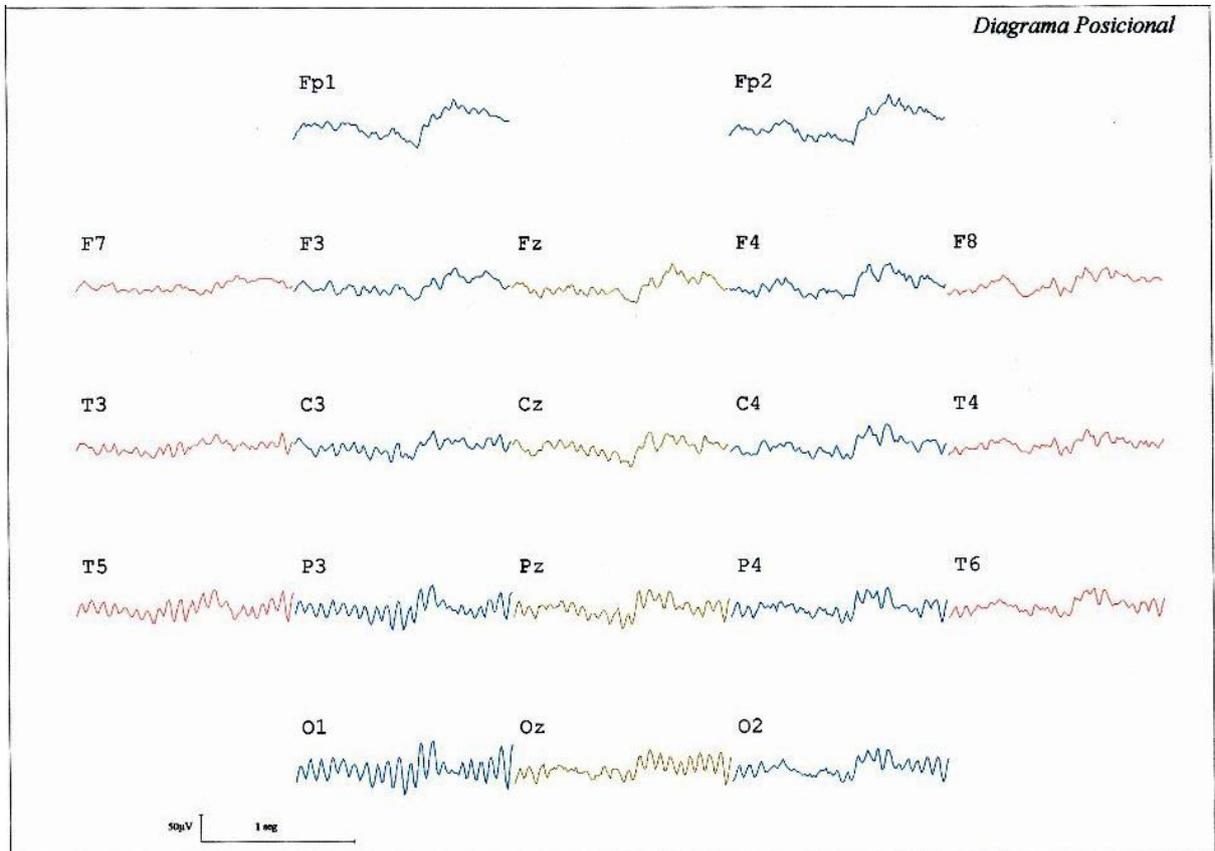
C2

/1



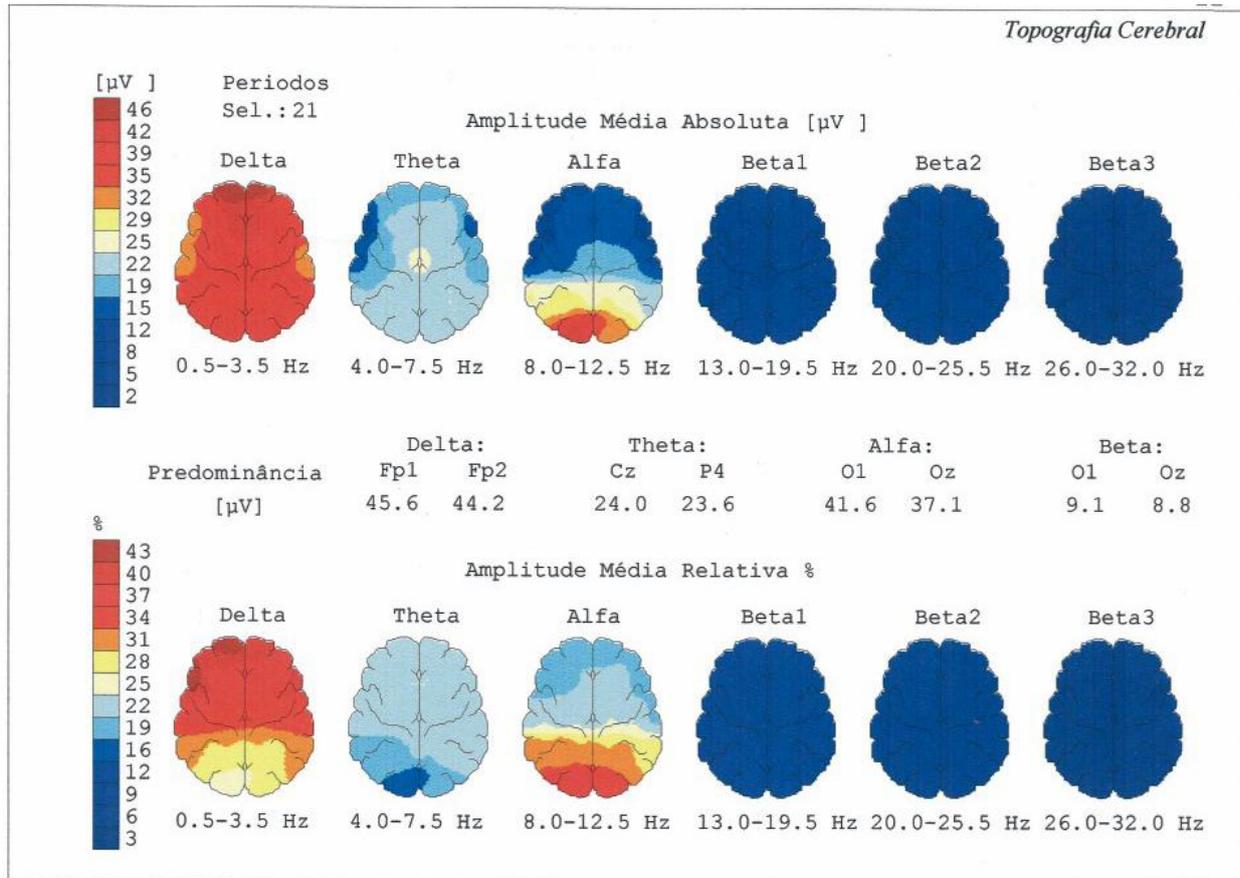
Nome:

C2/2



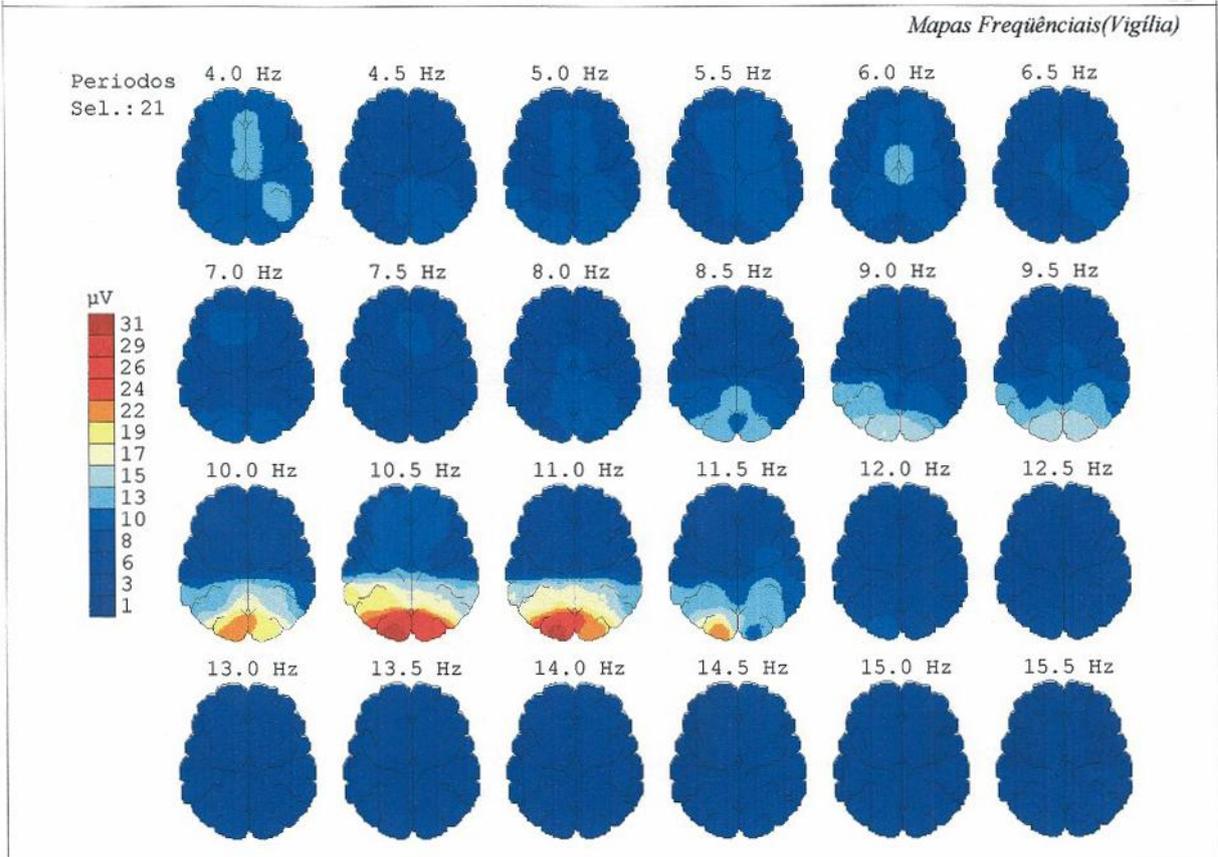
Nome:

C2/3



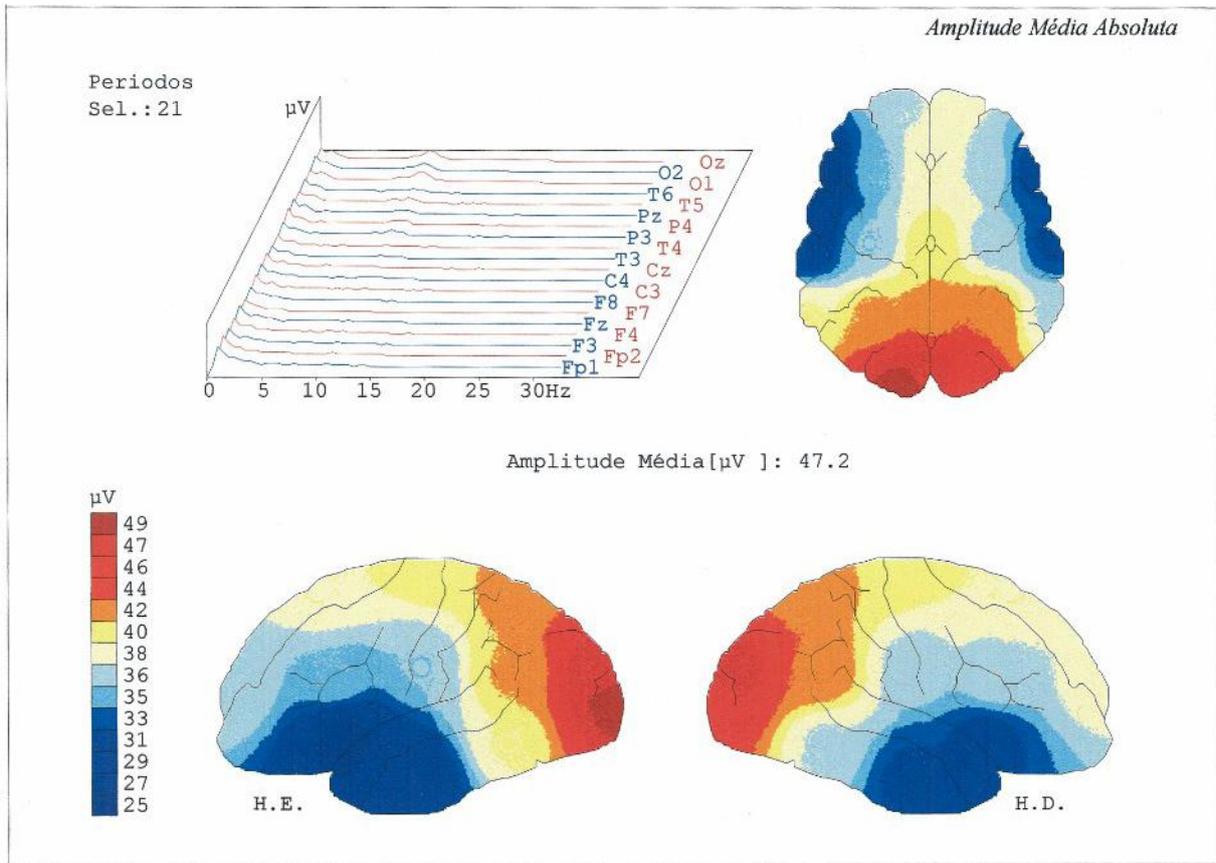
Nome:

C2/4

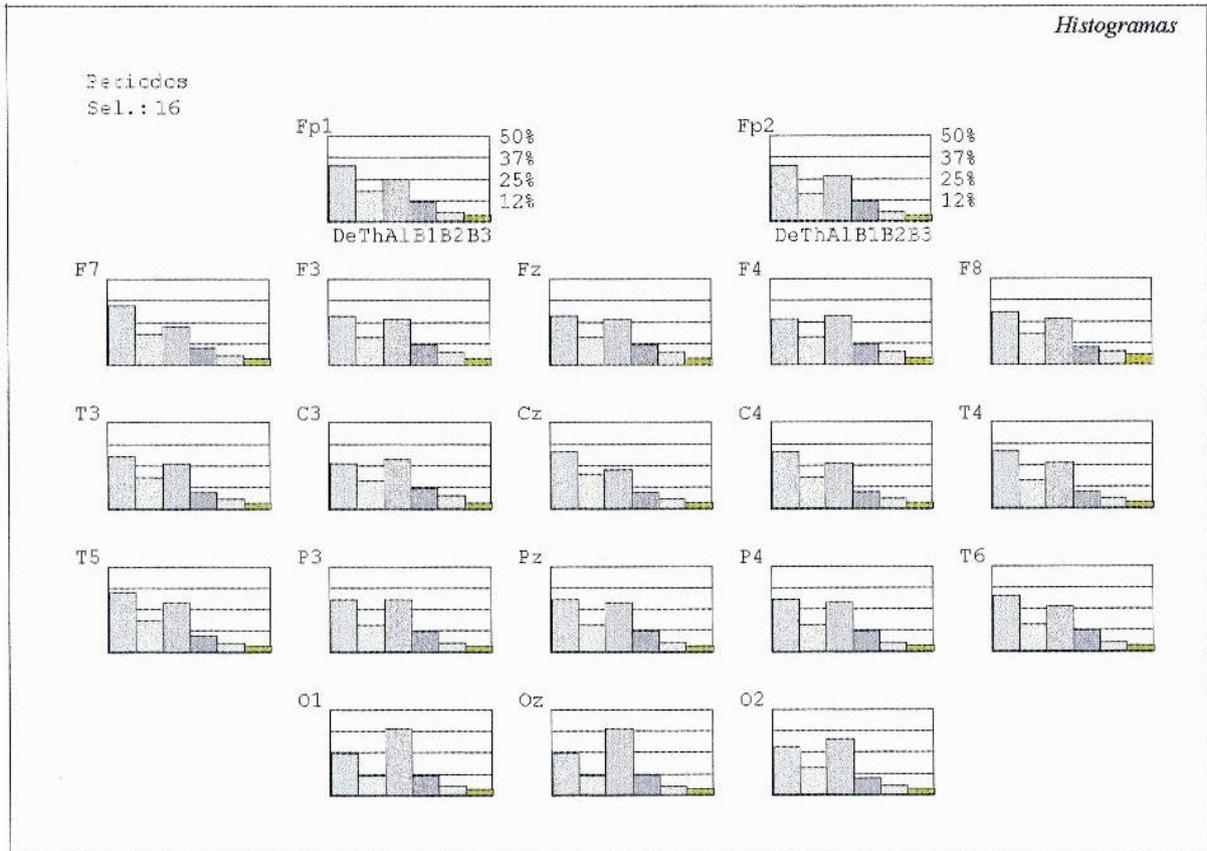


Nome:

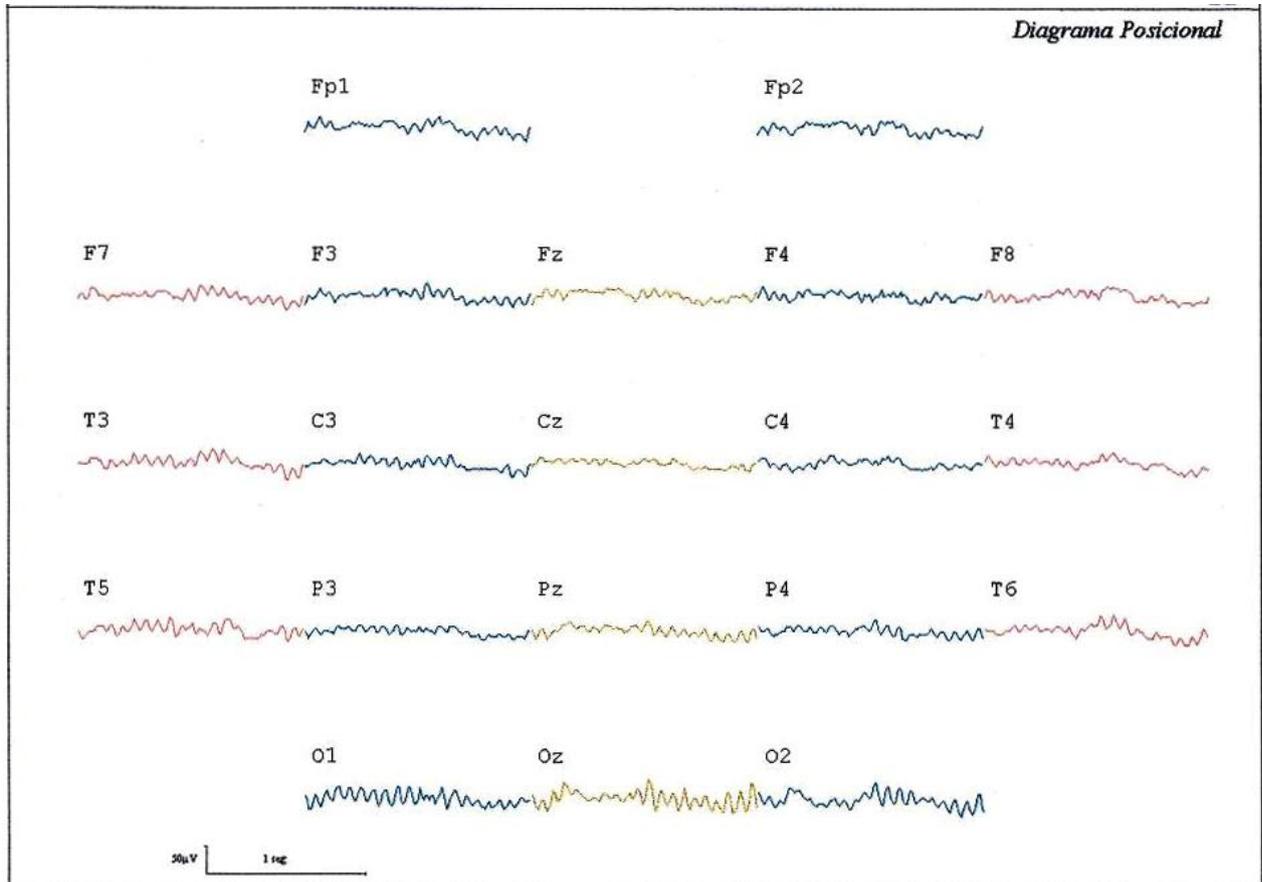
C2/5

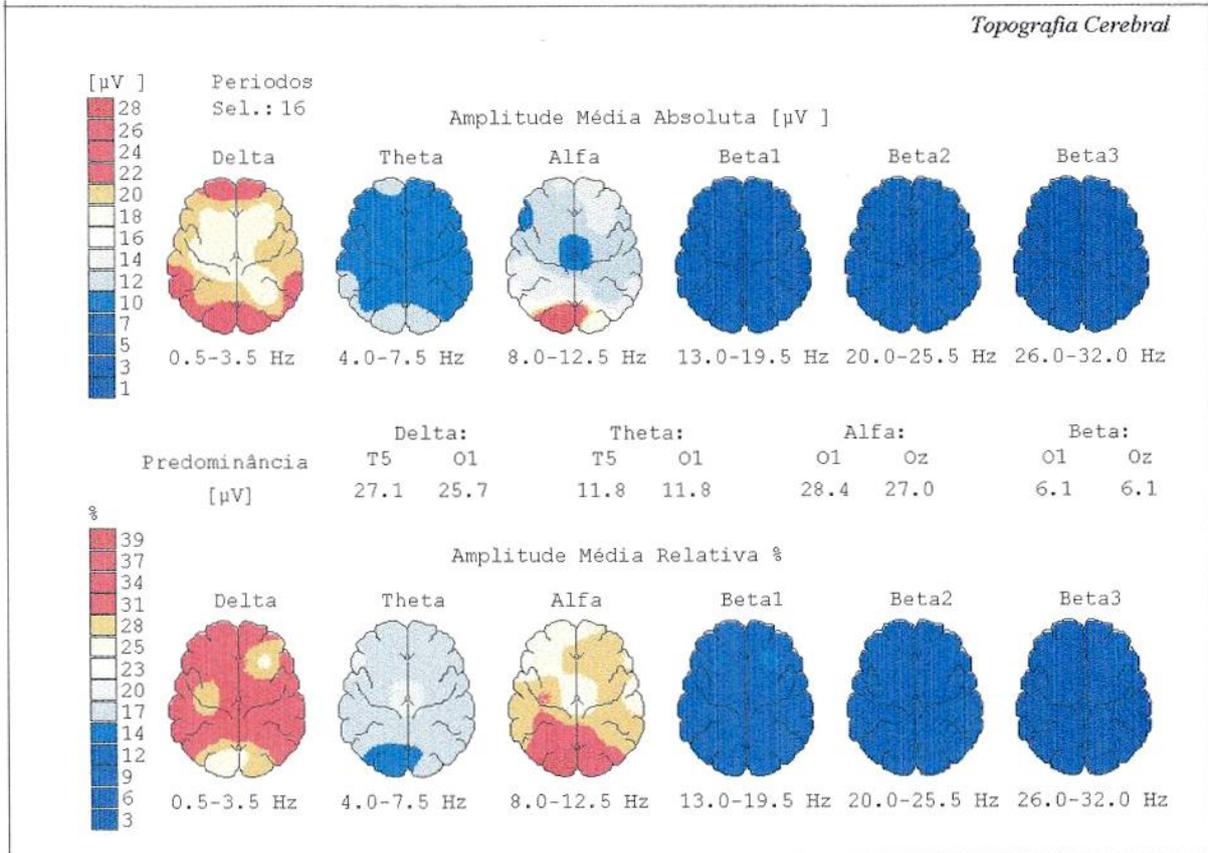


Nome:C3/1

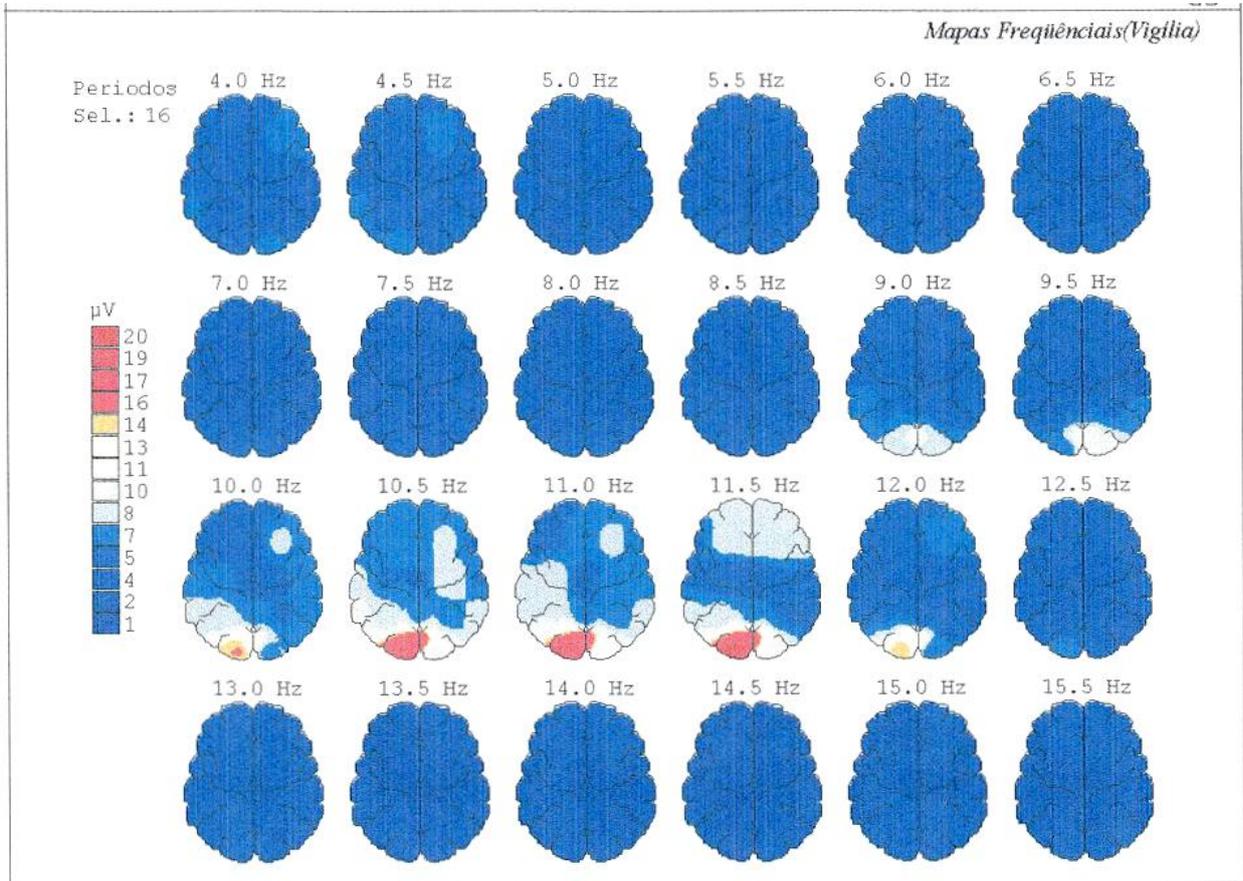


Nome:C3/2





Nome:C3/4



Nome:C3/5

