

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE BELAS - ARTES



As Bases Neurocientíficas da Criatividade

O contributo da neurociência no estudo do comportamento criativo

Ellen Ximendes

Dissertação de Mestrado
Educação Artística

Lisboa 2010

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE BELAS - ARTES



As Bases Neurocientíficas da Criatividade

O contributo da neurociência no estudo do comportamento criativo

Ellen Ximendes

Dissertação de Mestrado
Educação Artística

Dissertação orientada pela Professora Doutora Ana Belas Mendes

Lisboa 2010

Resumo

Este trabalho irá discutir e apresentar os possíveis mecanismos cerebrais subjacentes ao comportamento criativo divulgados e mensurados pela neurociência cognitiva. O comportamento humano e a criatividade são interesses recentes da neurociência cognitiva, que toma emprestado termos e conceitos de diversas áreas como a psicologia e a neuropsicologia, pensadas como complementares e não como competitivas.

Um dos objectivos da Educação artística é o desenvolvimento da criatividade, porém para que isto ocorra são necessários mais do que aspectos cognoscitivos. Esforços recentes têm-se centrado nos processos cognitivos que poderão ser importantes na manifestação da novidade e da sua adequação dentro de um determinado contexto, sendo a inteligência e o pensamento divergente os que têm merecido maior destaque e até alguma exclusividade por parte dos cientistas.

No início do século XIX houve uma grande tendência em relacionar determinados comportamentos com áreas cerebrais específicas, que nos dias de hoje podem ser confirmados através de técnicas avançadíssimas de visualização do cérebro.

Esta pesquisa envolve alguns princípios, tais como a plasticidade, o comportamento e a personalidade que se interligam com a manifestação criativa do sujeito e para a qual tentamos evidenciar através da neurociência cognitiva as suas bases científicas.

Com esta abordagem pensamos contribuir para o desvanecimento do pré-conceito de que a criatividade não é necessariamente apanágio dos génios, mas que é bem uma actividade comum do nosso equipamento biológico.

Palavras-chave: *neurociência, criatividade, inteligência, percepção, cognição, educação artística.*

Abstract

This work will discuss and present the possible mind proceedings underlying the creative behaviour, revealed and measured by cognitive neuroscience. Human behaviour and creativity are cognitive neurosciences' recent interests, which appropriate terms and concepts belonging to several areas, such as psychology and neuropsychology, thought as complementary instead of competitors.

One of the goals of art education is the development of creativity. However, in order this to occur, by far more than cognitive aspects are needed. Recent efforts have been keeping their focus on the cognitive processes that might be important by expressing novelty and for the appropriate use of it in a particular context. Thereby intelligence as well as divergent thinking being those to have been selected an even to have obtained some exclusiveness by scientists.

In the beginning of the twentieth century, there was a huge tendency to relate determined behaviours to specific brain areas, which now a days can be confirmed through fostered techniques of brain visualisation.

This research implies some principles, such as plasticity, behaviour, personality, which interconnect with the creative manifestation of the subject. We intent to put in evidence its scientific basis through cognitive neuroscience.

With this approach, we hope to dissipate the prejudice about creativity being a matter of geniuses, but instead that it belongs to our biological equipment.

Keywords: *neuroscience, creativity, intelligence, perception, cognition, art education.*

Agradecimentos

O meu desejo em realizar o mestrado fora do meu país natal se originou ainda na licenciatura, especificamente na altura da defesa da minha dissertação de término de licenciatura, onde fui incentivada pelos professores a prosseguir com os meus estudos e interesses. É claro que hoje, lembrando desses momentos, percebo que o grau de dificuldade aumenta muito por se tratar de um curso de pós-graduação e pela distância e afastamento que o percurso provoca.

Em todo este percurso (desde a admissão ao mestrado até a fase final da tese) encontrei pessoas que me incentivaram e outras que nem tanto, mas que acenderam em mim uma vontade de continuar e seguir a minha “intuição”.

O contacto com os meus colegas de curso foi fundamental para a propiciação de uma ambiente descontraído e, especialmente alguns, a troca de informações realizadas até hoje e uma consolidação de amizade.

Faço um agradecimento particular para a Professora Ana Bela Mendes, que aceitou orientar este estudo, ainda que a neurociência não fizesse parte de seu repertório académico, soube conduzir e intervir muito bem na orientação deste estudo e sobretudo no seu profundo conhecimento da criatividade.

Ao Doutor Luís Gamito pelos préstimos conhecimentos prestados.

Directa e indirectamente, foram muitos que contribuíram para a conclusão deste percurso. Em especial à minha família e todos aqueles que asseguraram a minha autoconfiança e exilaram as minhas inseguranças.

Dedico este trabalho ao meu querido avô, que partiu antes de entender porque eu precisava viajar para tão longe para realizar um desejo e que por ele pensei em desistir e por ele consegui continuar...

Índice

INTRODUÇÃO.....	9
1. NEUROCIÊNCIA: UMA BREVE DEFINIÇÃO	16
1.1 Estruturação do Sistema Nervoso.....	17
1.1.1 Organização anatómica do Sistema Nervoso Central (SNC).....	20
1.1.2 O SNP (Sistema Nervoso Periférico).....	23
1.1.3 O SNA (Sistema Nervoso Autônomo).....	24
1.2 Referências históricas da Neurociência	24
1.2.1 Os pioneiros	24
1.2.2 Os Vanguardistas	25
1.2.3 Os Modernistas	27
1.2.4 Os Contemporâneos.....	28
1.3 Métodos de Investigação da Neurociência.....	29
1.4 A Neuroestética	31
2 COGNIÇÃO	34
2.1 A construção da realidade: a percepção sensorial	36
2.2 Cognição Visual.....	42
2.3 Aprendizagem.....	46
2.4 O Contexto educacional e cultural.....	49
2.5 A memória nos aspectos cognitivos e emocionais	53
2.5.1 Memória sensorial.....	57
2.5.2 Memória Curto Prazo.....	57
2.5.3 Memória de trabalho.....	57
2.5.4 Memória de Longo Prazo.....	58
2.6 Emoção e Cognição.....	61
3 CRIATIVIDADE	67
3.1 A inteligência para criar.....	74
3.2 A criatividade como um processo físico e paralelo	79
3.3 Os mecanismos cerebrais subjacentes à criatividade	82
3.4 A capacidade de tomar decisões	87
3.4.1 A intuição, a imaginação e o insight.....	91
3.5 O Prazer e a razão no processo criativo (principalmente artístico).....	99
4 A NECESSIDADE DA CRIATIVIDADE NA CIÊNCIA E NA ARTE E A NECESSIDADE DA ARTE E DA CIÊNCIA NA CRIATIVIDADE	108
CONCLUSÃO.....	114
BIBLIOGRAFIA.....	123
ANEXOS	134

Lista de Ilustrações

ILUSTRAÇÃO 1 - ESTRUTURAS QUE COMPÕEM O NEURÓNIO	18
ILUSTRAÇÃO 2 – ETAPAS DA TRANSMISSÃO SINÁPTICA	19
ILUSTRAÇÃO 3 - VISTA DORSAL DE EM ENCÉFALO E VISTA LATERAL DO HEMISFÉRIO ESQUERDO.....	20
ILUSTRAÇÃO 4 - ALGUNS SULCOS E GIROS DO CÓRTEX CEREBRAL	21
ILUSTRAÇÃO 5 - HEMISFÉRIO DIREITO.....	23
ILUSTRAÇÃO 6 – FLUXOGRAMA DO COMPORTAMENTO	35
ILUSTRAÇÃO 7 - CÓRTEX SENSORIAL E A RELAÇÃO COM ÁREAS DO CORPO.....	39
ILUSTRAÇÃO 8 – EXEMPLO DE UM “CÉREBRO SINESTÉSICO”	42
ILUSTRAÇÃO 9 – DROODLE	43
ILUSTRAÇÃO 10- OS SETES PECADOS DA MEMÓRIA	56
ILUSTRAÇÃO 11 – CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE MEMÓRIA	59
ILUSTRAÇÃO 12 - SISTEMA LÍMBICO.	62
ILUSTRAÇÃO 13 - LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS RESPONSÁVEIS PELAS INFORMAÇÕES EMOCIONAL	64
ILUSTRAÇÃO 14 - JOGO DE CARTAS	65
ILUSTRAÇÃO 15 - PROCESSO INTERACTIVO DA CRIATIVIDADE	69
ILUSTRAÇÃO 16 - HIERARQUIA DAS FUNÇÕES DO SISTEMA NERVOSO	77
ILUSTRAÇÃO 17 - CLEVER BOY	93
ILUSTRAÇÃO 18 - DIAGRAMA DO PROCESSO CRIATIVO	101
ILUSTRAÇÃO 19 - ARQUITECTURA DOS SISTEMAS QUE SUPORTAM A CRIATIVIDADE.....	103
ILUSTRAÇÃO 20 - COMPORTAMENTOS SUGERIDOS PARA O INDIVÍDUO CRIATIVO.....	107
ILUSTRAÇÃO 21 – MODELO GERAL DE CRIATIVIDADE.....	112

Lista de Tabelas

TABELA 1 – ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA NERVOSO.....	20
TABELA 2 – TIPO DE INFORMAÇÃO X TIPO DE PROCESSAMENTO	87

INTRODUÇÃO

O tema da tese nem sempre foi claro. A decisão em pesquisar a área da neurociência sempre foi muito explícita, porém o âmbito de convergência do estudo, ainda estava muito vago.

O interesse por questões que envolvem o cérebro foi desvendado no decorrer deste trabalho. Recorrendo às memórias declarativas episódicas, acontecimentos pessoais da infância revelaram a explicação para esta curiosidade. O episódio lembrado ocorreu durante a fase escolar do ensino obrigatório, em que nos momentos de realização dos trabalhos de casa, o cansaço de um dia longo de estudos e brincadeiras despertava a vontade de terminar rapidamente as questões que intercalavam diariamente entre português, matemática e ciências da natureza. O esforço mínimo em entender e responder àquelas questões impedia a recorrência aos apontamentos da sala e aos livros que continham as respostas e facilitava a recorrência aos caminhos mais rápidos como, por exemplo, solicitar a resposta aos pais com a desculpa que não havia no livro a solução para tal questão. Porém, a resposta ouvida não correspondia com a questão em si. Ao invés de oferecer a resposta, os pais ao confirmarem que o assunto dos trabalhos já haviam sido dado pela professora, afirmavam que, resolver os problemas do trabalho de casa consistia no esforço em procurar a resposta e para isto “colocar a substância cinzenta a trabalhar”. Tratava-se de uma afirmação que exigiu indagação durante o tempo da infância e da adolescência, pois para uma criança era difícil entender como uma substância cinzenta poderia saber as respostas. Com esta afirmação os pais não queriam dizer que a substância cinzenta, conhecida como córtex, era o único responsável pelo conhecimento, mas sim, afirmar que era só encontrar os meios para buscar a resposta e que este processo está envolvido com o cérebro, pois independente do grau ou da tipologia, um problema pode levar muito tempo a ser resolvido, mas que quando solucionado, o grau de satisfação e aprendizagem é muito maior.

Este trabalho também traça um pouco do percurso seguido para encontrar respostas às questões pessoais. Primeiramente questões que tratam do conceito e definição da neurociência, a sua nomenclatura, a definição e organização do seu objecto de estudo e a sua trajetória histórica.

O capítulo 1 trata destes assuntos relacionados propriamente com a neurociência. Na definição da neurociência é ressaltada a importância da interação entre tantas disciplinas que partilham o interesse em estudar sistema nervoso e a

divulgação destes estudos para uma comunicação integrada. Esta apresentação é seguida por uma breve exposição da estruturação do sistema nervoso. É importante ressaltar que este subtítulo foi incluído com a intenção de dar a conhecer uma quantidade pequena de informações às pessoas que, assim como nós, são leigos principalmente na nomenclatura e divisão das estruturas que serão constantemente citadas no decorrer de todo o trabalho. Foi valorizado também os trabalhos e as pesquisas em neurociências que tiveram como objectivo um maior conhecimento das áreas cerebrais envolvidas na cognição e na emoção e para entender a trajectória da neurociência. Para isto, se estipulou que seriam relatadas pesquisas a partir do século XIX com o intuito apenas de considerar a importância e a ressonância das mesmas para os trabalhos actuais. A divisão destas pesquisas foram feitas por ordem cronológica e que obedeceram alguns critérios estipulados anteriormente, entre os quais sugeriram o desmembramento de acordo com “movimento” sugerido pelo pensamento científico gerado na época. Assim como ocorre na história da arte, foram designadas pesquisas e cientistas pioneiros, vanguardistas, modernistas e contemporâneos, sendo os primeiros apenas algumas referências dos primeiros relatos de pesquisas cerebrais atribuídas à cognição e não respeitando a ordem cronológica envolvida nos “movimentos” seguintes e os últimos quase impossíveis de correlacionar e assim tendo os seus nomes e pesquisas citados no decorrer do trabalho.

Assim como um descobridor que percorre por mares ou terras desconhecidas, navegámos pelos mares da neurociência que nos levaram a conhecer a neuroestética, uma área muito contemporânea à neurociência e foi uma das primeiras pesquisas encontradas no limiar entre ciência e a arte, que ainda não foi o foco de estudo deste trabalho, porém usufruí de técnicas modernas de neuroimagem e que permitem investigar os mecanismos neurobiológicos de indivíduos normais subjacentes à capacidade cognitiva referente à produção e apreciação artística. Técnicas de visualização do cérebro como a tomografia computadorizada, ressonância magnética entre outras são citadas e exemplificadas ainda no primeiro capítulo a fim de justificar a sua importância para a efectivação e surgimento da visibilidade da neurociência.

Na história, a associação entre a ciência e a arte foi consequência de um período produtivo, por exemplo, Leonardo Da Vinci esteve numa posição limiar entre ciência e arte, no entanto, é considerado um cientista e artista genial da Renascença.

Ao citar Howard Gardner que diz que a neurociência é uma ciência cognitiva que busca encontrar respostas contemporâneas para questões epistemológicas, o próximo passo foi então, pesquisar uma questão da epistemologia para a neurociência tentar responder.

A natureza biológica da criatividade, suas características e organizações psicológicas têm sido o objecto de estudo de muitos filósofos, cientistas e até mesmo de artistas. Antes de ser biológica, a criatividade também é uma questão epistemológica, que em tempos foi considerada uma intervenção divina e que contemporaneamente pode ser desvendada pela neurociência.

Antes de mais, esclarece-se que este é um trabalho teórico em que a metodologia utilizada foi uma extensa revisão bibliográfica de carácter qualitativo e exploratório, na qual através do levantamento de artigos e monografias de fundo científico, foram realizadas análises conceptuais e argumentativas de temas convergentes à neurociência e à criatividade de modo a verificar o que considerámos como nossa questão de partida que orientou toda a nossa investigação: *«quais são os contributos dos estudos neurocientíficos na clarificação do conceito de criatividade, na sua componente cognitiva e emocional e na compreensão da activação cerebral provocada pelo fenómeno»*.

A partir desta revisão bibliográfica a intenção foi a de estabelecer uma explicação para os aspectos cognitivos, emocionais, conativos e sociais da criatividade à luz da explicação funcional da neurociência.

Dessa maneira, o capítulo seguinte surge com intenções compreensivas dos sistemas de percepção, aprendizagem, atenção e cognição bem como as funções, o desempenho e a influência da memória e das emoções no processo criativo e na tomada de decisão que se convergem no capítulo três, onde são estabelecidos os mecanismos cerebrais e comportamentais subjacentes à criatividade.

Voltando ao capítulo dois, muitos factores foram considerados para a realização deste capítulo. Factores estes que prepararam o pensamento para o capítulo seguinte. Nele, são apresentados os aspectos cognitivos da percepção em que se discute as diferentes maneiras de como percebemos a realidade e a importância dos processos de atenção e das representações mentais associadas à esta percepção para o pensamento associativo. A criatividade e imaginação começam com a percepção. Os neurocientistas têm vindo a perceber que a forma como percebemos algo não é simplesmente um produto que olhos e ouvidos transmitem ao cérebro. A percepção e a imaginação estão associadas porque o cérebro utiliza os mesmos circuitos neurais para ambas as funções. Imaginar é como perceber, mas num sentido inverso. Associar conceitos e imaginar ideias tem a ver como o cérebro interpreta os sinais vindos dos sistemas dos órgãos de recepção. A percepção é o resultado da análise estatística e categorial que o cérebro realiza para explicar os sinais recebidos. Esta análise é resultado directo das experiências passadas e da aprendizagem

A atenção também actua nos processos de percepção e aprendizagem, nos quais o sistema motor orienta o foco de atenção mediante os estímulos externos e internos. Um estímulo novo, ou estranho pode despertar a atenção, permitindo ao cérebro reconfigurar as redes neurais, possibilitando a motivação e mudanças no processamento da informação.

A experiência altera as conexões entre os neurónios para que eles se tornem eficientes no processamento de informações. A aprendizagem surge como um componente importante para explicar as diferentes formas de aprender e como o ambiente cultural, social e educacional pode influenciar na plasticidade cerebral de forma a explorar este aprendizado para tomada de decisão criativa. Pessoalmente consideramos este item é muito importante para a Educação Artística (e não só), pois um dos seus principais objectivos é justamente propiciar a criatividade aos alunos, ou seja, o papel do professor como emissor de informações pode ser substituído pelo promotor da expansão de potenciais criativos, sendo eles pertencentes aos diferentes domínios de actuação.

Em paralelo com todos os componentes de aquisição e processamento de informações há pelo menos dois factores que influenciam estes sistemas e podem contribuir, às vezes até de uma maneira implícita, na tomada de decisões e na criatividade.

A memória, sem dúvida, é um desses factores. As diferenças entre os vários tipos de memória, as suas relações e as experiências pessoais convergem para uma personalidade fazendo do indivíduo único, na maneira como manipula o conhecimento com a ajuda da memória e responde ao ambiente com comportamentos que lhe são singulares. A memória é importante para armazenar, para manipular e para reactivar as informações adquiridas na percepção.

O outro factor é a emoção, participando também de todos esses processos, mesmo quando temos a consciência de que as atitudes são racionais, a emoção está a influenciar de uma maneira implícita na tomada de decisão, porque participa dos processos de percepção, de atenção, nos processos de aquisição de conhecimento implícito e explícito e até nos sistemas de memória.

A aquisição, retenção e manipulação de informações é feita através de um controlo constituído principalmente por uma região cerebral recente. Os seres humanos também possuem alguns componentes que os diferem dos outros animais e que são essenciais para a criatividade: a consciência, a linguagem e a inteligência.

A criatividade pode ser um círculo fechado de interacção entre existência, consciência, criatividade (Damásio, 2000), ou seja, ao ter consciência da sua existência o homem cria, ou ao criar o homem tem consciência da sua existência ou ainda a

consciência surge da criação da existência e então a criatividade surge da existência da consciência.

Nesta última interação a consciência intervém na criatividade e os processos denominados superiores como a linguagem, a inteligência, a memória e outros mais instintivos e biológicos também participam deste processo.

Sem dúvida que a inteligência é fundamental para a criatividade, mas a sua complexidade não reside somente aqui. Além disso, o grau e o tipo de inteligência que a pessoa possui dependem do domínio e do campo em que actua e na interacção com o indivíduo, pode interferir no processo criativo.

Em suma, a criatividade estabelece-se no cruzamento de factores genéticos, comportamentais e de características biológicas.

O ambiente, as experiências familiares, educacionais e sociais parecem determinar a realização das potencialidades criativas. A experiência interage com a biologia e possibilita a existência de diferentes domínios e provavelmente cada um com bases neurológicas diferentes. Estes domínios de expressão criativa estão associados com diferentes estruturas cerebrais.

O ambiente e as habilidades cognitivas que estão envolvidas na criatividade podem facilitar ou dificultar o desempenho criativo.

A pesquisa da criatividade envolve muitos critérios, a partir de uma explicação mais geral da sua definição (que pode partir de várias perspectivas), do campo em que actua, da sua necessidade, os seus requisitos e desenvolvimento, e a partir do indivíduo que é criativo e que têm a consciência e a necessidade da criatividade, o seu comportamento e as bases neurobiológicas que estão envolvidas no seu processo criativo.

A criatividade surge como um interesse pessoal e muitas vezes é uma espécie de auto-reflexão que ocorre quando há uma motivação intrínseca e que compreende complexos componentes cognitivos e emocionais.

De uma maneira geral a criatividade é a capacidade de produzir algo novo e útil, fruto do poder flexível, adaptativo e consciente dos humanos, que adquirem novos padrões de comportamento através da experiência individual e também são capazes de construir temporariamente diferentes padrões comportamentais para resolver novos problemas.

A criatividade também pode surgir de uma atitude hedonista, já que não são mais necessários comportamentos para sobrevivência, a variabilidade comportamental humana está pendente para a “supervivência”.

Na infância são formadas e consolidadas sinapses envolvidas com a experiência. O desenvolvimento do cérebro atinge o seu auge na pré-adolescência, uma

fase caracterizada pelo aumento na força das conexões sinápticas, no crescimento dendrítico e a mielinização de um grande número de fibras nervosas resultando em um aumento da capacidade cerebral e funcional.

Um aspecto importante da criatividade é a capacidade de utilizar analogias entre os itens mentais para gerar novos significados, no qual o córtex associativo e córtex pré-frontal estão envolvidos neste processo.

As informações são processadas pela emoção e pela cognição que apesar de sobrepostas são regidas por áreas diferentes do cérebro, sendo a primeira tratada por estruturas do sistema límbico como a amígdala e outras como o córtex cingulado e o córtex ventromedial. Já o sistema cognitivo conta com os córtices temporal, occipital e parietal além do hipocampo. Ambas dependem do córtex pré-frontal dorsolateral para a sua integração. A cognição depende também da memorização e representação que pode ser implícita e envolvem os gânglios da base ou explícita que envolvem funções cognitivas superiores do lobo frontal e pré-frontal e estruturas do lobo temporal medial em que o striatum, uma das principais estruturas dos gânglios de base, irá activar paralelamente estes dois sistemas, pois possui conexão com o lobo frontal.

O núcleo acumbente (accumbens) exerce um papel central nos comportamentos de reforço positivo ou negativo. O striatum ventral antecipa os resultados gratificantes de escolha, assim como os mecanismos sub-corticais de reforço, juntamente com a sua interação com o córtex frontal e o sistema límbico actuam nas funções cognitivas de processos de decisão.

O hipocampo, o córtex temporal e estruturas frontais são envolvidos na aprendizagem de novas experiências, principalmente baseada na memória explícita, enquanto o sistema estriatal se encarrega da mesma informação quando fica mais conhecida e repetida.

Todos estes exemplos são para demonstrar a variedade de algumas das regiões envolvidas no comportamento criativo.

A maioria dos artigos mais recentes descritos neste trabalho, mensuram a criatividade a partir de técnicas de imagética visual que contemplam os testes de pensamento divergente (propostos por Guilford ou Torrance) para localizar áreas envolvidas neste processo. Os resultados convergem para o hemisfério direito do cérebro.

A criatividade é muito mais que o pensamento divergente e o hemisfério direito do cérebro. Tentar localizar a criatividade em uma única área cerebral é quase impossível já que o processo criativo envolve tantas condições para a sua realização e reduzir a criatividade ao pensamento divergente é cometer o mesmo erro, já existem

que outros processos, pré e pós, que são igualmente importantes e certamente envolvem outras áreas.

Conceituar a criatividade em pensamento divergente e hemisfério direito pode ser o mesmo que concordar com o conceito dualista em que separa o corpo da mente já que não atribui o pensamento convergente e o hemisfério esquerdo como participantes e actantes no processo criativo.

CAPÍTULO I

1. NEUROCIÊNCIA: UMA BREVE DEFINIÇÃO

A descrição do conceito de neurociência permanece desde seu surgimento, porém a sua área de actuação estendeu-se por ramificações dissemelhantes, proporcionando uma maior interacção das mais variadas disciplinas.

A neurociência é uma disciplina que esta inserida nas ciências cognitivas com aspirações em «*responder empiricamente questões epistemológicas antigas numa perspectiva contemporânea*»¹.

Com cerca de trinta anos de existência, a neurociência é relativamente recente e poderá estar susceptível a erros e a julgamentos. Foi inicialmente alvo de críticas por tendências reducionistas², em que o isolamento do neurocientista, com propensões apenas para relatar os factos do sistema nervoso, não seria de grande interesse, caso não se constituísse uma interdisciplinaridade entre as outras ciências cognitivas.

O seu nome sugere o estudo cerebral (um factor determinante para a integração de outras disciplinas que buscam os seus próprios interesses), mas com o objectivo de estudar a estrutura, a função do sistema nervoso e as suas relações mentais e comportamentais.

Entre estas disciplinas estão a neurologia (ciência médica que lida com o sistema nervoso e seus distúrbios), a neurofisiologia (lida com as funções do sistema nervoso), a neuroanatomia (lida com o sistema nervoso, ou a estrutura neural de um órgão ou parte), e a neuropsicologia (que lida com a relação entre o sistema nervoso, especialmente o cérebro e funções cerebrais e mentais como a linguagem, a memória e a percepção)³.

A integração destas disciplinas possibilitou uma nova abordagem para os estudos neurocientíficos (já que a anatomia do cérebro era um assunto mais do que conhecido e estudado). Parecia mais aliciante o foco para pesquisas desafiadoras que envolvia o comportamento humano⁴. Os progressos tecnológicos, juntamente com o estudo de indivíduos com lesões cerebrais específicas e a aplicação de estruturas psicológicas cognitivas possibilitaram novas técnicas de observação que foram

¹ (Gardner, 1985/2002, p. 26).

² (Gardner, 1985/2002)

³ (Houzel, Suzana H. 2008,p. 2-17).

⁴ Segundo António Damásio (2000) a triangulação da mente, do comportamento e do cérebro, possibilitou a aliança da filosofia e da psicologia com os estudos biológicos, um factor fundamental para a neurociência cognitiva.

fundamentais ao surgimento da neurociência cognitiva⁵, uma disciplina dedicada ao sistema neural mais complexo, associado às funções mentais superiores (linguagem, memória, atenção, consciência, representações mentais, entre outras).

A neurociência moderna é a ciência do cérebro que une interesses de variadas especialidades. É uma disciplina integradora que actualmente consegue envolver e abranger os conhecimentos de profissionais da área médica em diversas especialidades, de psicólogos, filósofos e outros, que por norma, não consideraríamos tão comuns, mas lidam com este mesmo conceito e que se beneficiam através das recentes descobertas que é o caso dos nutricionistas, engenheiros, comunicadores, músicos e artistas plásticos⁶.

Contemporaneamente, já se pode dizer que os estudos realizados pela neurociência cognitiva são «compensadores»⁷ e abrangem sub-disciplinas principais como a visão, atenção, memória, emoção, plasticidade, sistema locomotor e a integração multissensorial. Desta forma, a introdução de conceitos como a cognição, a linguagem, a percepção e a aliança de abordagens científicas distintas das neurociências, permitem um melhor entendimento sobre o funcionamento cognitivo do Homem.

1.1 Estruturação do Sistema Nervoso

Antes de iniciar qualquer tentativa de explicação sobre Neurociência é necessário primeiramente conhecer a organização anatómica de seu objecto de estudo: o cérebro e a sua terminologia que será frequentemente utilizada nos capítulos que seguem.

Organizacionalmente, o cérebro está inserido na complexidade do sistema nervoso e extensamente conectado com estruturas da periferia corporal⁸. Conhecer esta estrutura e até mesmo a nomenclatura utilizada é fundamental para esta pesquisa e para todos que desejam iniciar pesquisas neurocientíficas.

Existem ainda estruturas microscópicas (células) que pertencem ao Sistema Nervoso: os neurónios e as glias.

A sua estrutura minúscula gerou durante muito tempo uma dificuldade maiúscula na sua observação.

As comunicações neuronais (intracelular e intercelular) são essenciais para a estruturação e o funcionamento do Sistema Nervoso. Genericamente o neurónio, por

⁵ A neurociência cognitiva é o termo, mais recente, utilizado por alguns estudiosos para designar a neurociência, no qual o objecto de estudo é a cognição (Fiori, 2009).

⁶ (Lent, 2008a).

⁷ Damásio, António (2000), O Sentimento de si, Mem- Martins: Publicações Europa - América, p. 32.

⁸ (Lent, 2008b, p. 19 -42).

tratar-se de uma célula, possui um corpo celular (ou soma), onde a partir dele se ramificam as dendrites – ou dendritos - (responsáveis por receber a informação provinda de outro neurónio e pela transmissão da mesma ao soma). A partir do soma também surge um prolongamento denominado axónio que tende a ser mais longo e possibilita a condução das informações através de terminações sinápticas localizadas na extremidade do axónio.



Ilustração 1 - Estruturas que compõem o neurónio. (Neubauer, 2004)

Basicamente, a comunicação intracelular (ou intraneuronal) é realizada através de impulsos eléctricos⁹ (influxos nervosos) que transmitem e propagam as informações que recebe. Estes influxos fazem as ramificações axonais (terminações axonais) libertarem neurotransmissores (moléculas químicas), que são libertados no espaço sináptico e recebidos pelas dendrites específicas de outro neurónio e assim ocorre a comunicação intercelular¹⁰ (ou interneuronal) – *sinapses*.

Podemos comparar a comunicação interneuronal com as actuais ligações de redes sem fio *wireless*, no qual através de um impulso eléctrico (electricidade), um dispositivo se comunica com outro. Na ligação *wireless* a comunicação é mútua, ou seja, o dispositivo que recebe a informação, poderá também enviar através de ondas electromagnéticas, já na comunicação interneuronal estabelece-se um emissor (axónio) e os receptores (dendrites).

Geralmente, os neurónios que possuem propriedades morfológicas e funcionais congéneres localizam-se em grande número numa determinada região do sistema nervoso. A distinção de um neurónio é, por vezes, relacionada com a sua função (os

⁹ A activação de um neurónio é uma passagem do potencial de repouso para a potencial de acção, ou seja, no potencial de repouso (antes de receber um sinal) existem mais cargas negativas em seu interior. Ao receber uma informação, o corpo celular neuronal é excitado e abrem-se canais na sua membrana permitindo a entrada de cargas positivas e a inversão da voltagem, produzindo um influxo eléctrico.

¹⁰ Normalmente as correntes eléctricas enviadas ao longo dos axónios não são suficientes para atravessar um espaço determinado entre o pré-sináptico de um axónio e um pós-sináptico de uma dendrite, esta transmissão ocorre através dos neurotransmissores.

neurónios sensoriais, motores e interneurónios)¹¹ e, por vezes, relacionada com sua morfologia (multipolares, bipolares e pseudomonopolares)¹².

Os prolongamentos dos neurónios são envolvidos por uma camada chamada mielina que é de responsabilidade das células de glia. A mielina é uma bainha lipídica de cor branca presente em torno dos axónios e permite o aumento da velocidade do influxo nervoso. A mielinização ocorre nos primeiros 15 anos de vida. As células de glia também garantem a nutrição dos neurónios, sendo a ponte entre os elementos nutritivos do sangue e os neurónios.

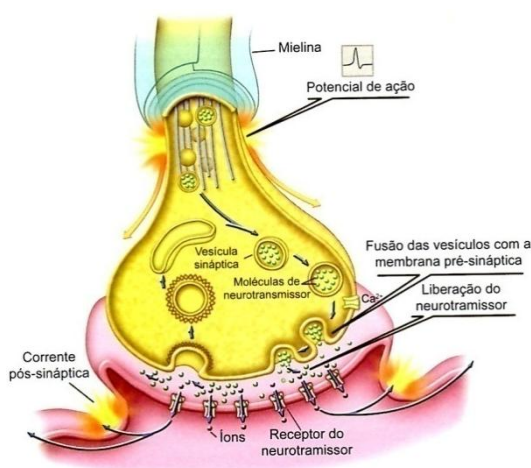


Ilustração 2 – Etapas da transmissão sináptica. Etapa 1 – síntese e armazenamento do neuromediador nas vesículas sinápticas. Etapa 2 – chegada do potencial de acção. Etapas de 4 a 6 - influxo de Ca⁺⁺ seguido de libertação do neuromediador. Etapa 7 – ligação do neuromediador com o seu receptor na membrana pós-sináptica. Etapas 8 e 9 – génese do potencial pós-sináptico. Etapa 10 – a formação de novas vesículas a partir da membrana do terminal. (Purves, 2004, apud, Lent, 2008, p. 74).

Existem três divisões macroscópicas principais do sistema nervoso: o periférico (SNP), o central (SNC) e o autónomo (SNA)¹³.

¹¹ Os neurónios sensoriais associam-se com receptores especializados para receber e enviar as condições ambientais internas e externas. Os neurónios motores controlam a actividade e comportamento muscular, incluindo a fala. Os interneurónios participam em reflexos simples mas também por funções superiores do cérebro. (Morris, R., Fillenz, M., 2003/2007).

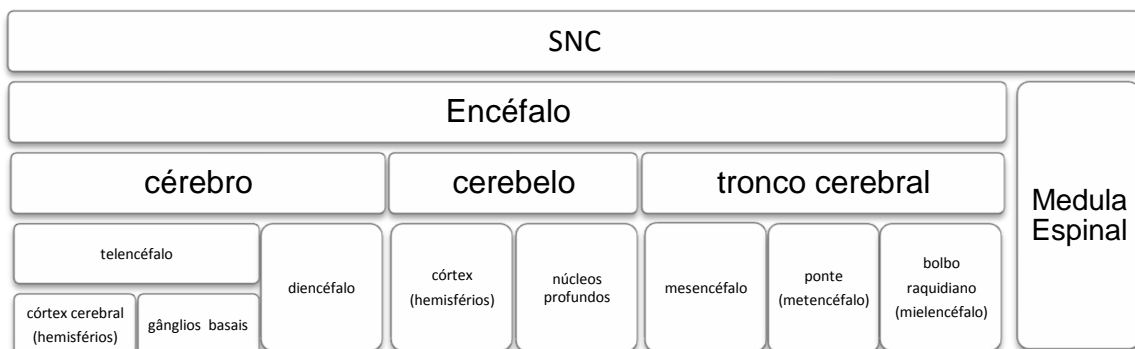
¹² Os neurónios multipolares são células possuidoras de um axónio e dendrites, porém dentro dos multipolares poderão haver alterações quanto ao soma (que é o caso das células piramidais, em que o corpo celular tem a forma de um cone ou de uma pirâmide e seu dendrite se dirige para a superfície e o axónio para o interior). No grupo dos multipolares ainda estão as células estreladas (os dendritos ramificam-se por toda a superfície do corpo celular, dando-lhe um aspecto estrelado) e as células de Purkinje presentes do cerebelo que também são motoneurónios. Os neurónios bipolares apresentam dois prolongamentos (um axónio e um dendrite) e são típicos dos sistemas sensoriais e os neurónios pseudomonopolares apresentam um único prolongamento que parte do soma (axónio) e ramifica-se em duas direcções formando um pólo axonal e um pólo dendrítico.

¹³ (Barker, R. A., Barasi, S., & Neal M.J., 2003)

1.1.1 Organização anatômica do Sistema Nervoso Central (SNC)

Consensualmente, o SNC constitui a medula espinal e o encéfalo (cérebro, tronco cerebral, cerebelo). Porém o conjunto do encéfalo pode ser citado por cérebro anterior, médio e posterior, que supostamente vêm a nomear os três componentes anteriormente citados e respectivos.

Tabela 1 – Classificação anatômica básica do SNC ¹⁴



Através da tabela acima exemplificativa é possível notar a diferença entre o cérebro e encéfalo. O cérebro propriamente dito é constituído pelo telencéfalo e diencéfalo.

No encéfalo humano o telencéfalo é o mais volumoso e é dividido em gânglios basais e córtex cerebral (hemisférios cerebrais).

Além de sua divisão simétrica, que constituem o hemisfério direito e esquerdo¹⁵, ambos são subdivididos em cinco lobos: frontal, parietal, temporal e occipital e o lobo da ínsula que é visível apenas quando se corta o encéfalo em planos adequados.

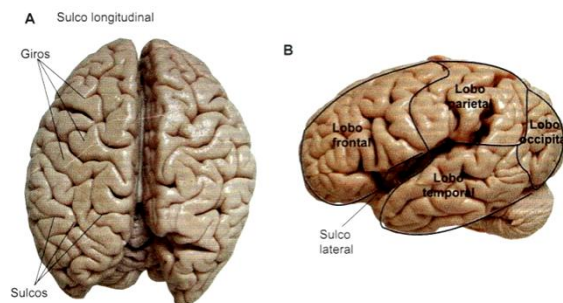


Ilustração 3 - (A) Vista dorsal de em encéfalo humano; (B) vista lateral do hemisfério esquerdo (Lent, 2008b, p. 21)

¹⁴ (Lent, R., 2008, p. 21).

¹⁵ Apesar da separação o hemisfério direito e o hemisfério esquerdo estão ligados entre si por um conjunto de fibras denominado corpo caloso, que garante a comunicação entre os dois lados.

A parte exterior dos hemisférios é designada córtex que é o componente mais importante do telencéfalo. A sua superfície apresenta um aspecto físico peculiar ao cérebro dos homens, de muitos macacos, dos gatos e dos cães, que são as circunvoluções – ou gyri, ou giro – e os sulcos – ou sulci – e quando estes sulcos são maiores também podem ser chamados de fissuras.

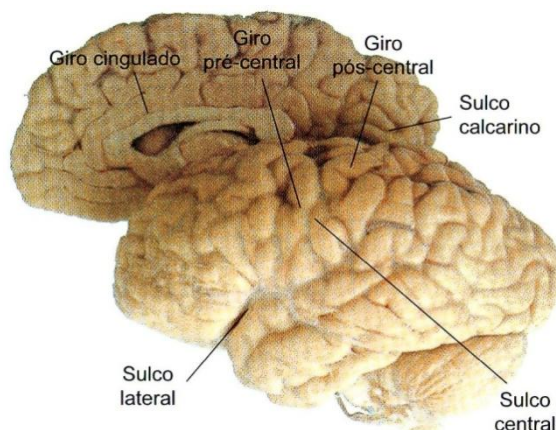


Ilustração 4 - Alguns sulcos e giros do córtex cerebral (England e Wakely, 1991, apud Lent, 2008b, p. 33)

Há uma comunicação entre o córtex e outras partes do cérebro e simultaneamente ele possui funções próprias e distintas em cada área.

As informações vindas dos receptores sensoriais que chegam ao córtex e as informações enviadas do córtex para os músculos são cruzadas, ou seja, todos os movimentos ou as sensações de um lado do corpo são orientados ou recepcionadas pela parte contrária do cérebro.

Os gânglios basais¹⁶ são núcleos subcorticais de substância cinzenta. Entre estes núcleos estão: o *núcleo caudado*, o *putamen* que juntos são conhecidos como *striatum*, o *globo pálido* que associado ao *putamen* são conhecidos como *núcleo lentiforme*. (Anexo 1)

Apesar de não pertencerem ao telencéfalo, outros núcleos acabam por incorporar e associar-se a esses por compatibilidade funcional que é o caso do *núcleo subtalâmico*, localizado no diencéfalo e a *substância negra*, localizada no mesencéfalo, que em conjunto com o *striatum* e com ligações com o cerebelo e o córtex cerebral, têm a participação no controlo motor, na coordenação dos movimentos e motricidade.

O diencéfalo – parte integrante do cérebro – é constituído pelo epitélamo, o tálamo e o hipotálamo, que nada mais são que numerosos núcleos e feixes.¹⁷ O

¹⁶ Também pode ser chamado de gânglios da base, núcleos da base ou núcleos cinzentos centrais.

¹⁷ Segundo Roberto Lent há uma diferenciação entre córtex, núcleo e feixe. O córtex está localizado na superfície do SNC, possui uma substância cinzenta que corresponde aos corpos celulares dispostos por camadas paralelas. Nos núcleos a substância cinzenta continua a existir, porém a organização das células é irregular e podem ser designados por corpo (corpo estriado) ou gânglio (gânglio da base). Já os feixes são fibras nervosas compactas e paralelas, presentes na substância branca que podem ser designados

epitálamo (localizado acima do tálamo) possui núcleos associados à glândula pineal.¹⁸ O tálamo é constituído por vários núcleos. Por localizar-se entre as regiões subdiencefálicas e o córtex cerebral e possuir núcleos sensoriais, é a partir dele que as informações são interpretadas e enviadas para os córtices primários. O hipotálamo está situado abaixo do tálamo e também é constituído por núcleos e tem a função considerável na homeostase¹⁹, no controlo da função endócrina hipofisária e na expressão emocional.

O cerebelo também é dividido por dois hemisférios separados por uma estrutura denominada *vérmis* e localiza-se na zona inferior e posterior do cérebro. Ele analisa permanentemente a posição do corpo, pois nele estão localizados neurónios responsáveis pelo equilíbrio (o seu córtex comporta três camadas de células, sendo a mediana composta por células de Purkinje que fazem sinapses com o conjunto de núcleos profundos do cerebelo). Através da sua conexão com o encéfalo através dos pedúnculos cerebelares, o cerebelo modula os «movimentos voluntários iniciados pelo córtex cerebral»²⁰.

O tronco cerebral é, em parte, coberto pelo cerebelo e é compreendido pelo mesencéfalo, o metencéfalo (ou ponte) e o bolbo raquidiano (ou mielencéfalo), que garantem a união entre a espinal medula e o cérebro.

O bolbo raquidiano vem em continuidade da espinal medula. Possui núcleos que participam na sensibilidade do corpo, do sistema motor, na organização do ciclo vigília-sono e no controlo da excitabilidade das regiões corticais.²¹ Ainda possui redes de neurónios envolvidos no controlo de funções orgânicas como a respiração e a pressão sanguínea.

A ponte vem na sequência do bolbo. Possui em seu interior um núcleo implicado na audição, mas assim como o bolbo, também controla funções viscerais, o ciclo vigília-sono e, em parceria com cerebelo, a coordenação motora.

O mesencéfalo é a última estrutura do tronco cerebral e localiza-se entre a ponte e o diencéfalo. Sua principal função é integrar as impressões sensoriais com as respostas motoras necessárias. As fibras sensoriais provindas da espinal medula saem nos dois pares de elevações do mesencéfalo denominados colículos superiores (relacionados com a visão e sensibilidade) e inferiores (relacionados com audição).

também por corpo (corpo caloso), fascículo ou lemnisco. Quando os feixes conectam os dois lados do SNC são chamados de comissuras.

¹⁸ Na teoria de René Descartes a glândula pineal era a conexão entre a alma racional (mente) e o corpo, constituídos por ele, como entidades distintas.

¹⁹ A Homeostase corresponde a regulação da maioria dos comportamentos fisiológicos como a sede, o balanço hormonal, o sono. No controlo endócrino e na tradução da resposta aos estímulos emocionais.

²⁰ (Robert, 1994, p. 31 e 32).

²¹ (Lent, 2008b)

A medula espinal é a principal via condutora das informações providas da periferia e do cérebro. É através dela que as informações sensoriais chegam ao cérebro permitindo, se necessário, a reposta motora, por isto, exerce a sua função nos reflexos simples e complexos. A medula espinal limita a SNC do SNP.

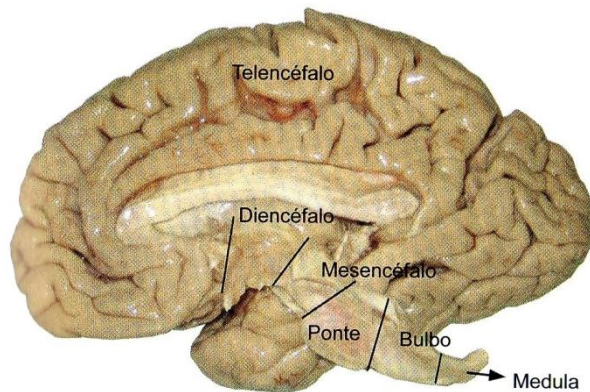


Ilustração 5 - Hemisfério direito fotografado pela sua face medial. O cerebelo foi removido. (Lent, 2008, p. 25)

1.1.2 O SNP (Sistema Nervoso Periférico)

O suposto conceito dualista cartesiano deixa de ter sentido a partir do momento em que nos deparamos com a função do sistema nervoso periférico. É a partir deste sistema que o encéfalo e a medula espinal se comunicam com o resto do corpo²², fazendo do corpo e da mente não entidades distintas, mas sim, complementares.

Os componentes integrantes do SNP estão espalhados por todo o corpo e é dividido em sistema nervoso somático e sistema nervoso autônomo.

O sistema nervoso somático é constituído por nervos cranianos e nervos raquidianos – ou espinhais, ou espinais. Estes, por sua vez, garantem a comunicação do SNC para os músculos (periferia) e da periferia para o SNC.

Para cada hemisfério existem 12 nervos cranianos responsáveis por funções sensoriais, motoras e outros mistos. Todos eles possuem um nome que geralmente faz referência a sua função e uma numeração Romana (do I ao XII). A maioria de suas funções está localizada na cabeça e no pescoço, com exceção do nervo vago (nervo X), que se prolonga até a cavidade torácica e abdominal.

Os nervos espinhais estão localizados na coluna vertebral,²³ mais precisamente, atravessados em pequenos orifícios laterais das vértebras e que recebem os seus

²² (Caldas, Alexandre Castro; Nunes, Maria Vânia, 2010)

²³ A coluna vertebral é constituída por uma sequência de vértebras que estão alinhadas na posição vertical e organizadas em oito segmentos cervicais (C1 a C8) – emergem os nervos cervicais que enervam a nuca -, doze torácicos (T1 a T12) - emergem os nervos torácicos que enervam o tórax e membros superiores -, cinco lombares (L1 a L5) e cinco sacrados ou coccígea (S1 a S5) – emergem os nervos lombares e sacrados que enervam o fundo das costas e os membros inferiores. (Anexo 2)

nomes. Estes 31 pares de nervos, também bilaterais, realizam a comunicação com os órgãos e o transporte das informações aferentes sensoriais (raiz dorsal) e informações eferentes motoras (raiz ventral)²⁴ entre a periferia e o SNC (espinal medula) e o inverso²⁵. (Anexo 2).

1.1.3 O SNA (Sistema Nervoso Autónomo)

É regulado pelo hipotálamo e responsável pela regulação automática e involuntária da actividade das vísceras, glândulas, e da vascularização. É formado por dois sistemas responsáveis por enviar sinais motores (eferentes) do SNC para os órgãos internos: o sistema simpático é responsável por reacções corporais imediatas (correr, fugir, etc.), e o sistema parassimpático que age nas reacções mais longas como a regulação das reservas energéticas ou das defesas imunitárias.²⁶

1.2 Referências históricas da Neurociência

Sem negligenciar os estudos anteriores, que foram alicerces para as pesquisas actuais, esta investigação sobre os estudos cerebrais iniciará a partir do século XIX, no qual, durante mais de um milénio se considerou que as cavidades no centro do cérebro eram responsáveis pelas funções mentais cognitivas²⁷. A partir da influência dos estudos de Thomas Willis (1621 – 1675) e a frenologia de Franz Joseph Gall (1758-1828) em que desenvolve uma teoria de localização das funções cerebrais, surge uma nova concepção e as áreas corticais passam a deter uma maior evidência.

1.2.1 Os pioneiros

As primeiras suposições de que a consciência e a cognição eram designadas ao sistema nervoso foram instauradas ainda no século III a.C., no Egipto, em que foram realizados estudos mais esmiuçados ao cérebro, sobretudo nas regiões subcorticais.

Galeno (130 – 200 d.C), um médico romano, já pormenorizava os ventrículos cerebrais e atribuía-lhes a função de guardiões dos espíritos animais, o que serviu de

²⁴ Os nervos sensoriais conduzem a informação ao SNC são aferentes e os nervos motores que conduzem a informação do SNC são eferentes (Caldas e Nunes, 2010).

²⁵ (Fiori, 2009, p.52).

²⁶ Os sistemas simpáticos e parassimpáticos agem de maneira oposta aos numerosos órgãos que enervam, enquanto o sistema simpático acelera o ritmo cardíaco, quando é necessário, o sistema parassimpático retarda-o.

²⁷ (Houzel, S. H., 2008).

base para estabelecer a doutrina ventricular, que concedia a ideia da localização das funções mentais em três camadas no centro do cérebro.

Com a difusão do cristianismo e a proibição da dissecação humana impostas pela igreja, ocorreu uma fractura nas investigações e poucos avanços nos estudos do cérebro entre os períodos de 280 a.C. à 1500 d.C., mas mesmo assim, alguns cientistas se esquivaram e ocultadamente ainda realizaram experiências.

1.2.2 Os Vanguardistas

No século XIX é que se mostraram os estudos pioneiros da neurociência, mas ainda imatura e mal definida foi conferida a outras áreas como psicologia, medicina e filosofia.

O século seguinte presenciou a reafirmação de uma nova disciplina, na qual, convergiu com os interesses e a fusão de outras áreas afins, como a psicologia cognitiva, a neuropsicologia e a “modelagem computacional”. Esta união e os avanços tecnológicos na imagiologia cerebral e técnicas de gravação marcam os anos 70 como ano oficial do surgimento de nova disciplina: “ a neurociência cognitiva”.

A repercussão das ideias do anatomista austríaco Franz Gall no século XIX, que na época foram bem contestadas, veio interromper o curso da doutrina ventricular, conferindo ao córtex a responsabilidade da cognição e ao nascimento da Neurociência.

É considerável que o trabalho no médico inglês Thomas Willis ocorrido ainda do século XVII tenha exercido influências para este rompimento da doutrina.

Willis em conjunto com um grupo de estudiosos lançou o conceito da «era neurocêntrica»²⁸, que ainda é empregado nos dias actuais, em que a mente e o cérebro são conceitos inerentes. Além disso, ofereceu informações úteis que mais tarde puderam basear nossas concepções actuais de, como por exemplo, patologias como a depressão - que na época eram concebidas por males do espírito -, poderiam ser tratadas com substâncias químicas capazes de restabelecer o equilíbrio do fluído nervoso.

No início do século XIX os estudos Gall categorizou que para cada «faculdade psicológica específica»²⁹ havia uma saliência do cérebro correspondente.³⁰ Em 1810,

²⁸ (Punset, 2008, p.12).

²⁹ (Damásio, 1998, p.34).

³⁰ Em 1848, um paciente chamado Phineas Gage sofreu um grave acidente em seu local de trabalho. Com uma barra de ferro atravessada pelo crânio adentro. Gage sofreu uma lesão no lobo frontal e as suas faculdades intelectuais permaneceram inalteradas, porém houve alterações drásticas na sua personalidade. Mais tarde, em 1882, o Dr. Nelson Sizer escreve em seu livro sobre frenologia que os órgãos cerebrais atingidos foram a Benevolência e a Veneração que permitiam às pessoas ter um comportamento social adequado.

postulou 27 faculdades «afectivas e intelectuais» que mais tarde foram ampliadas para 35 por Spurzheim.

Para a época dividir a mente em faculdades localizadas em órgãos cerebrais era um ultraje, num período em que o cérebro nem sequer era aceite abertamente como órgão da mente e uma afronta para a ideia da alma exigida pela Igreja.

As suas ideias atribuíram receios por parte de alguns cientistas e foram rejeitadas pela Academia de Ciências em Paris, mas tiveram influências nas gerações seguintes. Spurzheim, que partiu em 1813 para a Inglaterra e em seguida para os Estados Unidos, continuou publicando artigos e popularizando as ideias que ele denominou «Frenologia».

A cada nova descoberta sobre as lesões cerebrais relacionadas com as estruturas do cérebro, o trabalho de Gall distanciava-se da veracidade.

A Frenologia contribuiu na elucidação do rumo das pesquisas. Afinal, Gall acendeu a chama que faltava para a «concepção localizacionista das funções cerebrais»³¹. Ao representar o cérebro como um só, distanciou-se do pensamento dualista que reinava (separação da biologia e da mente).

No seu laboratório, o biólogo francês Pierre Flourens (1794 – 1867), realizava experiências cerebrais em cães, coelhos e aves. Tomou o resultado das mesmas como uma concepção holista ou globalista, em que a função não pode ser localizada em regiões determinadas do cérebro, mas sim, o seu envolvimento completo em todos os processos mentais, a prova disso foram pequenas lesões que propositadamente causava nos animais e que aparentemente não originavam comportamentos diferentes.

Com Broca e Wernicke, em meados de 1800, a concepção localizacionista volta à tona. As descobertas das afasias que perfilharam os seus nomes, relacionavam lesões cerebrais no lobo frontal (afasia de Broca) e no lobo temporal (afasia de Wernicke), com a perda ou alteração da capacidade de falar ou de compreender a linguagem escrita ou falada.

Uma comunicação na Société d'Anthropologie em Abril de 1861, fez aumentar sucessivamente os estudos envolvendo lesões experimentais que buscavam identificar a localização cerebral das funções mentais – ou desmenti-las. O francês Paul Broca (1824 – 1880) declarou que a linguagem tinha uma localização precisa no córtex cerebral humano, após demonstrar o caso de um paciente que sofrera uma lesão no córtex frontal esquerdo, era capaz de entender a linguagem mas se tornou incapaz de produzir um discurso. Após a morte deste paciente foi possível localizar a área responsável pela linguagem, hoje denominada área de Broca.

³¹ (Fiori, 2009, p.20).

O caso relatado pelo médico alemão Karl Wernicke (1848-1904) foi de um paciente que era capaz de gerar o discurso, porém o que produzia era incoerente e num exame póstumo revelou uma lesão no lobo temporal esquerdo, ficando esta apelidada de área de Wernicke.

Em 1909, um outro mapa cerebral com 52 áreas diferentes foi publicado, porém, diferentemente da frenologia, a sua base não se relacionava com comportamento ou personalidade, mas sim, com as de células nervosas presentes em cada divisão. Para isto, o histologista Korbinian Brodmann (1868 – 1918) estudou os tipos de células presentes no cérebro e sua distribuição no córtex, com isto implicou a ideia de que as células com estruturas fisicamente distintas podem servir funções diferentes.

1.2.3 Os Modernistas

O histologista Espanhol Santiago Ramón y Cajal (1852 – 1934) mostrou que o cérebro não era uma rede contínua, mas sim um conjunto de unidades celulares discretas, contrariando a «teoria reticular» defendida Camillo Golgi (1843 – 1926) em que o sistema nervoso era formado por células unidas em uma rede anatómica na qual as fibras se conectam material e inseparavelmente³². Cajal propunha uma nova teoria: a teoria neuronal, que vê o sistema nervoso como um conjunto de células individuais, especializadas segundo a região do cérebro e organizados ordenadamente em um sistema complexo.

A descoberta de Cajal só foi possível com a ajuda da técnica de Golgi de coloração com banho de nitrato de prata capaz de colorir algumas células nervosas, que até então, a sua transparência escapava à visualização microscópica, pelo seu talento exímio ao desenho que detalhou com o máximo rigor as estruturas celulares³³ que observou com o seu microscópio com tecnologia superior aos que existia fornecido pelo governo de Zaragoza.³⁴

Cajal deixou uma questão sobre a existência de pequenos espaços entre as células nervosas, no entanto, o neurofisiologista Charles Sherrington (1857 – 1952), não só respondeu-a como nomeou estes espaços intercelulares (fenda sináptica) em que são transmitidos impulsos nervosos de uma célula para outra «sinapses».

O século XX partilhou ainda o primeiro registo feito em 1929 por Hans Berger da actividade eléctrica do cérebro humano a partir do couro cabeludo, originando o estudo electroencefalográfico humano (EEG) e Karl Lashley (1890 – 1958), que passou a sua carreira em busca do engrama – a base cortical de uma memória.

³² (Houzel, S. H., 2008).

³³ (Roche, Commins e Dockree ,2009)

³⁴ Idem 32

As primeiras técnicas em estimulação eléctrica no cérebro humano foram realizadas nos anos 50 por Wilder Penfield (1891 – 1976) na qual descobriu que as reacções específicas poderiam ser causadas por impulsos eléctricos na superfície do córtex de um paciente acordado. Ele descobriu que a estimulação do córtex temporal parecia recriar experiências passadas consideradas autênticas ao paciente. Com estas experiências formulou e relacionou a localização das funções mentais no córtex.

Segundo Roche, Commins e Dockree (2009), o nascimento formal do nome da disciplina neurociência cognitiva ocorreu dentro de um táxi em 1979 quando dois importantes estudiosos do ramo George Miller e Michael Gazzaniga, iam a caminho de um jantar em Nova Iorque para justamente discutir sobre essa nova área de investigação. Na verdade, era muito importante para a comunidade científica convergir num nome para todas as vertentes científicas abrangidas em pretensões de desvendar o cérebro e as funções superiores.

A emoção também ganhou adeptos no final do século XIX. Os trabalhos de Charles Darwin, William James e Sigmund Freud evidenciaram a emoção na prática científica. Isto não quer dizer que o interesse nesta área foi imediato, «por ser considerada subjectiva, a emoção não fazia parte das pesquisas científicas»³⁵. As ciências do cérebro interessaram-se há pouco tempo por este assunto.

No século XX, a emoção passou a ser atribuída às regiões neurais mais primitivas e relacionado com antepassados evolutivos.

1.2.4 Os Contemporâneos

Actualmente, os contemporâneos da neurociência têm o propósito de não só integrar a disciplina, como desfrutar de todo aparato tecnológico disponível e do conhecimento adquirido até aqui para disponibilizar para ao grande público as principais descobertas, ou simplesmente para confirmar ou contestar teorias anteriormente divulgadas.

O acesso às divulgações científicas é muito mais alcançável. Há laboratórios de neurociência e pesquisas a serem desenvolvidas em todo o mundo³⁶.

Os nomes mais consideráveis para esta pesquisa serão citados no decorrer dos capítulos relacionados com os seus trabalhos.

³⁵ (Damásio, 2000)

³⁶ A Organização Internacional para a Investigação do Cérebro (IBRO) dedica-se à divulgação de pesquisas neurocientíficas e à comunicação entre os pesquisadores em todo o mundo. Publica a revista de divulgação científica “Neuroscience”.

A descoberta de novas técnicas de imagiologia cerebral são as grandes contribuições contemporâneas com a intenção em relacionar as áreas cerebrais às funções cognitivas e emocionais.

Nos anos 90 o pesquisador Seiji Ogawa propôs que o método de ressonância magnética (que até então era utilizado para obter imagens do corpo) fosse utilizado para visualizar as alterações de oxigenação do cérebro, garantindo dois anos mais tarde o nascimento da ressonância magnética funcional (detalhada no próximo item).

1.3 Métodos de Investigação da Neurociência

A neurociência conta com os mais variados métodos de investigação (em decorrência da sua integração). Existem pelo menos três que foram essenciais para o avanço das descobertas da neurociência: a introdução das funções mentais superiores no campo de pesquisa neurocientífica, os resultados experimentais obtidos com testes em animais, e os avanços tecnológicos, possibilitando uma visualização mais detalhada do cérebro.

O primeiro método introduziu um novo ramo de pesquisa para a neurociência, que passou a localizar e a estudar as funções mentais superiores.

Vista por este prisma, a neurociência cognitiva se assemelha com a neuropsicologia, diferenciando apenas pelo facto de que a neuropsicologia utiliza como objecto de estudo o paciente com uma lesão cerebral. A intenção do neuropsicólogo é localizar as áreas atingidas no cérebro e deduzir distúrbios que observa numa determinada função cognitiva, as estruturas cerebrais implicadas nessa função, sem contar que, um paciente com uma lesão cerebral só podia ser estudado no momento da autópsia, o que, por vezes, o tempo decorrido entre o diagnóstico e a verificação resultava em dúvidas quanto à área do cérebro atingida³⁷.

Já as neurociências cognitivas sem esquecer estes estudos fornecidos pelos doentes utilizam também dados recolhidos dos animais e no Homem. Dados resultantes da aplicação dos métodos da imagiologia cerebral.

Os inúmeros resultados obtidos dos animais pela neurociência causam hesitação diante da ordem científica (a dúvida em transportar os resultados obtidos dos animais para os Homens – o homem é considerado mais complexo que o mais evoluído animal) e de ordem ética³⁸ (a protecção legal na experimentação dos animais).

³⁷ (Damásio, 2000)

³⁸ A prática com animais só pode ser feita para o avanço da ciência e quando nenhum outro método é possível e os mesmos não podem sofrer nem durante, nem antes à experiência.

O triunfo da neurociência assenta nas técnicas de visualização cerebral em que é possível reconstituir com fidelidade o cérebro humano, localizar a actividade neuronal durante a realização de uma tarefa e identificar uma área cerebral lesionada.

«O conhecimento do funcionamento do cérebro que subjaz à cognição, objecto das neurociências cognitivas, assenta portanto em dados extraídos destes diferentes procedimentos», (in Vivo, imagiologia cerebral, estimulação e actividade eléctrica) e também em dados fornecidos pela neuropsicologia e pela psicologia (métodos comportamentais), nos quais os estudos do funcionamento do cérebro só vêm enriquecer estes modelos.³⁹

O avanço tecnológico permitiu gerar novos equipamentos para a visualização do cérebro *in vivo*. Estes equipamentos garantem a obtenção de imagens mais nítidas das regiões implicadas nos testes realizados.

A visualização radiológica do crânio e da coluna vertebral através dos raios X permite a detecção de fracturas, lesões, alterações ósseas do crânio, infecções, entre outras. Porém emite radiações que atravessa os tecidos moles e revela-se o osso e não o tecido cerebral.

Em cada actividade uma região distinta do cérebro é estimulada, ou seja, há redes neuronais especializadas em uma determinada região que são activadas para realizar uma tarefa e para isto necessitam de mais fluxo sanguíneo na sua actividade metabólica.

A Tomografia de Emissão de Positrões (PET na sigla inglesa) permite a localização de moléculas no sangue em circulação no cérebro. Para isto, são injectados marcadores radioactivos na circulação sanguínea. A emissão destas radiações atravessam a caixa craniana e são detectadas e registadas por uma câmara em que o sujeito é inserido. Primeiramente o sujeito observado é posto numa cama em situação de repouso e em seguida a realizar uma determinada tarefa⁴⁰. O aumento do fluxo sanguíneo em ambas as situações é comparado e subtraído um do outro.

A Ressonância Magnética obtém imagens tridimensionais das estruturas cerebrais sem utilizar substâncias radioactivas. O sujeito analisado é posto num campo magnético criado pela máquina de ressonância magnética.

A ressonância magnética funcional permite ter acesso às imagens do cérebro em funcionamento. As propriedades magnéticas do oxigénio necessitado pelos neurónios durante a sua activação são detectadas pela máquina que irá medir o fluxo de sangue oxigenado enviado para determinadas regiões.

³⁹ (Fiori, 2009, p, 16).

⁴⁰ Para os casos em que a actividade cerebral está a ser comparada com a realização de uma determinada tarefa cognitiva, porém a duração de um registo (em decorrência a actuação da substância radioactiva injectada) é relativamente curta - cerca de 90 segundos.

Uma outra maneira de verificar a actividade neuronal é medindo os impulsos eléctricos dos neurónios através de estudos electrofisiológicos. Através de um exame denominado *Electroencefalograma* (EEG), eléctrodos colocados na superfície no couro cabeludo permitem registar a reacção eléctrica produzidos por uma população de neurónios mediante à estimulação cognitiva. Esta actividade eléctrica também gera um campo magnético possível de ser detectado (através de uma câmara) pela *Magnetoencefalografia*. A estimulação magnética cortical permite criar «um campo magnético que bloqueia temporariamente a função cerebral»⁴¹, assim permitirá ao pesquisador relacionar a região bloqueada com uma determinada função.

1.4 A Neuroestética

A neuroestética é um ramo recente da neurociência com intenções de esclarecer os mecanismos biológicos da experiência estética⁴². Há cerca de dez anos Semir Zeki e seus colaboradores elaboraram um programa de pesquisa, e identificaram as áreas cerebrais responsáveis no fenómeno do amor, seja ele materno ou seja no envolvimento afectivo entre as pessoas.

Independente do significado do sentimento as áreas cerebrais estimuladas geram sensações de prazer e recompensa ao mesmo tempo que outras áreas são desactivadas (que é o caso dos lobos frontais que estão envolvidos no processo de julgamento). Este estudo suscitou a hipótese de que, assim como o amor a arte também poderá provocar sensações de bem-estar.

Na tentativa de buscar a regularidade na percepção estética a neuroestética baseou-se em duas investigações: a visão e o seu papel activo na construção e reconstrução do mundo ocasionando a aquisição do conhecimento do ambiente e a relação do sujeito que percebe a realidade através da experiencia artística.

Considerando que o conceito de experiência estética entendida pela neuroestética é basicamente «observar, sentir e compreender», implica, a partir da visão a activação sensório-motora e mecanismos cognitivos e emocionais.⁴³

Mesmo por se tratar de uma acção puramente individual em que estão implicados elementos afectivos individuais ocasionados por componentes genéticos e culturais, a neuroestética tenta encontrar as áreas neuronais comuns a todos os seres humanos activadas diante de um mesmo objecto.

Di Dio Cinzia e Gallese Vittorio (2009) citam alguns exemplos de estudos em Neuroestética que buscam relacionar os mecanismos cerebrais com as artes visuais.

⁴¹ (Caldas, & Nunes, 2010, p. 61).

⁴² (Maldonato, Anzoise, & dell'Orco, 2009)

⁴³ (Cinzia, Di Dio & Vittorio, Gallese, 2009).

Nesta busca Zeki e Kawabata (cit. por Cinzia e Vittorio, 2009) colocaram participantes para julgar em bonito ou feio alguns estímulos visuais. Para isto, utilizaram o método de ressonância magnética funcional para investigar a correlação neural com a observação de quadros de diferentes categorias (paisagens, retratos, etc.), que foram julgados pelos participantes. O resultado revelou que estímulos julgados como bonitos em relação aos estímulos neutros ou feios demonstraram diferentes activações no córtex orbitofrontal. Os julgamentos considerados feios evocaram uma menor actividade nesta região.

Vartanian e Goel (cit. por Cinzia e Vittorio, 2009) também realizaram estudos de acordo com a preferência estética (pintura figurativa ou abstracta). As pinturas figurativas tiveram maior preferência do que as pinturas abstractas. Com isto, notaram a redução da actividade no núcleo caudado com a diminuição da preferência para as pinturas, sugerindo que a experiencia estética também conta com áreas envolvidas no processamento de estímulos de recompensa. Já as pinturas com maior preferência suscitaram maior activação em várias áreas incluindo o sulco cingulado anterior esquerdo, área envolvida no processo de recompensa relacionado com estímulos emocionais.

Apenas estes exemplos mostram a tendência de uma proximidade da ciência com a arte. Expõem informações relevantes para artistas, porém o pensamento científico e artístico sempre divergiu ao ponto de serem classificados ou como cientistas ou como artistas, e em consequência atitudes incomuns.

Foi nesta perspectiva que já em 1959 C. P. Snow⁴⁴ propôs uma aliança entre cientistas e artistas, a fim de criar uma comunicação entre os dois lados. De acordo com Snow assim seria possível a criação da “terceira cultura”, que possibilitaria benefícios na compreensão dos factos e ficções destas culturas⁴⁵.

Segundo Jonah Lehrer, a “profecia” de Snow sobre uma terceira cultura revela-se hoje na nossa cultura, porém a comunicação com os cientistas é feita directamente para o grande público – o que não deixa de ser útil e progressivo. A tradução de conceitos científicos para a massa é de grande importância para o vocabulário cultural.

Porém, segundo o mesmo autor, a dita “terceira cultura” de hoje não contempla todos os objectivos da fantasiada por Snow. Existem muitas lacunas que ainda precisam ser estabelecidas: ainda são consideradas duas, ou seja, ainda há uma divisão; não há diálogo entre iguais, a linguagem de ambas culturas (ciência e arte) continua distinta.

Jonah Lehrer (2009) critica o conceito de alguns cientistas ao discutirem que a arte é «apenas um entretenimento», «resultante de um sintoma biológico» e não

⁴⁴ (Snow, cit. por Lehrer, 2009).

⁴⁵ (Lehrer, 2009)

experimental e ressalta que por mais que a ciência tente explicar tudo, sempre existirão dúvidas. Dúvidas estas, que podemos suportar com a arte. Segundo o autor, a arte «ensina-nos a viver com o mistério. Só o artista pode explorar o inefável sem nos oferecer uma resposta, porque às vezes não há resposta».

Em busca da «utilidade da arte» para a ciência, Jonah Leher cita exemplos de artistas (em diversas áreas) que anteciparam alguns fenômenos do cérebro, que só mais tarde foram explicados (com um outro vocabulário) pela ciência.

Sendo assim não deveríamos considerar as culturas como possuidoras da verdade, mas sim, a sua utilidade dentro de um pluralismo já existente. Neste sentido, o autor sugere o nascimento de uma “nova quarta cultura” em que contempla as relações entre a humanística e as ciências que transplantará livremente seus conhecimentos.

CAPÍTULO II

2 COGNIÇÃO

O nosso cérebro, o órgão do conhecimento, é uma máquina química, um sistema material em constante evolução, simultaneamente fechado sobre si próprio e aberto ao mundo físico, social, e cultural, cuja complexidade, adaptabilidade e criatividade não têm paralelo.

(Jean-Pierre Changeux)

Os estudos cognitivos provêm em grande parte dos estudos da psicologia e da neuropsicologia. Como já foi mencionado, o interesse nos estudos da cognição por parte da neurociência surgiu recentemente, por isso ainda é extremamente possível encontrar nas pesquisas neurocientíficas fundamentações neuropsicológicas (partindo do princípio de que há uma troca de interesses e por isto, uma troca de saberes).

Segundo Maestú⁴⁶, as técnicas de imagiologia cerebral surgem como um elemento adicional nestes estudos possibilitando estudar o funcionamento do cérebro em indivíduos normais e gerar padrões neurofuncionais de normalidade, garantindo, entre outras coisas, na corroboração de resultados obtidos por outros métodos (lesões cerebrais), na descrição das operações cerebrais e redes neuronais em diferentes tarefas cognitivas e verificar as mudanças neurofuncionais que ocorrem após uma terapia farmacológica ou cognitiva.

O termo cognição refere-se a todo «acto ou processo de conhecimento»⁴⁷, ou algo que é conhecido através dele por meio de processos pelos quais a entrada sensorial é transformada, reduzida, elaborada, armazenada e recuperada e utilizada.⁴⁸

A partir do século XIX em que houve a intensificação do estudo do cérebro, a atribuição das funções cognitivas como decorrentes de um processo evolutivo potencializaram a afirmação que o cérebro é o órgão responsável na formação da cognição, «no qual factores genéticos e ambientais favoreceram o desenvolvimento de certas estruturas e funções».⁴⁹

Segundo Fonseca⁵⁰ a cognição pode emergir no cérebro porque nele ocorrem determinadas condições «biopsicossociais ou bioantropológicas» dinâmicas e evolutivas.

⁴⁶ (Maestu, F., et.,2003)

⁴⁷ (Flavell 1993 cit. Por Fonseca, 2001).

⁴⁸ (Neisser, cit. por. Albright, Kandel, e Posner, 2000).

⁴⁹ (Pereira Jr., 1998).

⁵⁰ (Fonseca, 2001)

A interação do indivíduo com o meio permite-lhe alterar as conexões de uma rede neuronal já estabelecida. Este processo é denominado pela neurociência de *plasticidade*.

Para o indivíduo interagir com o ambiente é preciso a existência de dois sistemas: O sistema perceptivo (informações sobre o ambiente) e o sistema de acção (interfere causalmente neste mesmo ambiente).

Em 1932 Jacob Von Uexkull⁵¹ propôs que a influência entre estes dois sistemas originaria um *ciclo funcional*, no qual através de uma interação recíproca, uma percepção influencia uma acção, que influencia uma percepção seguinte, e assim por diante.

Intermediariamente aos dois sistemas, o sistema executivo irá planear as acções e decidir o comportamento adequado realizado pelo sistema de acção em decorrência das informações que receberá do sistema perceptivo.

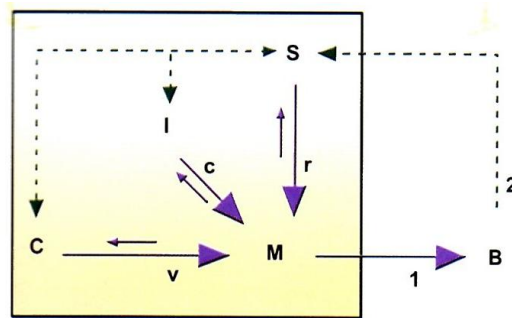


Ilustração 6 – Fluxograma ilustrando como as diversas partes do sistema nervoso que integram, com base no conhecimento das principais vias de processamento de informação. O sistema nervoso é representado pelos sistemas sensorial (S), intrínseco (I), cognitivo (C) e motor (M), cuja finalidade é a geração do comportamento (B). O comportamento pode ser reflexo (r) ou voluntário (v). A informação intrínseca actua como sinal de controlo (c) para regular o estado comportamental. A saída do sistema motor (1) produz o comportamento, cujas consequências são monitorizadas pela retroacção sensorial (2). (Swanson, 2003, apud, Silveira, 2008, p. 134).

É presumível que o sistema executivo seja coordenado pelo córtex pré-frontal, e formado «pelas áreas associativas do córtex (parietal, temporal e frontal) e pelo sistema hipocampal»⁵², porém o seu funcionamento depende da integridade com as estruturas corticais e subcorticais que estão conectadas a ele.

No período da adolescência que ocorre uma diminuição gradual da densidade sináptica e uma moldagem de sinapses desta região frontal do cérebro, sintonizando os processos cognitivos dos lobos frontais.⁵³

⁵¹ (cit. Por Pereira Jr., 1998)

⁵² Pereira Jr. (1998).

⁵³ (Blakemore & Frith, 2009, p. 169)

As funções do sistema executivo são fundamentais para entender os processos cognitivos humanos. São o «conjunto de operações mentais que organizam e direccionam domínios cognitivos categoriais para que funcionem de maneira biologicamente adaptativa».⁵⁴

A manifestação das funções executivas ocorre em ambientes em que demandam criatividade, respostas rápidas a problemas novos, planeamento e flexibilidade cognitiva. Esses comportamentos são resultados da acumulação de informações durante a evolução da espécie e transmitidos geneticamente, porém a interacção com o meio (ocasionando a plasticidade da rede neuronal), os mesmos comportamentos podem ser recombinaados, gerando novas alternativas em decorrência às novas situações.

São reconhecidos alguns circuitos que organizam as redes executivas e permitem a comunicação do córtex frontal com regiões subcorticais: o circuito motor (com origem na área motora suplementar) e o circuito oculomotor (com origem nos campos oculomotores frontais), e os três circuitos relacionados com o comportamento social com origens nos córtices do cíngulo anterior, frontal dorsolateral e orbitolateral.⁵⁵

Estes circuitos integram-se na base do cérebro e no tronco cerebral, estabelecendo interacções recíprocas com núcleos hipotalámicos e com o tegmento através do feixe prosencefálico medial, principal via de comunicação entre as regiões límbicas. Os lobos se conectam tanto com regiões parietotemporo-occipitais (responsáveis pelo processamento visual, auditivo e somatossensorial) como com o telencéfalo límbico centrado no hipotálamo e estruturas da base do cérebro a ele directamente relacionadas (responsáveis pelas regulações visceral e endócrina).

A partir do sistema executivo, podemos entender a constituição dos processos mnemónicos, atenciosos e inferenciais que serão explicados no decorrer do capítulo.

2.1 A construção da realidade: a percepção sensorial

O século passado foi o tempo do amadurecimento para a psicologia. Houve um aumento nas explicações comportamentais. O ressurgimento dos interesses por eventos internos levou ao nascimento da psicologia cognitiva moderna, ressaltando que o nosso conhecimento do mundo é baseado na percepção e que a percepção é um acto dependente das informações inerentes ao estímulo e da estrutura mental do observador.⁵⁶

⁵⁴ (Sousa, Ignácio e Moll, 2008)

⁵⁵ Idem 53.

⁵⁶ (Albright, Kandel, Posner, 2000).

Durante toda a existência humana a recepção da realidade exterior por meio dos órgãos dos sentidos, foi essencial para o cérebro poder construir condições à sobrevivência e adaptação. Permitindo ao homem a se construir em função das suas experiências. No entanto, a evolução cerebral possibilitou integrar estas condições aos processos cognitivos superiores, activando a possibilidade até de inovar.

A nossa capacidade de interagir com o ambiente e perceber a realidade é feita através da recolha constante de informações dos sistemas sensoriais e constantemente repassadas ao sistema nervoso central. No momento, em que recebemos uma “avalanche” de informações sensoriais, o acto da escolha e selecção dependerá de processos atencionais e mnésicos⁵⁷.

A percepção é a combinação dos sentidos e uma recombinação das sensações do meio. Classicamente classificamos os sentidos em cinco: olfacção, audição, tacto, visão e gustação, porém o que mais interessa saber é o seu processamento e assim dividiríamos em três: mecânico (tacto e audição), luminoso (visão) e químico (olfacção e gustação),⁵⁸ tornando-os em informações úteis.

Os sensores são especializados para recolher a informação consoante as características dos estímulos. Uns são especialistas químicos, capazes de reconhecer as moléculas químicas presentes no ar e captadas pelo nariz, e as que estão presentes na boca. Outros são especialistas na recepção da luz, do som e do tacto. Assim, a união desses estímulos permitem-nos organizá-los e evocar em pensamento, quando for preciso, aquilo que é percebido⁵⁹. O processo pelo qual um estímulo ambiental causa uma resposta eléctrica em um receptor sensorial é chamado *transdução*.

As células do cérebro tendem a organizar-se em redes que se tornam especializadas em diferentes tipos de processamento de informação.⁶⁰ (um tipo celular especializado que reage a um sinal específico e reporta-se a uma certa parte do cérebro).

A percepção da realidade é determinada pela maneira que o cérebro transforma o mundo, ou o tipo de transformações que o cérebro aplica para o mundo que percebemos, por exemplo, quando olhamos para um objecto (ou ouvimos, uma análise similar poderia ser realizado para a audição, fala e música), a mente utiliza um processo analítico que divide os objectos extremamente complexos em componentes mais simples e agrega-lhes um valor.

O cérebro encontra regularidades e invariáveis de objectos e situações. Todas as informações que lhe chegam tornam-se ou associam-se à «imagem ou um padrão

⁵⁷ (Fiori, 2009)

⁵⁸ Durie, Bruce. *Portas da Percepção*, Revista mente e cérebro ed. 12. São Paulo p. 6-9.

⁵⁹ (Caldas, 2008).

⁶⁰ (Blakemore & Frith, 2009).

mental⁶¹». A percepção é uma recriação pessoal, que envolve a experiência e processos cognitivos sofisticados.

Já foi dito no capítulo 1, que os nervos cranianos são aferentes - responsáveis por enviar as informações sensoriais ao cérebro. Através dos nervos cranianos recebemos os sinais sensoriais e executamos os movimentos dos olhos, mandíbula, língua e rosto.

O ser humano tem uma capacidade notável de detectar odores. O epitélio olfactivo dispõe de 347 tipos de neurónios sensoriais encarregados em detectar um tipo diferente de odor ou combiná-los.

Os receptores estimulados por moléculas dissolvidas na boca, conduzem a informação por diferentes nervos (consoante a região estimulada) para o núcleo designado solitário, do tronco cerebral, a partir daí, para o tálamo, para o córtex da ínsula e do opérculo frontal. O núcleo solitário também envia informações para o hipotálamo, onde se encontra com a informação do olfacto e para a amígdala (responsável por reacções emocionais, melhor detalhada ainda neste capítulo) que também recebe a mesma informação enviada pelo córtex insular e operacular.

O tacto começa a desenvolver-se quando exploramos o ambiente com as mãos, os pés ou a boca, para avaliarmos características materiais e espaciais. Os bebés que conseguem agarrar um objecto, é seguido imediatamente por outro movimento até a boca para a busca de qualquer fragmento de informação. Todo o corpo é coberto por uma rede de sensores tácteis.

O termo somatossensorial é utilizado nos estudos científicos para pormenorizar a percepção táctil. Assim, o termo é utilizado para designar nossa sensibilidade corpórea em contacto com o exterior, o tacto, e a propriocepção.^{62, 63}

Por este motivo, o sistema somatossensorial é formado por um conjunto de receptores (mecanorreceptores, termorreceptores e nociceptores) distribuídos entre a superfície da pele, músculos, articulações e tendões.

A área cerebral que recebe as informações da periferia é designada por córtex somatossensorial e também composta por áreas primárias e secundárias. As áreas primárias recebem impulsos das diferentes fibras somatossensoriais.

Ao projectar as superfícies corporais em relação espacial e proporcional às áreas somatossensoriais primárias que ocupam, obtêm-se uma imagem humana distorcida. Este mapa somatossensorial indica as áreas do córtex que demonstram maior sensibilidade e receptores cutâneos na pele.

⁶¹ (Vigouroux, 1999).

⁶² (Munar E, et al., 2008)

⁶³ Também pode ser chamado de cinestesia é a noção de localização espacial que se tem do próprio corpo.

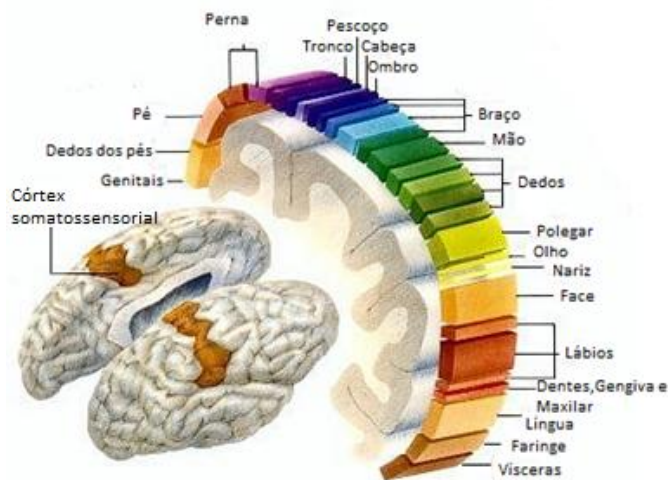


Ilustração 7 - Córtex sensorial e a relação com áreas do corpo⁶⁴ – geralmente este mapa é representado com as próprias partes do corpo, assim cria-se a figura de um homem (denominado homúnculo) desproporcional com os lábios, as bochechas e as pontas dos dedos extremamente grandes para indicar que as áreas mais sensíveis do corpo requerem áreas corticais maiores.

O sistema sensorial auditivo destaca-se por desempenhar um papel na comunicação entre os indivíduos da mesma espécie e pela localização de outras fontes sonoras no ambiente. A cóclea é o elemento mais valioso do ouvido interno para a percepção auditiva, onde as vibrações mecânicas provocadas pelo som se convertem em sinais neuronais. Possui ligações mecanorreceptoras com neurónios distribuídos em vários centros do bulbo raquidiano, da ponte, do mesencéfalo, do tálamo e do córtex cerebral.

A variação energética que constitui o estímulo acústico é entregue às células mecanorreceptoras (células ciliadas), por um aparelho complexo, formado por várias estruturas (distribuídas nas orelha externa, média e interna) que filtram, amplificam e ajustam a estimulação das células sensoriais.

Os nervos que saem da cóclea e no núcleo coclear ramificam-se em duas vias, uma seguindo para o córtex temporal e a outra cruza e liga-se à via directa do nervo auditivo oposto (no núcleo olivar). No núcleo olivar o impulso nervoso auditivo é seleccionado, diferentemente do que ocorre no mesencéfalo onde a selecção é feita por acção da atenção.

Basicamente a distinção da frequência do som recebido ocorre quando neurónios especializados na recepção de sons de alta frequência excitam-se e inibem os outros neurónios especializados nos sons de baixa frequência.

A luz é um estímulo que activa o sistema que, para as artes visuais é o mais importante: o sistema visual. Através da energia electromagnética emitida sob forma de

⁶⁴ (ALVES, 2008) Imagem alterada da original [consult. 2010-09-09], disponível em <URL: <http://redepsicologia.com/homunculo-sensorial-motor>>

onda que chega ao olho, estimula células presentes na retina, originando uma mensagem nervosa que traduzirá este estímulo. Numa das camadas da retina estão presentes os fotorreceptores (cones e bastonetes), sendo os cones mais presentes no centro da retina e responsáveis pela visão fotópica – a visão central, mais nítida e colorida - e os bastonetes mais localizados na periferia responsáveis pela visão escotópica – a visão periférica e na obscuridade. A informação, ao partir das retinas, é encaminhada pelos nervos ópticos que se reúnem no quiasma óptico e em seguida para o corpo geniculado lateral e para o córtex visual.

O córtex visual está organizado hierarquicamente em córtex primário (ou estriado) e córtices secundários (ou extra-estriados ou associativos)

Curiosamente, o *Espaço Culturel Louis Vuitton* mostrou até Janeiro de 2010 a “*La confusion des sens*” uma exposição sobre a sinestesia.

Já no elevador que leva até a exposição no sétimo andar do edifício Louis Vuitton em Paris, o público é levado à experienciar a activação do sistema auditivo e da imaginação. Enquanto o elevador sobe é desprovida a luz e só se ouve sons como o correr de um fecho *éclair*, um suspiro, alguém que tosse e risos envergonhados, que segundo o descritor da exposição descreveu-os como que «na nossa mente, adquirem uma dimensão visual e nos fazem sentir vulneráveis».

A viagem “ascensorial” termina e se inicia uma viagem sinestésica. A exposição foi criada para a necessidade de conhecer o corpo e os sentidos, através da evocação das emoções anteriores que os diversos dispositivos sensoriais possibilitam-nas.

Permite experimentar, sentir e a formular imagens mentais decorrentes do confronto que estabelecemos entre o corpo e a razão, entre um pensar com os sentidos e um sentir com a razão.

Pedro Faro (2009) descreve a instalação de Céleste Boursier - Mougnot como que «mergulhamos num espaço circular, encoberto por um espesso nevoeiro (fumo branco); não vemos e não reconhecemos os limites, andamos cuidadosamente, apalpamos as paredes, somos estimulados pelos sons quotidianos de uma refeição que saem de uma coluna⁶⁵».

Na obra de Veronique Joumard uma parede pintada de cor-de-laranja que segundo o mesmo narrador «impele-nos a sentir, através do toque, a textura da cor que nos atrai. Por alguns segundos, a tinta termosensível regista as marcas das mãos, sublinhando e resumindo a importância do espectador na obra, da marca do homem no meio que o define» e para alguns casos, remetendo ao acto de *Lascaux* que ganha a dualidade de antigo e contemporâneo.

⁶⁵ (Faro, 2009).

Palavra de origem grega (syn “em conjunto; união” e aisthánestai “perceber”)⁶⁶, confere à sinestesia um evento de união das percepções que dão lugar a combinações e representações inéditas. A literatura fornece exemplos como cores podem ser percebidas na audição de sons ou formas experienciadas com gosto⁶⁷, ou letras ou números vistos com cores (Fig. 8), onde do ponto de vista anatómico a rege a visão das cores e a área de reconhecimento semântico do número percorrem caminhos perceptivos diferentes. Na pessoa sinestésica estas percepções se cruzam gerando uma percepção nova.

A sinestesia (uma área de estudo da neuroestética) é mais uma prova de que o que importa não são os sentidos como entidades independentes, mas a percepção como o seu produto final. Consiste num fenómeno em que um estímulo sensorial pode desencadear a percepção de dois eventos sensoriais diferentes e simultâneos. É percebida concretamente como se fosse real.⁶⁸

Um estudo realizado pelo Richard Cytowic (cit. Por Barberi, 2007) um dos pioneiros na pesquisa da sinestesia, indica que a memória e a criatividade dos sinestésicos são superiores, porém não é possível correlacionar a sinestesia com as aptidões⁶⁹. Provavelmente para um artista sinestésico poderá influenciar a sua criatividade e intensificar o valor estético de sua obra.

Um exemplo disso foi o pintor russo Wassily Kandinski (1866 – 1944) possuía uma estreita relação entre os sons e as cores. Ele descobriu o poder expressivo das cores por meio da música wagneriana e com os estudos musicais realizados na infância. O artista traçou paralelos entre a pintura e a música e acreditava que as cores poderiam provocar diferentes emoções⁷⁰.

A sinestesia perceptiva pode alterar o conhecimento do mundo, mas não está relacionada propriamente com a criatividade, pois está envolvida somente com a percepção. Podemos adiantar a diferença entre esta sinestesia perceptiva com as chamadas “*sinestésias cognitivas*” por se tratar de experiências de associação de ideias (objectos, conceitos, cores, sons) e dependentes de condicionamentos culturais e artísticos (pensar num campo florido enquanto se ouve *As Quatro Estações* de Vivaldi).

Estima-se que uma em cada 300 pessoas são sinestésicas e vivenciam reacções involuntárias e incontroladas da união dos sentidos, porém algumas destas reacções puderam ser vividas pelos visitantes da exposição “La confusion des sens”,

⁶⁶ (Maldonato, M et al., 2009)

⁶⁷ (Ward, Jamie et al., 2006)

⁶⁸ Em um estudo publicado pela revista cortex em 2006 (cit. Por Barberi, 2007) demonstrou através de imagiologia cerebral que quando um sinestésico lê uma sequência de letras são activadas as áreas V4 e V8 do cortex visual (responsáveis pela percepção da cor), assim para um sinestésico é uma experiência totalmente real.

⁶⁹ (cit. por. Barberi, 2007)

⁷⁰ (Ximendes, 2004)

onde os artistas permitiram que a obra de arte fosse sentida simultaneamente com mais de um sentido.

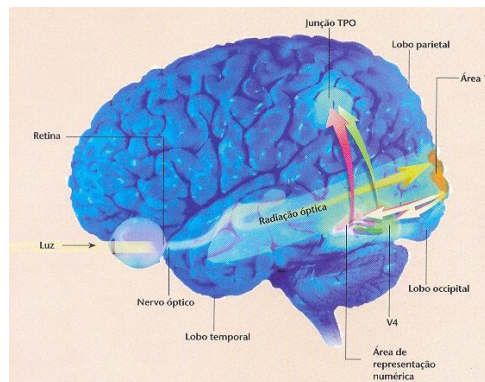


Ilustração 8 – Exemplo de um “cérebro sinestésico”⁷¹ que ao olhar para um número é associada uma cor – A luz que incide a retina viaja para a área V₁ (17), onde são distribuídos em atributos simples como cor, forma, movimento e profundidade. A informação da cor continua até a área V₄, no giro fusiforme, próximo a área em que a impressão visual de números é representada, onde as duas informações se cruzam (setas verdes e rosa- ascendentes). Após esta conexão cada um se encaminha para áreas específicas para um processamento sofisticado.

2.2 Cognição Visual

Uma característica essencial dos seres humanos é o que conseguem fazer com toda a informação que recebe. Estas informações são constantemente recebidas pelos sensores, porém «dedicamos provavelmente mais tempo a tratar essa informação»⁷².

Estas “imagens” que são formadas e pelas quais raciocinamos requerem tanto a atenção (neste momento as imagens estão «em foco») quanto a memória de trabalho (estão mantidas activas na mente). Exibir e ordenar internamente estas imagens resulta num processo denominado pensamento (Damásio, 1998).

Em 1971 psicólogo Donald Hebb (1904-1985) define a atenção como «um estado ou actividade do cérebro que predispõe o indivíduo a responder a uma parte ou aspecto do ambiente, em lugar de fazê-lo em relação a outro⁷³».

A fim de testar os aspectos atencionais da visão, Dan Simons e Christopher Chabris da Universidade de Havard, projectaram um jogo de basquetebol e solicitaram aos voluntários que contassem o número de passes realizados por uma equipa. Assim que o jogo deu inicio um homem mascarado de gorila caminhou sobre o recinto do jogo durante 45 segundos. O resultado foi que 40% dos voluntários não viram o “gorila”

⁷¹ Sinais misturados in, Barberi, 2007, p.13.

⁷² (Caldas, 2008, p. 134).

⁷³ (Cit por Penna, A.G.,1984).

enquanto estavam com a atenção focada nos passes dos jogadores. Já quando solicitados para verem o jogo sem tarefas a cumprir, todos conseguiram visualizá-lo. Segundo os autores da pesquisa, o resultado indica que durante a nossa percepção visual do mundo, temos a impressão de vermos o todo e o particular, porém há muitas lacunas visuais que o cérebro preenche sem darmos conta⁷⁴.

A cognição visual baseia-se em «ver e entender» aquilo que é observado. Primeiramente ocorre a análise básica de formas, formatos, cores, contornos, contrastes e movimentos (uma comunicação entre o olho e a transdução de sinais electromagnéticos para sinais electroquímicos que são transmitidos ao longo do córtex visual para o reconhecimento visual). Em seguida há uma organização dessas formas fundamentais reconhecidas, para a partir daí ganharem um significado, de ordem cognitiva superior, de acordo com o conhecimento prévio armazenado em memória.

Na última fase em que ocorre a significação da forma reconhecida é denominada «top-down», pois as operações cognitivas orientam a consciência visual, já as duas fases anteriores à esta são reconhecidas como «bottom-up»⁷⁵, porque os estímulos são trabalhados pela consciência visual.



Ilustração 9 – Doodle – Na tentativa de adivinhar o significado da imagem é possível conhecer os estágios do processamento visual. As linhas simples são recebidas pelos fotorreceptores dos olhos que enviam as informações para o cérebro onde são feitas as distinções entre os neurónios específicos do córtex visual. Em seguida são classificadas de acordo com a sua organização e características (é possível visualizar três elementos com características semelhantes a esquerda e dois a direita). Após isso, esses recursos são integrados em um significado total. Esta fase é dependente do nosso conhecimento do mundo e no caso desta figura com informações adicionais fornecidas. Sem conhecimento o significado pretendido é perdido (Solso, 1999, p. 78).

O processo de visualização do mundo é igual, porém a maneira como visualizamos é individual e subjectiva que dependerá da experiência de cada um. A imagem acima é um exemplo de Doodle⁷⁶ citado por Robert Solso (1999) para exemplificar a importância do conhecimento vasto que possuímos para associar um significado à figura. O cérebro acrescenta informações para estas impressões visuais,

⁷⁴ (Phillips, 2006).

⁷⁵ Em Introdução à psicologia (1971) Hebb (cit. Por Penna (1984) adverte que nem todas as respostas produzidas pelo indivíduo supõem actividades perceptivas. Algumas delas não envolveriam a percepção, que denominava “respostas controladas directamente pelos sentidos”, caracterizadas pela constância e rapidez. A aprendizagem não exerceria acção e não afectaria estas respostas.

⁷⁶ Doodle são imagens compostas com o propósito de adivinhação na qual não há uma resposta única e certa e o seu significado dependerá do conhecimento de quem tenta adivinhar.

que dará significados mais consistentes dos que recebeu. Se até aqui ainda não foi possível descobrir o que é, o autor sugere (apenas no fim do capítulo de seu livro) que poderá ser, além de outros tantos significados, o fantasma “Casper” a ver televisão.

A influência top-down é o conhecimento ou expectativa pré-existente de centros superiores do cérebro e podem influenciar a percepção. Se todas as nossas percepções fossem influenciadas pelo efeito top-down, elas seriam lentas demais para ajudar em tarefas relacionadas com a sobrevivência.

O cérebro participa activamente na construção daquilo que vemos, através do qual infunde de significados e conhecimentos dos vários sinais que recebe, assim as aquisições sobre o mundo só são possíveis de serem realizadas num estado consciente. As percepções que o cérebro cria são o resultado de uma interacção entre os sinais que recebe e o que ele faz para eles, com o objectivo de aquisição de conhecimentos sobre o mundo e de dar sentido a muitos sinais que ele cérebro recebe.

Quando dizemos que a figura acima é uma imagem ambígua, isso não quer dizer que a sua definição é incerta, mas sim, dotada de muitas interpretações plausíveis, cada uma das quais é soberana quando ocupa a interpretação consciente.

Cada interpretação é tão válida quanto as outras interpretações, e não há interpretação correcta. Estes diferentes níveis podem envolver uma única área cortical ou um conjunto de áreas corticais diferentes, com especializações perceptivas distintas. Além disso, podem envolver factores cognitivos, como a aprendizagem, julgamento, memória e experiência. É neste momento que, segundo Changeux, ocorre a distinção entre sensação e percepção.

A “sensação visual” no córtex é apenas uma, mas dá lugar a duas percepções distintas, completamente irreduzíveis entre si. A cada uma delas atribui-se um sentido diferente. As imagens mentais evocam em geral cenas ou objectos identificados e “lembram” mais uma percepção do que uma sensação. (Changeux, 1991: 137)

A formação de representações neurais podem se tornar imagens que são manipuladas num processo chamado pensamento, influenciando o comportamento pelo facto de auxiliar, em termos de previsão do futuro, de planificação deste de acordo com essa previsão do futuro e da escolha na próxima acção.

O processo por meio do qual as representações neurais, que são modificações biológicas criadas por aprendizagem num circuito de neurónios, se transformam em imagens em nossas mentes; os processos que permitem que modificações microestruturais invisíveis nos circuitos dos neurónios (em corpos celulares, dendritos e axónios, e sinapses) se tornem numa representação neural, a qual por sua vez se transforma numa imagem que cada um de nós experiencia como sendo sua. (Damásio, 1998: 105)

O reconhecimento dos objectos pode se beneficiar de processos “bottom-up”, pois requerem selecção e memórias atencionais. Reconhecer contornos, superfícies, movimentos e profundidade é algo que ocorre principalmente em “bottom-up”. Os sinais dos globos oculares são processados no córtex visual primário e então divergem para duas regiões: no lobo parietal e nos lobos temporais. Neste primeiro, ocorrem as interpretações espaciais – como desviar do objecto – e o segundo, ligado à memória, permitem o reconhecimento do objecto.

As células nervosas dedicadas ao processamento de informações visuais são agrupadas numa determinada região do cérebro, assim com as células nervosas para processar sons e cheiros. Assim partes do cérebro são responsáveis pelo processamento visual, mas dentro dessas grandes áreas visuais são muitas subáreas que realizam trabalho especial e, dentro destas subáreas, subáreas são ainda menores, cada uma com uma função específica de computação em análise de imagem.

Para cada sistema sensorial há mecanismos próprios de atenção e memória de trabalho, mas quando se trata de processos de atenção global e de memória de trabalho, os estudos em seres humanos, sugerem a essencialidade dos córtices pré-frontais e algumas estruturas do sistema límbico (o cíngulo).

As imagens formadas pelas diversas modalidades sensoriais são imagens perceptivas. Já os pensamentos constituídos por imagens (independente de serem visuais, auditivas ou somatossensoriais), que ocorrem na medida que evocamos recordações passadas, são imagens evocadas, independente se forem imagens do que já aconteceu ou que possam vir acontecer.

Ambas formam processos complexos que operam em várias regiões corticais, nos gânglios basais, no tronco cerebral e noutros sítios.

Changeux (1991) ao distinguir a diferença entre sensação e percepção, refere que ambas ocorrem na presença do objecto, ressalta o antagonismo com as imagens mentais que ocorrem na ausência física do objecto e surgem de maneira espontânea e voluntária, recorrendo à memória.

A descoberta de que as pessoas podem afectar o estado emocional do seu corpo através da formação de imagens visuais tem implicações na aprendizagem.

Imaginar cenas desagradáveis activa entre outras áreas a ínsula anterior, região responsável pelo registo de actividade autonómica do corpo e na produção de pressentimentos. Visualizar acontecimentos adversos não afecta apenas o corpo, estes acontecimentos imaginados também são processados pelo cérebro emocional.

A percepção e a imaginação estão ligadas porque o cérebro utiliza os mesmos circuitos neurais para ambas as funções. No entanto, a percepção visual depende da interacção com o meio enquanto a imaginação não depende desta, mas sim da

experiência passada arquivada em memória. Ambas as funções podem provocar alterações cognitivas por via da reestruturação do conhecimento que estas provocam directamente no caso da percepção, ou associativamente no caso da imaginação. Também provocam alterações emocionais por via do armazenamento de estímulos de carácter emocional e que são simultaneamente vivenciados aquando do momento perceptivo e evocados aquando do momento associativo.

2.3 Aprendizagem

A capacidade de aprendizagem começa desde muito cedo. Ao nascer a quantidade de células cerebrais é quase a mesma que na fase adulta, sendo algumas células geradas após o nascimento.⁷⁷

Logo após o nascimento há um crescimento das conexões cerebrais. As dendrites das células crescem e ocorre um fenómeno chamado sinaptogénese, na qual sucede o desenvolvimento das sinapses. Segundo Blakemore e Frith (2009), este facto pode ser comparado com o crescimento de plantas na Primavera. Porém como um processo de defesa⁷⁸, as ligações com maior utilização são mantidas, enquanto ligações com pouca utilização são eliminadas – moldagem sináptica -, comparando-se novamente com o procedimento de poda, quando há um aumento excessivo das plantas⁷⁹.

Complementado e relacionado com os períodos acima citados está o *período crítico* de aprendizagem. Os períodos críticos são as fases da idade em que um determinado estímulo, ou uma experiência sensorial é desenvolvida perfeitamente.

Esta visão inflexível já não corresponde ao conceito do “cérebro plástico” actual. Hoje em dia o período crítico foi adaptado por alguns neurocientistas para *períodos sensíveis*. Em que há uma maior propensão à aprendizagem em determinadas fases, porém caso ocorra a privação de alguma estimulação sensorial, esta poderá ser adquirida numa fase avançada⁸⁰, graças as capacidades de adaptação do cérebro.⁸¹

⁷⁷ Há um grande aumento de células no cerebelo e no hipocampo geradas após o nascimento (Blakemore & Frith, 2009)

⁷⁸ As eliminações ocorrem para a identificação rápida das que foram mantidas. Sem isto, nos tornaríamos mais lentos e cometeríamos mais erros (Blakemore & Frith, 2009)

⁷⁹ É sugerido que o período da sinaptogénese e moldagem sináptica em seres humanos ocorra até aos 12 ou 13 anos de idade, como é caso do córtex visual humano, em que dos 2 ou 3 meses aos 8 ou 10 meses ocorrem um aumento significativo e rápido de conexões sinápticas. Após este período o declínio da densidade sináptica só será estabilizado por volta dos 10 anos de idade.

⁸⁰ Embora seja possível desenvolver capacidades sensoriais depois do período sensível, esta aprendizagem pode ser diferente. (Blakemore & Frith, 2009).

⁸¹ Blakemore, Sarah-Jayne & Frith, Uta (2009).

“Os períodos sensíveis são muitas vezes comparados com uma janela aberta para a aprendizagem, que se fecha bruscamente depois de um determinado período crítico do desenvolvimento. As janelas para uma aprendizagem mais rápida existem, mas a própria experiência se encarrega de as fechar.” (Blakemore & Frith, 2009: 52)

No fim dos anos 60, um estudo revelou que num cérebro pós-púbere há um aumento da substância branca nos lobos frontais, que revela um desenvolvimento das camadas de mielina nos axónios, permitindo assim, um aumento da velocidade de transmissão dos impulsos eléctricos e que continuam a aumentar dos 20 aos 30 anos.⁸²

A aprendizagem por repetição é um método muitas vezes empregado para a aquisição de informação, porém mas do que ter estas informações armazenadas é preciso disponibilizá-las em situações específicas. O principal objectivo, não é não ensinar por repetição (que para termos técnicos até é útil) mas sim, adequar um estilo de aprendizagem específico para cada indivíduo e instrumentos que acedem à informação adquirida.

O processo de aprendizado não é resumido em prestar atenção e memorizar, mas tem implicações inferenciais de novas informações a partir da experiência e da utilizada da aprendizagem. «Os alunos são memorizam uma certa informação na medida em que a mesma seja útil para a suas acções» nem que seja apenas para “não chumbar o ano”.

A influência do sistema executivo no processo de aprendizagem esta relacionada principalmente no controlo da atenção, que segundo Pereira Jr. (1998), é inata em termos de aprendizagem escolar. O autor adverte que, se o aluno não estiver motivado para a acção a partir do conteúdo que está sendo ensinado, ele não enfocará adequadamente esse mesmo conteúdo.

A aprendizagem por imagística visual pode ser usada como intensificador da memória. Num estudo realizado na Universidade de Londres, Eleanor Macguire obteve imagens cerebrais de indivíduos cuja capacidades de memória era superior. A capacidade de aceder e armazenar a informação era treinada por imagística. Em casos equiparados o hipocampo é responsável pela memória em ambos os casos, porém assim que necessitavam recordar coisas complexas eram activadas mais áreas cerebrais dos indivíduos que utilizavam imagística do que nos indivíduos que não utilizavam este procedimento.

As áreas de activação cerebral são mais intensificadas durante o uso da imagem por evocação do que quando se vê realmente o objecto. Para o acesso ao armazenamento das memórias visuais estão envolvidas várias regiões que é o caso da *circunvolução para-hipocâmpica* responsável do depósito e armazenamento de

⁸² Idem 82.

memórias de palavras imagináveis (concretas)⁸³, do *córtex parietal* responsável na evocação de palavras imagináveis, do *lobo parietal* responsável no processamento de relações espaciais entre objectos, na compreensão de números, e na aprendizagem da música.

A dificuldade em relacionar duas palavras que não têm o mesmo significado⁸⁴, resulta do envolvimento das regiões pré-frontais nesta operação, que são conhecidas como importantes na tomada de decisão e na gestão de recursos (já que é necessário um maior esforço mais ligar palavras semanticamente diferentes⁸⁵.

Uma grande descoberta neurocientífica foi a das células que são especializadas em espelhar um comportamento observado. Os *neurónios espelho* têm a finalidade de visualizar/imitar uma acção/comportamento para alguma determinada finalidade.

A imitação tende a ser altamente selectiva e atinge tanto crianças quanto os adultos e pode ser um instrumento que possibilita uma aprendizagem e além disso faz a ligação entre a nossa própria identidade e a dos que nos rodeiam.

Pode ser um tipo de comportamento social que foi desenvolvido para fazer com que as pessoas que estão a interagir se sintam mais ligadas entre si, ou seja, a identificação de comportamentos semelhantes gera uma *empatia*, ou o contrário, caso os comportamentos sejam dissemelhantes. Neste caso, a imitação surge como uma tendência deliberada para reproduzir atitudes, valores ou comportamentos de pessoas que admiramos ou de copiar conscientemente os padrões exactos dos movimentos corporais.

Quando observamos alguém a se movimentar são activadas áreas cerebrais semelhantes às activadas quando realizamos o movimento. Estas acções observadas poderão tornar a realização da acção mais fácil quando tivermos que realizá-la.

A região pré-frontal desenvolve-se gradualmente. Competências como a tomada de decisão racional, tende a emergir aos poucos e em paralelo com este desenvolvimento. Já imitação é inerente no cérebro desde muito cedo, por isso, para evitar a imitação de tudo o que é visto, o *córtex frontal* inibe alguns comportamentos.

Aprender com os erros também pode ser uma forma de aprendizagem. O cérebro reconhece os erros e responde adaptativamente para eles. A região do cérebro denominada cingulado parece ser responsável pela detecção dos erros e a controlar a capacidade de aprender com base no reforço negativo. Na interiorização dos erros, a

⁸³ São responsáveis pela codificação e memorização de palavras abstractas as áreas da linguagem do lobo temporal, desta maneira a sua aprendizagem é por código verbal e não visual.

⁸⁴ Ligar e recordar as palavras «árvore» e «tronco» é mais fácil porque estão relacionadas em seu significado. Já a relação entre «maça» e «poste de luz» exigirá uma actividade decisória das áreas pré-frontais.

⁸⁵ Blakemore & Frith (2009).

autocrítica parece controlar a capacidade para os avaliar e utilizá-los como guias para as decisões do futuro⁸⁶.

Jonah Lehrer confirma e explica que principalmente no ambiente escolar «é importante que os miúdos possam experimentar e enganar-se. O erro é a forma mais eficaz de aprendizagem⁸⁷».

A nossa capacidade de estarmos alerta, para pensar claramente e para usar a nossas faculdades de movimento da melhor maneira, depende do *sistema circadiano*. (controlam muitas funções corporais, o sono, a vigília, a capacidade cognitiva e o funcionamento do movimento).

O stress e a falta de sono são reconhecidos por afectar a aprendizagem e a produtividade.

Para a aprendizagem o grau de stress têm que estar nivelado a um certo nível, mas se for em excesso prejudica a aprendizagem.

A privação do sono afecta gravemente a concentração e a aprendizagem. O sono influencia o modo como adquirimos e mantemos novas competências, como nos lembramos da informação e a nossa capacidade para pensar criativamente. (Também será abordado na relação com a memória mais adiante).

2.4 O Contexto educacional e cultural

O quadro que estou a estabelecer para os seres humanos é o de um organismo que surge para a vida dotado de mecanismos automáticos de sobrevivência e ao qual a educação e a aculturação acrescentam um conjunto de estratégias de tomada de decisão socialmente permissíveis e desejáveis, os quais, por sua vez, favorecem a sobrevivência – melhorando de forma notável a qualidade dessa sobrevivência – e servem de base à construção de um pessoa. (Damásio, 1998:141)

O genoma determina o desenvolvimento embrionário e pós-natal do sistema nervoso, porém este é susceptível a modulações por parte do ambiente, que resultará numa *plasticidade ontogenética*, de extrema significância para a espécie humana.

O termo neuroplasticidade refere-se a capacidade de alteração estrutural ou funcional do sistema nervoso mediante as influências do ambiente⁸⁸.

Como já foi citado anteriormente, no desenvolvimento pós-natal o sistema nervoso, ainda imaturo, está mais susceptível ao ambiente (período crítico). Nos bebés a densidade sináptica, principalmente nas áreas que envolvem a visão e a audição,

⁸⁶ (Ullsperger, 2008)

⁸⁷ (cit. Por Sá, 2010).

⁸⁸ (Lent, 2008c)

aumenta e diminui consoante aos estímulos neste período. Na adolescência esta reorganização ocorre nas áreas do córtex pré-frontal.

Ao encerramento do período crítico, o cérebro continuará a adaptação ao ambiente que o rodeia. A *plasticidade adulta* irá incidir sobre as sinapses para sustentar a capacidade cognitiva, principalmente a memória⁸⁹.

Segundo Roberto Lent (2008), a manifestação paralela da neuroplasticidade ontogenética e adulta pode ocorrer de forma morfológica, funcional e comportamental. A neuroplasticidade morfológica ontogenética refere-se à reorganização das estruturas dos axónios, a formação das ramificações nas dendrites e no nascimento de sinapses, todas em resposta a influências ambientais. A neuroplasticidade funcional pode ser neuronal ou sináptica. A técnica de ressonância magnética funcional permite detectar as áreas mais activas durante a execução de uma função. Como exemplo, Roberto Lent cita uma pesquisa realizada com músicos que aprenderam a prática musical precocemente e com músicos que a aprenderam tardiamente. O resultado demonstrou que ao moverem os dedos da mão esquerda, os músicos que realizaram sua aprendizagem na infância, tiveram uma activação maior na região lateral do córtex motor primário do hemisfério direito em relação ao outro grupo.

Na plasticidade morfológica e funcional adulta a transformação ocorre principalmente ao nível das sinapses. A plasticidade sináptica é indispensável para o armazenamento das informações, um item de extrema importância para esta pesquisa que ainda será discutido em detalhe.

Os variados tipos de neuroplasticidade podem ocorrer paralelamente e simultaneamente, ocasionando incorporações entre os aspectos morfológicos e fisiológicos e abrangendo o aspecto comportamental.

Sendo a escola geralmente um dos primeiros parâmetros de observação que o ser humano possui de vida social, educacional e cultural, é importante considerar o seu papel no processo de neuroplasticidade.

Segundo Blakemore e Frith, quando os professores ensinam formam-se conexões no cérebro dos alunos: as dendrites ramificam-se a partir das células nervosas e criam-se milhões de sinapses ao longo dessas ramificações. Este processo é a base da retenção de nova informação e do seu arquivamento. Na fase da adolescência o cérebro ainda está em desenvolvimento, é adaptável e pode ser moldado e configurado.

Na escola, o contacto social estimula uma predisposição mimética em relação àqueles que rodeiam⁹⁰. Ali, os valores, as crenças e as atitudes transmitidas pelos

⁸⁹ Idem 90.

⁹⁰ (Donald, 2006).

professores que ensinam o que sabem e mostram como sabem. Atitudes e opiniões são facilmente adquiridas e imitadas pelos alunos, mesmo quando não pretendem fazê-los.

Porém imitar não é suficiente na educação, que requer tanto uma compreensão e um conhecimento da tarefa para ser aprendida como simplesmente ser capaz de executar. Neste contexto a criatividade é necessária para ir além da imitação. Porém a criatividade sem imitação pode gerar muitas ideias novas, mas estas seriam muitas vezes desperdiçadas por não terem em consideração o que já se conhece, tentou ou testou. Tanto a criatividade como a imitação são necessárias se quisermos aprender bem, tomar decisões ou ser inventivos.

Factores inibitórios são um dos aspectos funcionais dos lobos frontais. Estes desenvolvem-se na infância e na adolescência e nos impedem (através de um contexto e controlo social) de dizer ou fazer exactamente o que sentimos.⁹¹

Neste sentido, Vítor da Fonseca aponta para o desenvolvimento de uma educação cognitiva que se baseia nos princípios neuropsicológicos do processamento de informação e das abordagens contextuais de desenvolvimento cognitivo. Segundo ele, a inteligência possui características *bioantropológicas* na sua origem, mas *psicossocial* no seu desenvolvimento, respeitando a heterogeneidade e a diferença cultural.

Com objectivos de desenvolver a cognição e a emoção a educação cognitiva enfoca no desenvolvimento das competências de resolução de problemas, com treinos sistémicos e estruturados das funções, habilidade, aptidões de captação, integração, planificação e comunicação de informação.

O ambiente cultural pode ser visto como um facilitador das funções cognitivas que disponibiliza aos seres humanos uma série de ideias e imagens, sentimentos e impressões. Ele introduz uma colectividade cognitiva na mente humana e ao mesmo tempo, diferencia seres humanos e animais.

A arte é uma das actividades cognitivas que nos diferencia e nos caracteriza como seres humanos. Do ponto de vista construtivista, a arte pode influenciar a construção cognitiva do observador, proporcionando-lhe uma elaboração mais aperfeiçoada do mundo e de si mesmo.

Não é possível categorizar a arte, ou qualquer uma das funções mentais superiores como um produto neurológico autónomo. Estas exigem também uma experiência cultural⁹².

⁹¹ Blakemore & Frith (2009).

⁹² (Deacon, 2006)

Focalizando um pouco mais, podemos considerar o papel da Educação Artística em facilitar o acesso à arte. Não apenas com aspectos cognoscitivos e estéticos, mas também favorecer a vivência, a descoberta, a criação e as emoções.

Roger Vigouroux (1999) ressalta que para criar é necessário um olhar novo sobre o mundo, livre das concepções acabadas, objectivas, neutras e pobres que os sistemas de educação fazem circular. Não poluída pelos contributos de uma sociedade padronizada.

O Artigo 2º do Decreto-Lei nº 344/80, de 2 de Novembro, aponta os objectivos da Educação Artística como os de «estimular e desenvolver as diferentes formas de comunicação e expressão artística, bem como a imaginação criativa, integrando-as de forma a assegurar um desenvolvimento sensorial, motor e afectivo equilibrado⁹³».

Sousa (2003) relata os três sentidos que a estética pode possuir: o sentido sensorial, o sentido emocional e o sentido racional.

Esta abordagem pode ser integrada para usá-la comparativamente com a proposta por Fonseca (2001), onde a preocupação central do processo de observação deve enfatizar as componentes do acto mental no seu todo, isto é, das funções de atenção e captação (input = receber e interpretar dados e produzir procedimentos para lidar com o problema), de integração e elaboração (processamento = criar operações e processos relacionados com as tarefas inerentes ao problema) e de planificação e expressão (output = aquisição de competências para solucionar o problema) de informação, concebidas como aptidões para a construção do conhecimento.

Alencar (2007) ressalta os diversos autores que escreveram, a partir dos anos 50, sobre a necessidade de uma educação mais criativa e as várias razões que levam a desenvolvê-la ao longo da vida.

Entre estas razões podem incluir-se os sentimentos de prazer e satisfação (elementos para o bem-estar emocional e para a saúde mental) na actividade criativa. Segundo a autora as soluções criativas e o potencial criador que são requeridos mediante a complexidade e as mudanças que se vivem actualmente, podem ser sufocados se houver a limitação de uma realização plena e expressão de talentos.

Apona que a criatividade pode ser deliberadamente empregada, gerida e desenvolvida, cabendo à escola maximizar as oportunidades de expressão criativa nos processos de ensino e aprendizagem, fortalecendo comportamentos que prepara o aluno a pensar de uma maneira autónoma, flexível e imaginativa. E aponta algumas actividades educacionais que podem ser inibitórias à criatividade como o ensino enfatizando a reprodução e memorização mecânica do conhecimento, exercícios que

⁹³ (cit. por Sousa, 2003, p. 64).

admitem uma única resposta correcta, fortalecendo a dicotomia entre o certo e errado e cultivando em demasia o medo do erro e do fracasso, a padronização dos modelos de ensino e alunos e a não valorização de formas alternativas de resolver problemas.

A nossa herança genética pré-determina o desenvolvimento de algumas características e habilidades, porém o estímulo ambiental é necessário para aproveitar ao máximo esta herança. Esta afirmação seria o mesmo que atribuir a importância da semente e do solo para o crescimento de uma árvore.

2.5 A memória nos aspectos cognitivos e emocionais

Até aqui falamos sobre os processos de aquisição de informações, porém a retenção e o armazenamento destas informações, são igualmente importantes e pertencem à memória.

A memória suporta os processos cognitivos e emocionais. Devido à memória possuímos conteúdos vastos organizados complexamente e nos tornamos indivíduos com carácter diferenciado. É através dela que «somos literalmente aquilo que recordamos»⁹⁴ A cognição de ordem superior depende da capacidade de recordar informações da memória e mantê-la em mente para orientar um comportamento futuro.

A contribuição dos estudos psicológicos cognitivos com pacientes com lesões cerebrais possibilitou a formulação de estádios hipotéticos da memória:⁹⁵ a codificação, o armazenamento e a recuperação.

A codificação das memórias é feita por neurónios, o seu armazenamento em redes neurais e a evocação pelas mesmas redes ou por outras.

A seguir abordaremos as descrições detalhadas de memórias que segundo teorias cognitivas se distinguem por duração de retenção (memória sensorial, memória de curto prazo, memória de trabalho e memória de longo prazo) e o tipo de informação armazenada.

Por serem sistemas de memórias diferentes e variados envolvem diferentes redes neuronais e ocorrem em locais diferentes do cérebro. A formação de novas memórias depende da plasticidade sináptica.⁹⁶

As informações provenientes da intensidade dos estímulos luminosos, sonoros, mecânicos, térmicos e químicos chegam às sinapses centrais, depois de percorrerem os nervos respectivos em direcção ao sistema nervoso central, são processadas de acordo com outras informações que estejam chegando a esses neurónios provenientes de regiões ligadas à percepção, atenção, cognição, emoção, entre outras. Segundo

⁹⁴ (Cammarota, Bevilaqua e Izquierdo, 2008).

⁹⁵ (Fiori, 2009)

⁹⁶ Idem 96.

Roberto Lent «a atenção pode amplificar uma informação fazendo com que ela se torne mais discernível; a emoção pode diminuí-la ou mesmo bloqueá-la, impedindo que seja percebida». A partir daí ocorre um percurso sináptico para diversas áreas do sistema nervoso onde a informação é modificada de acordo com finalidades específicas. As informações também são armazenadas neste percurso e transformam-se em memória⁹⁷.

A memória recém-criada é apenas o começo de uma longa viagem, durante a qual ainda será estabilizada, reforçada e qualitativamente alterada, até que possua apenas uma fraca semelhança com sua forma original⁹⁸.

Num primeiro momento esta memória recente demonstra estabilidade e resistência à interferência das memórias concorrentes. Porém em momentos mais longos, cabe ao cérebro decidir o que é importante, ou não, de ser lembrado.

As memórias novas iniciam-se com a excitação temporária das sinapses de uma determinada rede neuronal. Quando lembramos de algo, determinadas vias neurais serão reactivadas. Quanto mais vezes isso ocorre, mais importância o cérebro dará para a recordação que provavelmente será revertida para uma memória de longo prazo, com a formação de conexões permanentes entre os neurónios. Essas conexões são reforçadas cada vez que a informação é retomada, facilitando a recordação.

Sabendo que as memórias são criadas na plasticidade das conexões entre os neurónios, certos padrões das actividades ocasionam maior probabilidade de reincidência. Quando estes padrões são reactivados levam à recordação de uma memória.

Em 1930 o psicólogo Donald Hebb (1904-1985) sugeriu a existência de algum tipo de comunicação que reforçaria e consolidaria a comunicação entre os neurónios pré-sináptico e pós-sináptico. Desta afirmação só pôde ser confirmada na metade do século XX, com a descoberta da *potenciação de longa duração* (LTP sigla inglesa), o principal mecanismo de plasticidade sináptica.

Na potenciação de longa duração é fortalecida a conexão entre os neurónios activados. Assim, as células que ficam conectadas formam um padrão possível para recordar no futuro.

A LTP (Anexo 3) ocorre geralmente de *sinapses excitatórias glutamatérgicas*⁹⁹ e em diferentes regiões do Sistema Nervoso Central como o hipocampo, córtex cerebral,

⁹⁷ (Lent, 2008c).

⁹⁸ Stickgold, Robert & Ellenbogen, J. M.(2008)

⁹⁹ A LTP envolve principalmente o neurotransmissor glutamato e seus receptores pós-sinápticos o AMPA (*propionato de α -amino-3-hidroxila 5-metila-4-isoxalol*) e o NMDA (*N-metila-D-aspartato*).

amígdala e cerebelo, porém «nem todas as sinapses apresentam LTP, mas todas as regiões neurais parecem apresentá-la»¹⁰⁰.

As últimas pesquisas sugerem que durante o sono tranquilo o cérebro reactiva padrões da actividade mental efectuados durante o dia, reforçando as memórias de potenciação de longa duração¹⁰¹. O sono profundo equivale de 16 a 21% do tempo total do sono, sendo a peça fundamental para a memória e consequentemente para a aprendizagem.

Em 1994 os neurobiólogos Avi Karni e Dov Sagi (cit. por Stickgold e Ellenbogen, 2008) do Instituto Weizmann em Israel, demonstraram que o desempenho numa tarefa (discriminar rapidamente entre os objectos os que eles haviam visto no dia anterior) melhorou quando os voluntários tinham uma noite de sono normal, diferentemente dos voluntários que foram privados do sono.

As memórias são moduladas pelas emoções, pelo nível de consciência e pelos estados de humor.

Em uma experiência chamada «good guy/bad guy»¹⁰² António Damásio (1994) estudou um paciente que não conseguia aprender nenhum facto novo, muito menos, reconhecer os rostos das pessoas. Este paciente possuía uma grande lesão nos lobos temporais, causando principalmente a destruição do hipocampo (necessário para aprendizagem de novos eventos) e uma região conhecida por amígdala (relacionada com as emoções).

Na experiência o paciente recebeu três tipos diferentes de tratamento: num deles interagiu com uma pessoa extremamente agradável e que o recompensava sempre, noutra uma interacção neutra, e um último envolvia uma pessoa de maneiras bruscas e que negativava todos os seus pedidos.

Após alguns dias a receber os três tipos tratamento, foi pedido ao paciente que apontasse para quem era amigo ou capaz de ajudá-lo, através de fotografias que continha um dos rostos dos indivíduos que participaram do tratamento. O paciente, na maioria das vezes, escolheu o rosto do indivíduo que havia feito o tratamento amigável e o que havia feito o tratamento ríspido quase nunca foi escolhido.

É importante ressaltar que durante todo processo de escolha o paciente não lembrava-se das pessoas que participaram do teste.

O neurocientista Daniel Schacter¹⁰³ do Departamento de Psicologia da Universidade de Havard, diz que a nossa mente também julga que é seguro descartar informações que raramente acessamos e que deixamos de recordar porque o cérebro

¹⁰⁰ (Lent, 2008c)

¹⁰¹ Stickgold & Ellenbogen (2008).

¹⁰² (Damásio, 2000, p. 64).

¹⁰³ (Schacter, 2008).

desenvolveu estratégias para eliminar informações irrelevantes ou ultrapassadas. O chamado “esquecimento eficiente”, é portanto crucial para haver uma memória funcional. O mesmo classifica os equívocos, erros e distorções que acontecem frequentemente com a memória.

A Figura 10 apresenta as falhas que Schacter classifica como “os sete pecados da memória”(fazendo uma analogia aos sete pecados capitais) e propõe como sendo cruciais para erros de memória.

A transitoriedade, a distração e o bloqueio (destacadas em azul na figura), são erros de transgressões de omissão da recordação de um facto, um acontecimento ou uma ideia, sendo a transitoriedade um enfraquecimento da memória com o passar do tempo, a distração uma ruptura na interface entre a atenção e a acção (quando por exemplo esquecemos onde guardamos um determinado objecto em decorrência da atenção estar focada em outra acção enquanto guardávamos) e o bloqueio quando não ocorrem resultados na busca de uma informação que queremos recuperar, isto ocorre, quando o cérebro restringe uma memória em favor da outra com a finalidade de não armazenar informação desnecessária.

Já as demais categorizam-se como pecados de acção. A atribuição errada é uma confusão que ocorre entre a realidade e a fantasia e vincula a memória a uma fonte equivocada, a sugestionalidade são lembranças criadas como resultado de perguntas tendenciosas, comentários ou sugestões feitas quando a pessoa tenta se lembrar de uma experiência, a distorção reflete influências poderosas do nosso conhecimento actual sobre o modo como lembramos do passado (como reescrevemos nossas vivências) e a persistência é uma recordação geralmente deformada e camuflada de informações ou acontecimentos perturbadores que gostaríamos de eliminar.



Ilustração 10- Os setes pecados da memória propostos por Daniel Schacter (2008), revelam os enganos que podemos cometer. Entre eles estão: transitoriedade; distração; bloqueio; atribuição errada; sugestionalidade; distorção e persistência (ou teimosia)

2.5.1 Memória sensorial

Em 1960 Sperling¹⁰⁴ relatou que poderia haver uma espécie de memória sensorial, que corresponde à capacidade de recepção e de tratamento do órgão sensorial. Este tipo de memória não decorre do campo da consciência e a sua representação é sensorial. Segundo ele o estímulo fica impresso a um nível neurológico durante um curto período.

As memórias sensoriais distinguem-se em memória icónica (sistema visual), memória icóica (sistema auditivo) e ainda a memória háptica (sistema gustativo e olfativo) e podem ser armazenadas para a memória de curto prazo ou mantidas na memória de longo prazo.

2.5.2 Memória Curto Prazo

Segundo Atkinson-Schiffrin (1968 cit. Por Fiori), a memória de curto prazo vem na sequência da memória sensorial, ou seja, os itens que foram seleccionados pelos processos atencionais são armazenados na memória de curto prazo e possuem a duração entre 30 minutos e 6 horas, antes do seu armazenamento na memória de longo prazo em caso de repetição mental.

2.5.3 Memória de trabalho

A memória de trabalho é uma memória de curto prazo, identificada por Baddeley (1992) que permite manter as informações activas por um curto período de tempo, permitindo manipulá-las para realizar um tratamento cognitivo sobre as mesmas. «Quando a realização de um programa, leitura ou raciocínio, a memória de trabalho disponibiliza o que é preciso fazer e está ligada ao sistema de atenção¹⁰⁵».

A memória de trabalho depende a actividade persistente distribuída pelas regiões do neocórtex, incluindo o frontal, temporal lateral e parietal. Estas áreas são conhecidas por serem importantes na percepção e processamento inicial de novas informações e da interacção com o hipocampo e a amígdala.

Doentes com lesões no lobo frontal têm em geral dificuldades em realizar duas actividades em simultâneo (uma das características da memória de trabalho), sugerindo que o lobo frontal desempenha um papel nestes aspectos de memória de trabalho.

¹⁰⁴ Cit. por Sousa (2002).

¹⁰⁵ Shrager et al. (2008).

A memória de trabalho pode se distinguir quanto à informação que processa. Quando por exemplo, estamos a ver ou ler palavras ou números ou até mesmo falar conosco próprios, a informação é linguística e há um ciclo fonológico que transcreve esta informação que é armazenada por um curto período de tempo. Ou quando elaboramos esboços visuais, a informação é visual-espacial e há um ciclo visual-espacial que pode armazenar imagens de objectos por períodos de tempo suficientes para serem manipuladas com a memória visual.

Estudos de imagiologia cerebral revelaram que é comum haver lateralidade da informação auditiva para o lobo frontal e parietal esquerdo onde interagem com as redes neuronais envolvidas na fala, planejamento e tomada de decisão, já os esboços visuais produzem-se no hemisfério direito.

Há ainda a questão de que a memória de trabalho tenha co-evoluído com a fala, pois na aprendizagem da língua, a precisão para acompanhar o fluxo de palavras, e da sua ordem nas frases, a memória de trabalho tem um papel crítico na compreensão do seu sentido¹⁰⁶.

2.5.4 Memória de Longo Prazo

O hipocampo parece desempenhar um papel de fundamental na formação das memórias de maior duração, porém mesmo assim, não é possível facultar a uma única área cerebral a responsabilidade pelo armazenamento de toda a informação que aprendemos.

Na memória de longo prazo diversas formas de armazenamento decorrem de mecanismos diferentes e de estruturas cerebrais e de circuitos neurais distintos (Fiori, 2009).

Basicamente, o seu processamento envolve três etapas: codificação (que integra a informação nas redes associativas múltiplas, conserva o conteúdo da memória e apela para diversos sistemas de codificação – semântica, processual, contexto emocional, etc.), conservação (que intervém no regresso à consciência daquilo que já está na memória, o que consolida a lembrança e explica a preservação daquilo que é mais antiga) e a recordação (intervém constantemente na via quotidiana – adquirindo com frequência a forma de uma lembrança involuntária e sustenta o pensamento – bem como os sonhos. A evolução voluntária, distinta da recordação, pode adquirir a forma da lembrança livre ou da lembrança indiciada.

Porém a codificação é constituída por acontecimentos de várias naturezas, facto que condicionou alguns autores a diferenciá-los e organizar na memória de longo prazo.

¹⁰⁶ Morris e Fillenz, 2003/2007, p. 31.

Assim distinguiram-se a memória implícita da memória explícita (Tulving e Schachter, 1990, cit., por Fiori), assim como a memória declarativa da não declarativa (Squire, 1987, cit., por Fiori).

Enquanto a memória explícita recorre às informações armazenadas, a memória implícita recorrerá a um método contrário.

Na formação da memória explícita ou declarativa participam regiões cerebrais como os córtices frontal, entorrinal e parietal, além do hipocampo. Ela subdivide-se em sistemas de memória episódica e memória semântica, sendo a primeira referente a conhecimentos da história pessoal e a última referente a conhecimentos comuns a todos nós.

Na memória implícita ou processual participam principalmente regiões sub-corticais (envolvendo o núcleo caudado) e o cerebelo, e refere-se à inacessibilidade das recordações à consciência (não temos o controlo). E também pode ser dividida em procedimentos automáticos, que armazenam as competências motoras e do movimento. Por volta dos três meses de vida os gânglios basais já estão desenvolvidos e a aprendizagem processual começa a revelar-se (por ex., agarrar e manipular um brinquedo) e informações adquiridas durante o condicionamento e habituação através das repetições de estímulos.

Informações armazenadas implicitamente podem contribuir para sensações instintivas quando, por alguma razão, escolhemos uma coisa em detrimento de outra sem realmente sabermos porquê. (Blakemore e Frith, 2009)

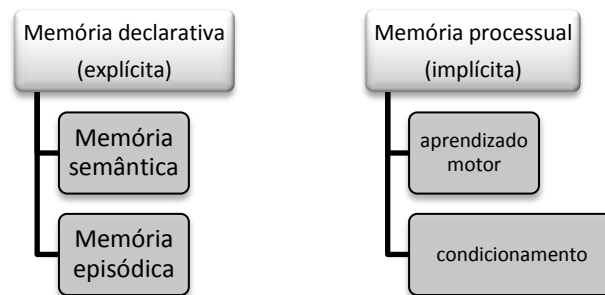


Ilustração 11 – Classificação dos tipos de memória, segundo o esquema de Izquierdo (2008).

A memória semântica garante o conhecimento factual usado para o acúmulo de informações sobre o mundo. Tende a organizar estes factos em categorias, facilitando, futuramente a recordação.

A memória episódica é usada para registar experiências pessoais. A recolha destas informações é adoptada como um processo de reconstrução. (Anexo 4)

«Saber conduzir uma bicicleta é uma coisa útil, mas estar consciente que certas situações que se encontram na estrada podem ser perigosas não é de modo algum menos importante¹⁰⁷». A realização de tarefas é aprendida através do treino deliberado e continuado, já a aprendizagem das emoções tende a ser muito mais rápida.

Segundo Nicole Fiori (2009), os acontecimentos emotivos são muitas vezes mais lembrados do que os neutros. A amígdala está envolvida na acentuação de memórias de longo prazo associada a acontecimentos que provocam medo ou tristeza. Ligações sinápticas sólidas surgem entre as células nervosas no núcleo da amígdala – o centro de controlo das emoções -, disparando uma rápida reacção emocional. Certas percepções que se assemelham à vivência passada estimulam a produção de neurotransmissores, accionando sinais de alarme vinculados àquele profundo vestígio de lembrança. Resultado: tremores, suor, medo e busca por protecção¹⁰⁸.

Emoções de grande intensidade são mais duradouras, difíceis de esquecer também envolvem muitas células do hipocampo. A região CA₁ do hipocampo é uma região conhecida por formação de memórias e recebe informação de outras regiões do cérebro e dos sistemas sensoriais. A informação eferente influencia que tipo de informação que um determinado *clique neuronal*¹⁰⁹ codifica. Estes *cliques* «servem como unidades funcionais de codificação que dão origem às lembranças e são fortes suficientes para representar informação mesmo se alguns neurónios individuais no conjunto sofrerem alguma variação¹¹⁰»

Um mesmo evento pode ser discernido e registado com características diferentes pelos *cliques codificadores de memória*. A informação é organizada em forma de pirâmide – de características mais gerais e abstractas a aspectos mais específicos. Assim permite que o cérebro codifique características essenciais de acontecimentos específicos e ao mesmo tempo, extraia uma informação geral dessas experiências, podendo ser aplicadas em situações futuras que apresentem características essenciais.

Um novo armazenamento é feito em cada recordação. O contexto desta recordação também é guardado, adicionando e enriquecendo de novos factores a lembrança original que pode até ser reescrita após a recordação. Recuperar uma memória pode torná-la instável para possíveis alterações nas informações da mesma.

Embora os diferentes tipos de memória sejam distinguíveis pelo cérebro, o que realmente recordamos pode ser uma fusão extraída de sistemas diferentes da memória.

¹⁰⁷ Morris e Fillenz, 2003/2007, p. 31.

¹⁰⁸ (Welzer, 2006).

¹⁰⁹ Clique é um grupo de neurónios denominado por Joe Tsien (2008) que respondem à uma forma semelhante a um evento específico a assim opera colectivamente como uma unidade robusta de codificação.

¹¹⁰ (Tsien, 2008).

A nossa mente consciente ignora o funcionamento intrincado dos sistemas neuronais que sustentam estas memórias.

2.6 Emoção e Cognição

A importância das emoções tem sido convincentemente demonstrada nos últimos anos principalmente por António Damásio, Edmund Rolls e Joseph LeDoux. E o seu papel importante nas funções cognitivas com a amígdala (envolvida em emoções negativas) e o córtex órbitofrontal e o extraestriado visual (em emoções positivas).

As emoções podem ser classificadas em três tipos: *emoções primárias*, *secundárias* e *emoções de fundo*. As emoções primárias são inatas, comuns a todos os indivíduos da nossa espécie, independentemente de factores culturais. Apesar das divergências entre os estudiosos há pelo menos seis que são consideradas primárias: alegria, tristeza, medo, nojo, raiva e surpresa. As emoções secundárias são variáveis de acordo com o factor sociocultural. Dependem da experiência prévia, da cultura e da época em que o indivíduo está inserido. As emoções de fundo estão relacionadas com o bem-estar ou com o mal-estar, com a calma ou com a tensão. Os estímulos que induzem essas emoções são geralmente internos, gerados por processos físicos ou mentais contínuos que nos levam a um estado de tensão ou relaxamento, fadiga ou energia, bem-estar ou mal-estar, ansiedade ou apreensão. Nessas emoções, o papel principal é desempenhado pelo meio interno e pelas vísceras, embora se expressem em alterações complexas músculo-esqueléticas.

Isabel Oneto (2008)¹¹¹ menciona que as emoções nos ajudam à razão. São elas que nos fazem sentir como seres e acima de tudo fazem tomar consciência de nós próprios e a consciência do outro.

Segundo Nico Frijda (2008)¹¹² as pessoas por vezes mostram reacções e passam por experiências que as envolve como um todo que denominamos emoções, estas reacções e experiências assumem o controlo de todas as actividades e parecem controlar tudo o que fazem e pensam relacionando o objecto (que pode ser uma pessoa, um assunto, um evento ou um objecto) com o seu valor significativo.

Tradicionalmente, a emoção é atribuída ao sistema límbico do cérebro, uma região cerebral nomeada por McLean em 1952 para esclarecer a sua «teoria dos três

¹¹¹ Acta do 7º Simpósio da Fundação Bial – Aquém e Além do Cérebro de 26 a 29 de Março de 2008, p.19.

¹¹² (Frijda, 2008)

cérebros¹¹³» e antiga na escala evolutiva e envolvida nos aspectos de sobrevivência dos indivíduos e das espécies. As áreas atribuídas ao sistema límbico e às emoções são o hipocampo – região situada na parte interna do lobo temporal – próximo a ele encontra-se o giro para-hipocâmpico, o giro cingulado, a amígdala, o septo, córtex cingulado, o fórnix, corpos mamilares, tálamo anterior, o córtex orbitofrontal, o hipotálamo e certas partes dos gânglios da base.

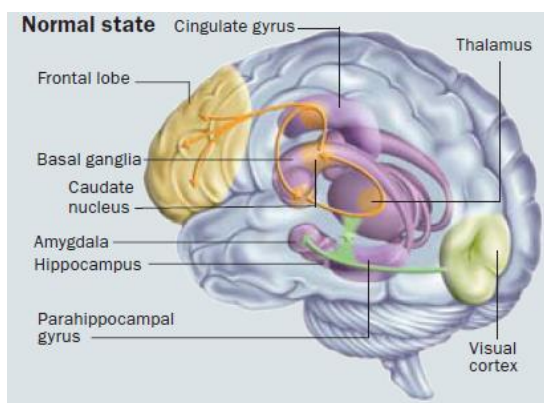


Ilustração 12 - Algumas áreas (em roxo) do sistema límbico e a sua comunicação com outras áreas (Verstichel e Larrouy, 2005).

Anteriormente, nos anos 30 do século passado, J. W. Papez apresentou a essência da actividade de um circuito neural (circuito de Papez) envolvendo o córtex cingulado como substrato neural da experiência emocional. O circuito de Papez é conhecido actualmente como sistema límbico, e propôs a influência de uma série de estruturas interligadas para a base das emoções.

A amígdala surge como estrutura integradora das informações sensoriais às respostas comportamentais e fisiológicas. É composta por núcleos distintos (que geralmente são divididos em núcleos basolaterais, núcleos corticomediais e o núcleo central) e localizada na extremidade do lobo temporal.

Segundo Joseph LeDoux¹¹⁴ as pesquisas sobre a emoção podem ajudar as ciências cognitivas no sentido de considerar as emoções na abordagem cognitiva, pois segundo ele, a mente é cognitiva, emocional e muito mais... Porém integrar a emoção e a cognição, não será alcançado com a junção dos estudos do sistema límbico e as investigações do córtex. Antes de mais nada é preciso uma melhor abordagem na precisão anatómica da emoção. Desta forma, LeDoux, sem antecipar nenhum resultado precipitado, considera como o processamento do medo é influenciado pela amígdala, pode influenciar a percepção, atenção e memória.

¹¹³ A teoria divide o cérebro em três camadas para explicar o seu desenvolvimento consoante a evolução: o cérebro reptiliano (tronco cerebral), o cérebro paleo-mamaliano (sistema límbico) e o cérebro neomamaliano (neocórtex). (Fiori, 2009).

¹¹⁴ (LeDoux, 2000)

A amígdala parece estar consistentemente implicada entre funções emocionais e cognitivas. E isso parece ter a ver com a sua conectividade anatómica com outras regiões do Sistema Nervoso. Ela recebe informações dos principais sistemas sensoriais – através do complexo basolateral, por meio das áreas neocorticais e através dos núcleos corticomediais as informações olfactivas vindas directamente do bulbo olfactivário - e das áreas de associação das funções superiores do córtex. Estas informações são integradas e recebem um cunho afectivo.

Também faz comunicação eferente com o hipocampo e com áreas neocorticais associativas podendo em ambos os casos «influenciar tanto os processos mnemónicos como cognitivos^{115»¹¹⁶.}

A amígdala fornece um elo entre os processamento cognitivo e emocional - ligados provavelmente à experiência emocional -, e por outro lado, modula locais hipotalâmicos e mesencefálicos responsáveis, respectivamente, pela orquestração e pela expressão de diversos comportamentos motivados – ligados, portanto, à expressão emocional. (Canteras & Bittencourt, 2008, p. 236)

Para os seres humanos a emoção tem uma dimensão subjectiva que a transforma em uma experiência única.

Segundo António Damásio, ultimamente a «suposta oposição entre emoção e razão deixou de ser aceite automaticamente». «A emoção faz parte integrante dos processos de raciocínio e tomada de decisão, para o pior e para o melhor¹¹⁷».

O autor cita um estudo laboratorial de pacientes com lesões em áreas pré-frontal¹¹⁸, ou precisamente na região parietal direita e que perderam um determinado grupo de emoções e conseqüentemente a sua capacidade de tomar decisões racionais. E configura a probabilidade de que a emoção ajude a razão, sobretudo no que diz respeito aos assuntos pessoais e sociais que envolvem risco e conflito.

Relativamente à emoção o córtex pré-frontal envolve as suas regiões subdivididas e denominadas como orbitofrontal e ventromedial¹¹⁹.

¹¹⁵ (Canteras, N.S. & Bittencourt J.C, 2008)

¹¹⁶ As lesões nas amígdalas podem provocar alterações emocionais (em relação a recompensa e a punição) que possam ter ligações à experiência cognitiva.

¹¹⁷ (Damásio, A. 2000, p. 61).

¹¹⁸ Hanna Damásio retomou os estudos do paciente Phineas Gage, através da conservação de seu crânio e uma reconstituição tridimensional computadorizada do cérebro de Gage foi possível verificar o trajecto da barra de ferro e relacionar com as áreas atingidas. Havia relatos da época de que foi constatada uma recuperação excelente, porém notou-se uma mudança drástica em seu comportamento.

¹¹⁹ Há uma outra subdivisão do córtex pré-frontal denominada dorsolateral, porém não possui ligação directa com a amígdala e parece estar relacionada com funções cognitivas como a memória e a atenção.

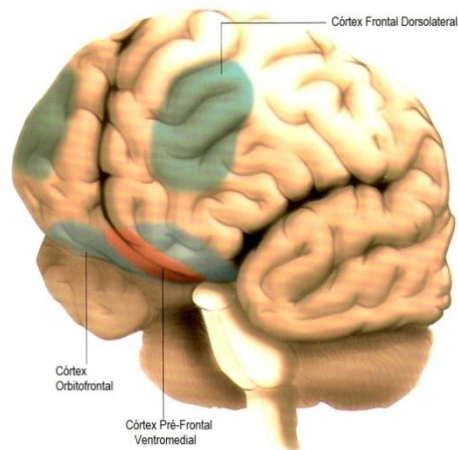


Ilustração 13 - Localização das áreas responsáveis pelas informações emocional (Mondillon e Mermillod, 2010)

Edmundo Rolls realça o papel do córtex orbitofrontal nas emoções, o seu envolvimento no comportamento motivacional, no comportamento emocional e social. Rolls relaciona os estudos de neuroimagem com humanos no qual mostraram a activação das áreas do córtex orbitofrontal pelo toque (agradável ou doloroso), pelo gosto, pelo cheiro e por reforços abstractos como perder ou ganhar dinheiro¹²⁰. Esta região está envolvida no controlo e correcção do comportamento relacionado com a recompensa e punição que serviram de reforços. «As formas de aprendizagem dependem das associações reforço-estímulo. Um reforço positivo corresponde a uma recompensa e um reforço negativo a uma punição, omissão ou suspensão do reforço positivo¹²¹»

Os estudos posteriores do caso Phineas Gage indicaram que a lesão ocasionada pela barra de ferro (caso já relatado anteriormente) foi principalmente o córtex pré-frontal ventromedial, principalmente esquerdo, que como já foi mencionado, uma região importante para o processamento emocional e a tomada de decisão.

A fim de testar empiricamente esta hipótese, Damásio (1998) juntamente com Antoine Bechara realizaram um teste com pacientes com lesões pré-frontais e com indivíduos sem lesões (grupo de controlo). Este teste consistia em simular as tomadas de decisões mais parecidas com a vida real através de um jogo de cartas no qual eram apresentados quatro baralhos de cartas (distinguíveis apenas por A, B, C e D). O jogador iniciava o jogo com uma quantia emprestada de 2000 dólares e o seu objectivo era evitar perder esta quantia e ganhar o máximo de dinheiro possível, para isto, deveria escolher e tirar uma carta de um dos quatro baralhos e como consequência ganhar ou perder.

¹²⁰ (Rolls, 2004).

¹²¹ Siksou, 2008, p, 96).

Porém os baralhos A e B possuem uma recompensa maior e uma perda maior, já os baralhos C e D possuem uma recompensa menor e uma perda menor (facto que não foi divulgado à nenhum dos jogadores). As pessoas normais começaram por virar cartas de todos os baralhos e sentiram-se, nas trinta primeiras jogadas, atraídas pelos baralhos com maior recompensa e logo após mudaram para os baralhos com menos perdas.

O comportamento dos pacientes com lesões frontais foi o oposto dos indivíduos normais. A preferência pelos baralhos com maior recompensa foi predominante. Como em ambos os casos os indivíduos não podiam fazer apontamentos sobre os ganhos e perdas, a maioria dos pacientes com lesões tiveram perdas tão elevadas que tiveram que obter mais empréstimos no meio do jogo para continuar a jogá-lo.

A proposta de Damásio para o resultado deste teste foi que as nossas decisões são dependentes não só da avaliação racional, mas também de uma antecipação emocional que prevê e avalia a consequência de uma decisão tomada.

A antecipação emocional da tomada de decisão pôde ser avaliada durante o mesmo teste. Os indivíduos normais (que durante o jogo já haviam induzido quais eram os baralhos que apresentavam maior perda) apresentaram maior sudorese palmar¹²² durante uma decisão antecipatória de escolher o baralho com recompensa maior (e com risco de perdas elevadas). Já os pacientes com lesões frontais ao escolherem o baralho com perdas mais arriscadas não apresentaram a sudorese aumentada. (Anexo 5) Com isso, Damásio lançou a hipótese dos *Marcadores Somáticos*.

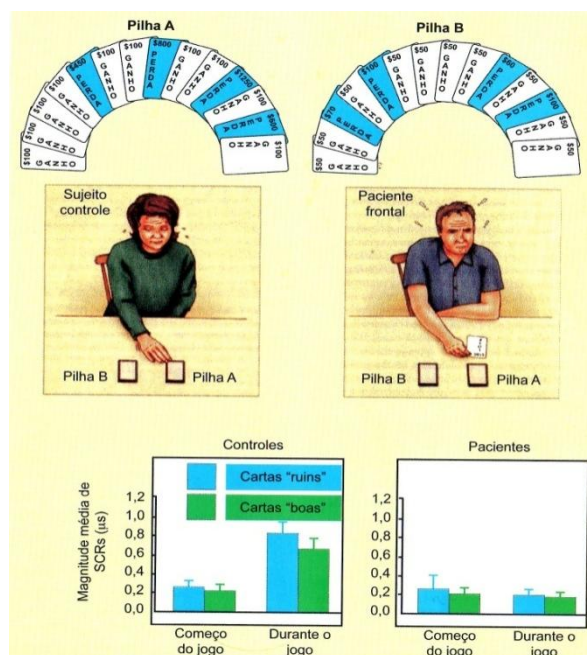


Ilustração 14 - Jogo de Cartas (Bechara et al.,1997, apud, Oliveira,Pereira,Volchan, 2008, p. 265).

¹²² (Oliveira, L. ; Pereira, M. & Volchan E., 2008)

Segundo António Damásio «o nosso conhecimento é moldado tanto pelo mundo com que interagimos como por influências do nosso próprio organismo¹²³». Os marcadores somáticos referem-se as reacções somáticas (corporais) que são produzidas ao antecipar uma emoção. O autor diz que são alterações do estado do corpo incluindo modificações tanto viscerais como músculo-esqueléticas, induzidas por informações neurais ou químicas na criação de estados emocionais. Esses marcadores influenciam nossas decisões futuras, que no caso de pacientes com lesões não apresentavam reacção antecipadora e perseveraram nos seus erros.

Existe «uma variação individual na maneira como as pessoas percebem e reagem aos estímulos emocionais», podendo até ser inata e estar relacionada com a activação lateral do córtex pré-frontal, ou seja, os lados direito e esquerdo têm funções diferentes no processamento das emoções¹²⁴.

Há pessoas que apresentam uma maior activação basal lateral (medida durante o repouso) no córtex direito ou esquerdo e isto pode ter relação de como a pessoa vivencia as emoções negativas ou positivas.¹²⁵ No mesmo parâmetro, uma pesquisa evidenciou uma maior activação basal no córtex pré-frontal direito de bebés com 10 meses que choravam em situação de separação maternal, ao contrário dos bebés que não choravam e apresentavam a activação do lado oposto (esquerdo).

LeDoux (2000) sugere que todas as diferentes teorias da experiência emocional apontam para um mecanismo comum: um sistema de avaliação que estabelece se uma determinada situação é potencialmente prejudicial ou benéfica para o indivíduo.

Fiori (2009) sugere que as emoções estão sob controlo cognitivo, ao mesmo tempo que influenciam os tratamentos cognitivos.

¹²³ (Damásio, 1995/1998, p. 222).

¹²⁴ Idem 124.

¹²⁵ Maior actividade no córtex pré-frontal direito foi detectada em pessoas com predisposições a sentir o afecto negativo (actividade medida quando viam um filme com cenas desagradáveis), já maior actividade no córtex pré-frontal esquerdo foi detectada em pessoas com predisposições em sentir o afecto positivo (actividade medida quando viam um filme com cenas agradáveis).

CAPÍTULO III

3 CRIATIVIDADE

Segundo Nogueira e Baía (2006), entre os séculos XVII e XVIII uma aliança entre a ciência, a cultura e a arte, permitiu um avanço tecnológico e conceitual da criatividade (que, até então, exercia uma grande influência do conceito Platónico e atribuído a uma Musa inspiradora).

O próprio conceito de criatividade pode mudar sua definição em referência a área de conhecimento em que actua¹²⁶. Sendo assim, podem cientistas e artistas tratarem a criatividade com o mesmo sentido?

Batey & Furnham (2006) seleccionaram as principais definições, a partir dos anos 50, sobre criatividade e de acordo com as características descritas subdividiram-na em características definidas como (a) nova e útil, (b) produto orientado, (c) parte de um processo e (d) concepção composicional da criatividade.

A primeira definição exemplifica a criatividade como capacidade de gerar ideias ou artefactos surpreendentes e importantes (Boden, 2004), a produção de produtos novos e úteis (Mumford, 2003), a capacidade de gerar um trabalho que seja novo (original, imprevisível) e apropriado (adaptável) (Sternberg, Lubart, 1999, Ochse, 1990), subdividida em uma originalidade definida por um grupo sociocultural e provar algum sentido adaptativo (Simonton, 1999), qualquer ideia, acto ou produto que muda um domínio existente ou transforma-o em um novo (Csikszentmihalyi, 1996) e adaptativa à realidade (Barron, 1955).

A segunda definição exemplifica que a criatividade pode ser a qualidade e o processo dos produtos considerados adequados por observados apropriados (Amabile, 1983) e uma relação entre o produto e o individuo que cria (Rogers, 1954).

A terceira definição é a criatividade como parte do processo de resolução de problemas (Runco, 2004), porém de forma original e adaptativa (Feist & Barron, 2003), como um produto de vários processos mentais que ajudam na visão criativa e da descoberta (Finke, Ward & Smith, 1992) e a formação de elementos associativos em novas combinações úteis que satisfaçam as necessidades específicas.

E finalmente a concepção composicional da criatividade pode ser a inter-relação de um sistema composto pelo domínio (conjunto de regras e procedimentos simbólicos),

¹²⁶ Sternberg, 1985, cit. Por Nogueira, Sara Ibérico & Baía, Sara (2006).

pelo campo (os indivíduos que pertencem ao domínio e verificam a adequação e inclusão do produto no domínio) e a pessoa individual (Csikszentmihalyi, 1996), ou da dependência de factores como (a) habilidades cognitivas (por exemplo, a inteligência, os conhecimentos adquiridos, habilidades técnicas e talentos especiais - musical, verbal, numérica), (b) variáveis ambientais - como o factores: político, religiosos, culturais, socioeconómicas e educacionais e (c) os traços de personalidade - como a motivação interna, confiança, inconformismo e originalidade (Eysenck, 1993) ou ainda envolver uma série de elementos: (a) os processos subjacentes a capacidade do indivíduo para gerar novas ideias ou entendimentos, (b) as características do indivíduo que facilitam a operação do processo, (c) as características do indivíduo que facilitam a tradução dessas ideias em acção, (d) os atributos da situação de condicionamento da vontade individual a um comportamento criativo e (e) os atributos da situação que influenciam a avaliação do esforço produtivo do indivíduo (Mumford & Gustafson, 1988). Ainda neste contexto a criatividade pode ser considerada como um processo de tornar-se sensível aos problemas, deficiências, lacunas no conhecimento, falta de elementos, desarmonias, e assim por diante, identificando as dificuldades, buscando soluções, fazer suposições, ou formular hipóteses e, possivelmente, modificar e testar para finalmente, comunicar os resultados (Torrance, 1966) e dependerá de traços motivacionais e temperamentais do indivíduo (Guilford, 1950)¹²⁷.

As perspectivas actuais condizem com às expostas acima em que posiciona a «confluência de factores emocionais e cognitivos, onde se incluem as capacidades e conhecimentos relevantes num domínio bem como estilos cognitivos e pessoais¹²⁸». Assim o entendimento da criatividade passa a ser multidimensional onde além da cognição são considerados outros processos de ordem motivacional, pessoal, emocional e contextual.

Segundo Howard Gardner¹²⁹ o entendimento da criatividade deve operar na investigação em quatro níveis de análise: subpessoal, pessoal, interpessoal, multipessoal.

A análise sub-pessoal é o objecto de pesquisa para este trabalho. Envolve a neurobiologia dos indivíduos criativos, realizando comparações entre a estrutura ou funcionamento do sistema nervoso dos indivíduos normais e dos indivíduos considerados criativos.

¹²⁷ Todos os autores citados nestes quatro parágrafos anteriores que definem a criatividade dentro dos contextos (a), (b), (c) e (d), foram citados por Batey & Furnham (2006).

¹²⁸ (Nogueira, 2006, p 57).

¹²⁹ (Gardner, H.1996)

A análise pessoal entra também como um subitem para esta pesquisa com contribuições da psicologia no entendimento do indivíduo, dos processos e produtos criativos resultantes de processos cognitivos e aspectos de personalidade, motivacionais, sociais e afectivos dos indivíduos criadores.

A análise interpessoal refere-se ao conhecimento individual que é manifestado em um determinado domínio ou campo possuído.

A análise multipessoal envolve a avaliação social feita para a adequação e qualidade do produto ou do indivíduo criativo.

Seguindo a etimologia da palavra criatividade que provém do latim (*creare*) e do grego (*Krainin*) em que respectivamente sugerem um sentido de fazer – construção - e um sentido de realização pessoal. «Ambos os sentidos sugerem uma integração entre o fazer e o ser».¹³⁰

A abordagem proposta no capítulo dois sugere um indivíduo dotado de um repertório genético e que recebe constantes estímulos ambientais, nos quais favorecem a aquisição e o armazenamento de conhecimentos cognitivos/emocionais e externos/internos, a construção da uma personalidade e que pode regularmente solucionar problemas, criar produtos ou interpreta novas questões sobre o meio em que actua.

Este processo converge com a, já citada, abordagem realizada por Csikszentmihalyi em que a realização criativa resulta de três subsistemas que se influenciam mutuamente, posicionando o indivíduo criativo como uma fracção (como um subsistema) de múltiplas influências e informações e assim é mais provável e verificável a localização da criatividade ao invés da sua definição.

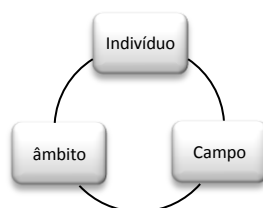


Ilustração 15 - Processo interactivo da criatividade proposto por Csikszentmihalyi (1998).

Portanto quando se pergunta onde está a criatividade, a resposta não reside apenas por referência ao sujeito e ao seu trabalho, isto depende da interacção entre o campo (domínio ou disciplina onde o sujeito actua) e um âmbito que diferenciará a veracidade desta inovação. «A criatividade tem lugar quando uma pessoa usando os símbolos de um domínio dado, como a música, a engenharia, os negócios ou as matemáticas, tem

¹³⁰ (Nogueira, & Baía, 2006).

uma ideia nova ou vê uma nova distribuição, e quando esta novidade é seleccionada pelo âmbito correspondente para ser incluída no campo¹³¹».

Ao nascer, possuímos um cérebro equipado com uma variedade de circuitos predefinidos. A maioria destes circuitos é responsável pela regulação da vida e estão localizados no tronco cerebral e no diencéfalo, que regulam as funções básicas biológicas e garantem a sobrevivência (Damásio, 2001). Logo após o nascimento, estímulos externos permitem que alguns circuitos sejam modelados pelas nossas próprias e únicas experiências (cf. capítulo 2). Por isto, são moldados um pouco diferentes em cada um de nós. O circuito inato de bio-regulação afecta o modo como os circuitos moldados desenvolvem sob a influência do físico e social das interações ambientais.

É da interacção entre o indivíduo e o meio que surgem os artefactos sociais e culturais discutidos à luz da criatividade. «Trata-se sempre de uma interacção entre aptidões individuais e aprendizagem e factores externos» (Sternberg, apud Punset, 2008: 275).

O tipo de actividade cerebral que leva a um comportamento criativo envolve três níveis: um nível de genoma específico do circuito cerebral, um nível de actividade específica do circuito cerebral e o resultado da interacção do cérebro com o ambiente físico, social e cultural.

Para alguns especialistas, a criatividade relaciona-se com uma atitude estabelecida perante a vida: onde o individuo criativo tem o impulso de criar, de gerar ideias e que consciente ou não, escolhe o caminho de criar.

“My list of requirements for creativity begins with motivation and courage (...) my second requirement is extensive experience and apprenticeship (...) The picture gets even more complicated with the next requirement: insight into the workings of the self and into the workings of other minds. This applies mostly to the arts. Being able to know how your own mind works and how other minds work is an underlying prerequisite for creating great art. Great art is unthinkable without this knowledge.”(Damásio, 2001: 64)

Nesta afirmação Damásio coloca algumas atitudes que envolvem o comportamento criativo como a motivação e a coragem. Segundo o autor a coragem é a capacidade dos criadores de correr riscos, de enfrentar a crítica e a rejeição. Segundo Teresa Amabile (1996) a motivação reporta-se ao conjunto de processos fisiológicos e psicológicos responsáveis pelo aparecimento, manutenção e cessação de um comportamento. É considerada uma característica estável, sendo observada em duas

¹³¹ Csikszentmihalyi, 1998, p. 46.

dimensões: a motivação intrínseca que depende do próprio indivíduo, cuja importância reside na tarefa a desenvolver e a motivação extrínseca que é proposto por outrem e cuja importância reside na recompensa. Por “*apprenticeship*” o autor define como uma colecção de atributos igualmente importantes para a criatividade em que se incluem a perícia, o conhecimento especializado e proficiência técnica. E o que considera mais complicado que é o conhecimento do funcionamento da nossa mente no processo criativo, ou seja, sabendo os processos cerebrais envolvidos no acto criativo poderemos potenciar a criatividade.

Robert Sternberg (apud Punset, 2008), não considera a criatividade uma capacidade ou uma habilidade, mas uma tomada de decisão pessoal em que o indivíduo pensa de uma maneira diferente em relação ao típico ou ao comum. Considera ainda que, o processo criativo é envolvido em três partes sendo a primeira o surgimento da ideia, a segunda a análise desta ideia e a terceira é a venda da ideia e essa última é fundamental para se garantir o reconhecimento criativo, pois é indispensável o convencimento para os outros de que a ideia é boa.

Punset (2008) acredita que a criatividade significa pensar em algo de diferente sobre qualquer assunto quanto possuímos a mesma informação que os restantes, no entanto, os factores externos tanto podem estimular como podem enfraquecer a criatividade se na escola e em casa forem recompensados comportamentos de obediência ou pensamentos igualitários e alheios.

J. P. Guilford (1976) relaciona as semelhanças entre a produção criativa e a resolução de problemas, assim relata o modelo proposto por John Dewey em 1910 na resolução de problemas em que divide em cinco etapas: a) uma dificuldade é sentida; b) a dificuldade é localizada e definida; c) são definidas possíveis soluções; d) as consequências são ponderadas e, e) uma solução é aceite. Em 1955 D. M. Johnson (cit. por Guilford, 1976) propõe uma simplificação das etapas e reduzindo-os em três: preparação, produção e julgamento. Em menos de dez anos depois, Merrifield (cit. por Guilford, 1976) defendeu o retorno ao modelo de cinco etapas: preparação, análise, produção, verificação e julgamento.

Já na produção criativa, Guilford destaca Wallas que em 1926 definiu o processo criativo em quatro etapas: preparação, incubação, iluminação, e verificação.

Na preparação a informação é recolhida. O pensamento consciente procura dados e informações para resolver o problema. Durante este estágio podem estar envolvidos factores e influências sociais e emocionais. Na incubação ocorre um afastamento e trabalho inconsciente está a acontecer como forma de pensamento paralelo. As memórias implícitas também participam na integração de informação deste

processo. A iluminação ocorre quando as soluções emergem à consciência e como consequência do período de incubação em que não se tem acesso aos processos que antecederam à ideia. Na verificação as soluções são testadas e elaboradas.

Cinco anos mais tarde Rossman (cit. por Guilford, 1976) detalha o modelo de produção criativa estendendo em 7 etapas:

1. Necessidade ou dificuldade é observada;
2. Formulação do problema;
3. Avaliação das informações pesquisadas;
4. Formulação de soluções;
5. Soluções analisadas criticamente;
6. Formulação de ideias novas;
7. Teste e aceitação das ideias (aprovação).

A inclusão do reconhecimento da actividade avaliativa é uma característica notável nas etapas propostas por Rossman em que se revelam implicitamente nas etapas 1 e 3 e explicitamente nas etapas 5 e 7.

Diante de um problema em que não se encontra de imediato uma solução apropriada, a resolução de problemas é o processamento cognitivo dirigido a encontrar uma solução.

A resolução de problemas é cognitiva e ocorre na mente do indivíduo. Sendo cada solução um evento interno, sua ocorrência só poderá ser inferida indirectamente por meio da observação de eventos externos tais como o comportamento do indivíduo.

O modelo de resolução de problemas proposto por Guilford (1976) é considerado um sistema de comunicação com entradas de informações a partir do ambiente e comportamentais inerentes ao indivíduo e às suas condições emocionais e motivacionais. A todo o momento recorre à memória. O estágio inicial de filtragem acontece quando algo desperta a atenção, seguido de um estágio de reflexão onde o problema é avaliado e estruturado, passando para a fase de produção, onde ocorre a produção de ideias através do pensamento divergente (produzir várias associações) e convergente (racionalização destas associações), seguido novamente de nova fase de reflexão e de fase de produção. Segundo o autor o modelo é flexível, portanto não há um número de fases a serem seguidas, ou seja, elas podem ser repetidas até que a solução seja encontrada.

Richard Mayer (2002) relata algumas diferenciações que podem ocorrer na resolução de problemas que envolve uma série de manipulações mentais (computações) realizadas sobre as representações mentais (conhecimento). E é destinada à resolução dirigida, ou seja, destinada a alcançar um objectivo. Desta forma,

o pensamento dirigido – incluindo o raciocínio – é o mesmo que a resolução de problemas, mas o não dirigido (pensar com devaneio) não é resolver um problema. Assim podemos supor que a solução de problema é dirigida e processada cognitivamente.

Segundo Mayer (2002) é hábito na literatura de resolução de problemas haver a distinção entre problemas de rotineiros e não rotineiros. Sendo o primeiro problema para o qual o indivíduo conhece um método de solução em que reproduzem respostas que eles usaram no passado para solucionar, onde tecnicamente, não são considerados problemas, já que não há obstáculos e o método de solução já é sabido (pensamento reprodutivo). Já o problema não rotineiro o indivíduo não conhece o método de solução para o qual o deverá criar uma nova solução que nunca produziu antes (pensamento produtivo). Ambos problemas podem envolver processos cognitivos diferentes

Os problemas também podem distinguir entre bem ou mal definidos, onde um problema bem definido tem o objectivo claramente definido, sendo por vezes interpretados como problemas rotineiros e o problema mal definido os objectivos não são claramente definidos e considerados não rotineiros, no qual é necessário utilizar de estratégias inabituais de resolução.

Há dois principais processos na resolução de problemas: representação do problema e a solução do problema. A representação do problema o solucionista cria uma representação mental interna do problema com base sobre uma declaração ou apresentação do problema, ou seja, ele compreende o problema. Psicólogos cognitivos dividem este processo em sub-processos que são a tradução e a integração. A tradução envolve a representação mental de cada parte do problema. A integração envolve situar o problema de acordo com um conhecimento coerente e produz uma solução para tal.

O processo de solução de problema também inclui sub-processos de planeamento, execução e monitoração. O planeamento envolve a elaboração de um plano de solução, ou seja, um método para resolver o problema. A execução envolve a realização das etapas do plano de solução, ou seja a prática de comportamentos baseados em um plano. E a monitoração é um processo metacognitivo porque envolve consciência e controlo do próprio processamento cognitivo, incluindo a determinação da medida em que a fase de solução do problema é bem sucedida e altera o caminho caso necessário.

Após a conclusão do processo de resolução de problemas, o *solucionista* pode exercer a avaliação na qual analisa o processo de como o problema foi resolvido, reflectindo sobre os seus próprios méritos e considerando como poderá ser usado no futuro.

A resolução de um problema ocorre quando o indivíduo reorganiza mentalmente a situação do problema em um novo caminho. Não se trata de seguir associações pré-existentes, mas exige observar e ajustar as partes de um problema para alcançar o objectivo do conjunto. O processo do insight, que também pode ser denominado como a iluminação proposta por Wallas, ocorre quando o indivíduo sai do modo de não saber resolver o problema e entra no estado de como resolver o problema¹³².

A consciência de um problema envia o indivíduo para uma zona de desconforto e resolver este problema pode provocar um estado de tensão. Esta sensação pode desenvolver meios heurísticos que alcancem o objectivo, encontrando a solução, repondo deste modo o estado de equilíbrio psicológico. Uma heurística é um modo de pensar sobre o problema e que segue caminhos que com mais probabilidade conduzirão ao objectivo (Boden, 1991). Esta autora considera que as heurísticas são também uma maneira de estudar o processo criativo. Segundo Chi e Glasser (1992 cit. por Mendes, 2002), as estratégias desenvolvidas pelos indivíduos para encontrar uma solução são múltiplas, as mais habituais são as que reduzem um espaço de pesquisa, como por exemplo, meios/objectivo, a divisão em sub-objectivos, a divisão do problema em sub-problemas, reduzindo deste modo o espaço de pesquisa em espaços mais pequenos.

Porém é preciso ter atenção aos processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas pois podem ser diferentes de acordo com a área do problema, segundo Mayer (2002) a solução de um problema matemático é diferente de um problema científico ou histórico, por exemplo.

3.1 A inteligência para criar

O título de “génio” é proposto tanto para pessoas criativas quanto para pessoas com o QI superior à 130. Mas como será que a criatividade e a inteligência se relacionam?

Sternberg e O’Hara (1999)¹³³ sugeriram várias relações entre a inteligência e a criatividade (a) são os mesmos, (b) uma é subconjunto da outra (a criatividade é um subconjunto da inteligência, (c) são independentes e (d) elas se sobrepõem, mas em conjuntos independentes.

A inteligência é medida da capacidade cognitiva de adaptação de uma pessoa para adquirir e aplicar conhecimentos, já a criatividade é uma habilidade que pode permitir uma melhor adaptação.

¹³² (Mayer, 2002).

¹³³ (cit. Por Heilman, 2005)

Em 1895, Alfred Binet e Theodor Simon, desenvolveram um teste de inteligência baseado em manchas de tinta e no material gráfico produzido a fim de explorar a imaginação das crianças, «apesar destes testes terem sido excluídos das baterias subsequentes de Binet, o formato das questões abertas e das múltiplas soluções, que supostamente poderiam medir as aptidões imaginativas, foi adoptado pelos investigadores posteriores»¹³⁴.

Os testes psicométricos desenvolvidos nos anos 70 por J.P. Guilford, sugerem a criatividade como um subconjunto da inteligência. Estes testes permitem “medir a criatividade”, com base nas capacidades cognitivas do indivíduo. Na mesma época, testes parecidos foram desenvolvidos por Torrance (Anexo 6) no qual avaliam a capacidade do indivíduo para desenvolver novos usos de objectos comuns, porém a inteligência medida pelo QI e a criatividade são moderadamente relacionados.

Os testes de QI medem as habilidades analíticas das pessoas, compreensão verbal, lógico-matemática, organização da percepção, da memória activa e velocidade de processamento. Este tipo de inteligência é conhecido como psicométrica porque é mensurável.

No início do século XX, Charles Spearman (1905) previu que para além de habilidades específicas que são necessárias para a realização do teste (*factor s*) e existe uma capacidade intelectual geral que ele chamou de *factor g*.

Há uma concordância de que os genes que afectam a inteligência podem ser responsáveis pela codificação das estruturas e funções de áreas cerebrais específicas que são a base do *factor g* de Spearman¹³⁵.

Pesquisas neurocientíficas sugerem que o *factor g* se localize no lobo frontal já que a quantidade de substância cinzenta presente nos lobos frontais varia significativamente de acordo com o desempenho em testes de inteligência, além disso, existem suposições de proteínas do SNC responsáveis por factores de crescimento neural poderiam influenciar o grau de conectividade neuronal e este pode ser determinante para a inteligência.

Duncan e seus colaboradores (2000) tentaram determinar a base neural para o *factor g* utilizando a PET. O cérebro dos pacientes foi observado enquanto realizavam tarefas espacial, verbal e motor e perceptivas. Os resultados convergem com o exposto acima. Duncan verificou que os participantes que realizaram tarefas com alto *factor g* associaram uma região comum. A inteligência deriva do lobo frontal, geralmente indicado na importância do controlo de diversas formas de comportamento.

¹³⁴ (Nogueira e Baía, 2006, p. 59)

¹³⁵ Qualidades abstractas como a inteligência e a personalidade estão codificadas em nossos genes. As bases genéticas do *factor g* já se iniciaram e a procura será muito longa, pois envolve muitos genes, o cromossomo 6 está ligado à inteligência.

Porém não é possível generalizar e inculcar somente ao lobo frontal a responsabilidade, outras áreas podem ser importantes para a base neural da inteligência.

Numa conferência¹³⁶ no Museu de Arte Antiga o Psiquiatra Pedro Macedo relatou dois casos de pacientes com declínio cognitivo localizado na região frontal, em que mesmo com a doença detectada foram capazes de terminar suas teses de doutoramento.

O factor g por ele só não pode explicar talentos ou deficiências específicas, facto este, que na história existem muitos casos de pessoas criativas que tiveram dificuldades na escola.

O aumento das capacidades cognitivas propiciaram a capacidade de processamento de informações e a compreensão das tarefas, mas pode não garantir a resolução de problemas.

Gardner afirmou que as pessoas possuem múltiplas inteligências. Inicialmente postulou sete habilidades, aumentando-as para mais duas em seguida. Analisou o perfil intelectual de sete grandes criadores (Freud, Einstein, Picasso, Stravinsky, Eliot, Graham e Gandhi) onde todos foram incrivelmente criativos no campo de actuação, mas possuíam tipos de inteligência diferentes. Assim a criatividade se diferencia consoante a sua relação com as diferentes inteligências em que se manifesta¹³⁷.

A inteligência é uma condição necessária, mas não suficiente à manifestação da criatividade.

Cattel (1963, cit. por Heilman, 2005) caracterizou a inteligência em dois tipos: a inteligência cristalizada e a inteligência fluida, sendo a primeira formada essencialmente por memórias declarativas e a última a capacidade de resolver problemas. Que para o autor embora o conhecimento cristalizado participe no processo criativo é na inteligência fluida que a criatividade se promove.

Karl Pfenninger (2001) relaciona a criatividade como o nível mais elevado na hierarquia das funções do sistema nervoso. Segundo ele há dois tipos de comportamentos: o instintivo (instinct) que é herdado e caracterizado pela falta de adaptação às circunstâncias específicas e as informações necessárias para realizar estes instintos, são codificadas pelo genoma. E o comportamento aprendido e a memória que cada vez mais ofuscam os comportamentos instintivos em espécies mais desenvolvidas, adaptando o comportamento às circunstâncias.

¹³⁶ Conferência destinada à formação de técnicos de área da educação em Museu denominada "INTERVENÇÃO TERAPÊUTICA nas DOENÇAS de DECLÍNIO COGNITIVO através da REPRESENTAÇÃO criada em ESPAÇO ARTÍSTICO", orientada pelo Dr. Pedro Macedo (Psiquiatra) realizada em 2 de Outubro de 2010 no Museu de Arte Antiga (Lisboa).

¹³⁷ (Gardner, 2001).

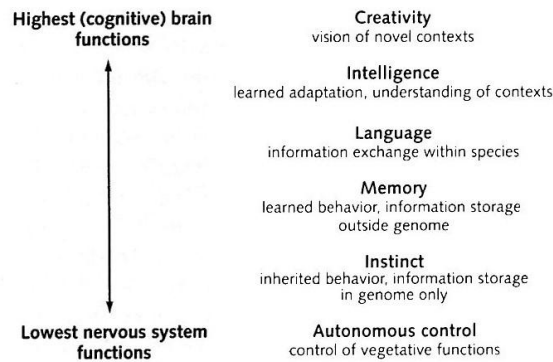


Ilustração 16 - Hierarquia das funções do Sistema Nervoso¹³⁸

A aprendizagem e a memória são importantes avanços para o funcionamento do sistema nervoso. Permite ao organismo armazenar informações fora do genoma. Antes da memória, o único lugar que poderia guardar informações era no código genético, mas este processo é lento, exige mutações, que são aleatórias e selecção natural ao longo de milhares de anos. Um avançado sistema nervoso pode adquirir, acumular, e utilizar as novas informações, num prazo muito curto.

A linguagem é a capacidade de troca de informações entre os indivíduos da mesma espécie. Permite transmitir as informações adquiridas para seus pares e às gerações posteriores. A vantagem da inteligência é que uma experiência verbalmente partilhada poupa os outros de ter que enfrentar as mesmas provações ou redescobrir todo o conhecimento. A inteligência vai além do armazenamento simples de dados. Ela é definida como a adaptação às realidades imprevistas aprendidas no ambiente à compreensão do contexto e à relação entre as diferentes realidades do nosso meio, que para isto, depende do tratamento e da integração de grandes conjuntos de dados.

«Geneticistas e neurocientistas têm avançado na compreensão dos genes, estruturas cerebrais e substâncias neuroquímicas passíveis de ser alterados por meios artificiais»¹³⁹. Sendo a inteligência, um componente importante no processo criativo, pode suscitar o desejo de aumentar a inteligência por meios artificiais.

Testes clínicos de substâncias chamadas “pílulas da inteligência” já estão a acontecer e podem estar disponíveis no mercado em breve.

Já existem no mercado algumas substâncias destinadas a pacientes com problemas de memória e podem aumentar a inteligência de pessoas saudáveis.

A Ritalina é um medicamento muito conhecido pelos pais de crianças hiperactivas. Ela aumenta o rendimento escolar das crianças e faz o mesmo com crianças saudáveis, mensurados com a pontuação em testes escolares de ambos os

¹³⁸ (Pfenninger, 2001, p,91).

¹³⁹ (Gazzaniga, 2006).

grupos, e o seu uso já é comum em jovens saudáveis que pretendem melhores rendimentos escolares. (Anexo 5) Segundo Gazzaniga «não dar aos humanos um sistema neural superior foi “traição” da natureza, então alcança-lo através da nossa própria inventividade parece ser uma atitude muito inteligente de nossa parte»¹⁴⁰ e justifica o seu ponto de vista exemplificando substancias que já consumimos com o intuito de melhorar nosso desempenho, como por exemplo, pessoas que deixam as coisas para última hora, para trabalharem melhor sob o efeito de descarga de adrenalina pela aproximação do prazo final, ou a simples ingestão de café para nos mantermos acordados.

É claro que esta opinião é muito dividida entre a comunidade científica, mas entre os defensores está Eric Kandel que ganhou o prémio Nobel com o seu trabalho sobre a aprendizagem e memória da lesma-do-mar. Com este trabalho Kandel propôs que a aprendizagem ocorre na sinapse de diversas formas. Esta sinapse é aprimorada quando a proteína CREB é activada e também participa na formação de memória de camundongos.

Os neurónios podem cooperar ou inibir nas tomadas de decisões. Os sinais enviados dos axónios para as dendrites são transformados em sinas eléctricos que por sua vez são integrados (que reforça ou inibe) com outros sinais recebidos de outros neurónios e assim resulta numa decisão final de enviar, ou não o sinal para a célula seguinte. Esse processo de envio de potenciais eléctricos do axónio para a dendrite do neurónio seguinte repete-se.

Nas sinapses o neurotransmissor libertado do espaço sináptico da dendrite pelo axónio, se depara com os receptores e interage com eles de forma a criar pequenas correntes eléctricas dentro da espinha dendrítica. Se ocorre a excitação do neurónio esta corrente entra na célula, quando ocorre a inibição, sai. As ondas de correntes vão para o corpo celular e gera uma mensagem que é enviada para outros neurónios, mas se não possuem muita actividade, perdem a força e cessam.

Algumas sinapses excitam outras inibem. O modo como estes sinais resultam nas sensações, pensamentos e movimentos dependem muito da rede de neurónios na qual o neurónio em causa está integrado¹⁴¹.

“Aumentar a memória” pode alterar a vida mental de uma pessoa, já que a nossa narrativa pessoal é construída na eficiência de nossa memória e na capacidade de esquecer. Neste caso, segundo Gazzaniga (2006) com as pílulas que aprimoram a inteligência, todas as experiências (positivas ou negativas) seriam lembradas. Um paradoxo para a sociedade actual que gasta uma quantidade razoável de tempo e

¹⁴⁰ (Gazzaniga, 2006)

¹⁴¹ (Morris e Fillenz, 2003/2007).

dinheiro tentando libertar-se de experiências e lembranças negativas, quer no abuso de drogas que levam ao afastamento das suas faculdades normais de percepção, ou no tratamento psicológico que ajudam a esquecer memórias tristes ou traumas e o sofrimento causado nestas recordações.

3.2 A criatividade como um processo físico e paralelo

Como citado no capítulo 2 o estudo do comportamento humano é um campo recente nas ciências do cérebro. Assim, durante muito tempo o estudo da criatividade baseou-se em perspectivas místicas, e por se tratar de um processo espiritual, escapava ao estudo científico¹⁴².

O cérebro e a criatividade foram estudados a partir de perspectivas diferentes. O cérebro humano é um tema para as ciências como a neurologia e a medicina, já a criatividade é tradicionalmente estudada por cientistas sociais e comportamentais¹⁴³. Esta imaturidade na investigação interdisciplinar entre as duas áreas vinculou à criatividade apenas ao hemisfério direito, porém muitos esforços criativos também exigem um processamento paralelo dos dois hemisférios e as interações entre eles.

A criatividade depende dos excelentes armazenamentos de conhecimentos. No capítulo um, a reconstituição histórica permitiu a explicação sobre duas grandes teorias. De um lado pesquisadores que acreditavam que o armazenamento do conhecimento é distribuído ao longo de quase todo o córtex cerebral (hipótese holística) enquanto outros acreditavam que as diferentes formas de conhecimento e os diferentes tipos de pensamento são mediados por diferentes partes do cérebro (hipótese localizacionista). Franz Gall lançou a teoria localizacionista e teve seguidores como Wernicke e Broca que entenderam a essência da Frenologia e intensificaram as relações entre o cérebro e o comportamento. Após a Primeira Guerra mundial houve alterações no pensamento e a mudança para hipótese holística. Provavelmente mudanças políticas e filosóficas ocorridas na época fizeram países como a França e a Alemanha perderem as suas influências e emergir países como EUA e Reino Unido e conseqüentemente a sua literatura. O advento das técnicas de visualização de neuroimagem permitira a visualização das lesões e presumir que o cérebro armazena e processa informação em sistemas altamente interconectados e modulares.

Como já foi mencionado, o cérebro é dividido em hemisférios direito e esquerdo e estes são conectados por uma estrutura chamada corpo caloso. Esta estrutura

¹⁴² (Nogueira & Baía, 2006).

¹⁴³ (Runco, 2002).

permite que as informações sejam transferidas de um hemisfério para o outro, ou seja, permitem uma comunicação inter-hemisférica.

O percurso do estímulo externo é revisto para explicar as áreas que estão envolvidas no processo de aquisição e armazenamento da informação sensorial que é igualmente importante no processamento associativo e criativo. As informações exteriores são transportadas para o cérebro a partir de estruturas como os olhos, ouvidos, pele, etc., e enviadas para o tálamo: a informação visual segue do tálamo óptico até o córtex estriado (área visual primário – V¹), localizado no córtex occipital. A mistura da informação da posição e de toque do corpo vai para o tálamo em seguida para o giro pós-central (área somatossensorial primário – S¹) e a informação auditiva e em seguida é retransmitida para uma área dorsal (superior) da superfície do lobo temporal (área auditiva primária – A¹).

Após o córtex sensorial primário realizar esta análise de entrada da informação, esta é transformada e parcialmente transmitida para áreas de modalidades específicas chamadas córtices de associação.

As áreas de associação visual, auditiva e táctil enviam projecções que se encontram no lobo parietal posterior e inferior e na parte posterior dos lobos temporais, por isso são chamadas áreas de associação multimodais, que permitem a associação rápida das modalidades sensoriais¹⁴⁴.

Associação “*cross-modal*” permite desenvolver símbolos, por exemplo, as letras são símbolos de fonemas, e pode ocasionar sinestésias cognitivas, que como citado no capítulo dois, são uma mais-valia para a criatividade.

“O pequeno Christian, de dois anos, estava a passear na margem do lago de Munique quando, espantado, exclamou «cenoura d’água». Nenhum dos adultos compreendeu o que poderia significar esta combinação de palavras. Será fome? Sede, talvez? Ou apenas qualquer coisa sem sentido? Até que o pequeno voltou a puxar o braço do pai e gritou «cenoura nadadora» enquanto apontava para o lago. No local para onde o pequeno apontava saltou um peixe-dourado, apanhou um insecto qualquer e voltou a desaparecer nas profundezas da água. Só então os adultos compreenderam.” (Albers, et. al, 2009, 120).

Para definir um peixe de cor dourada-avermelhada Christian usou os termos mais adequados que conhecia para aquela situação. A baptizar o peixe de “cenoura aquática” criou algo novo e inesperado a partir de um objecto que para os adultos já era conhecido.

¹⁴⁴ Como já foi mencionado alguns neurónios trazem informações sensoriais para o cérebro (aférente) e outras enviam mensagens para fora do cérebro (eferente). A maioria dos neurónios do cérebro reúnem informações do exterior e do corpo, se comunicam uns com outros e a força desta conexão que armazena conhecimento.

Guilford (cit. por Kraft, 2004) observou que a mensuração da inteligência poderia ser feita com os testes de QI, mas o resultado não reflectia as aptidões cognitivas inteiramente de uma pessoa. Desta forma, no final dos anos 60, a partir dos testes que já foram citados, ele desenvolveu um modelo de entendimento que serviu de fundamento à pesquisa moderna sobre a criatividade¹⁴⁵. O pensamento convergente e o pensamento divergente propostos por Guilford se diferem pela actuação no processo criativo, em que o primeiro converge todas as possíveis soluções para um problema em uma única resposta e está presente principalmente em situações que exijam problemas aritméticos, com é o caso dos testes de QI. Já o pensamento divergente percorre muitas possibilidades e com isso gera uma pluralidade de respostas para a solução de um problema.

Os experimentos de Roger Sperry (cit. por Runco, 2002) com os pacientes epiléticos e a ablação do corpo caloso possibilitaram analisar a actividade funcional de cada hemisfério separadamente e tão logo foi possível atribuir ao hemisfério esquerdo a responsabilidade pelo trabalho de maneira lógica, analítica, racional e detalhista (pensamento convergente) e ao hemisfério direito a responsabilidade de fantasias, ter ideias repentinas e privilegia uma forma de trabalho holística (pensamento divergente).

Em alguns casos e dependendo do tipo do acto criativo um hemisfério é mais requisitado do que o outro. O hemisfério esquerdo parece ser importante na linguagem proposicional, na compreensão e expressão verbal, na leitura, na escrita, nos cálculos, no raciocínio categórico e na atenção focada. O hemisfério direito parece ser importante na cognição espacial e predominante a medir as habilidades viso-espaciais. O hemisfério direito medeia a compreensão e expressão da emoção prosódica, medeia funções metalinguísticas, tais como a compreensão de metáforas, medeia a atenção quando é apresentado algum estímulo novo ou importante.

Uma função relatada acima parece pertencer aos dois hemisférios, mas são processadas de maneira diferente. Algumas tarefas exigem que uma pessoa preste atenção nos detalhes (atenção focada) e outras exigem que uma pessoa veja um total (atenção global). Algumas pesquisas sugerem que o hemisfério esquerdo parece ser importante na mediação da atenção focada e o hemisfério direito para mediar a atenção global.

Na fase de criatividade inovadora, o hemisfério direito – mediado pelos sistemas de atenção global – pode ser mais importante do que o hemisfério esquerdo, já durante a fase de verificação, a exigência pelos detalhes é maior, e portanto, o hemisfério esquerdo será mais requisitado.

¹⁴⁵ (Kraft, 2004).

As relações inter-hemisféricas, que garantem a comunicação entre os hemisférios graças ao corpo caloso e as relações intra-hemisférica que garantem a comunicação com a áreas mais internas de cada hemisfério, graças ao longos axónios que se projectam em direcções sub-corticais, parecem sugerir que a criatividade, que tanto conta com áreas mais primitivas e subterrâneas do cérebro quanto com as áreas mais recentes e particulares ao cérebro do homem, ocorre praticamente em todo o cérebro.

3.3 Os mecanismos cerebrais subjacentes à criatividade

“Divide a problem into as many parts as necessary to attack it in best many and start the analysis by examining the most complex” – René Descartes

Antes de qualquer explicitação neste capítulo, é preciso esclarecer que para obtê-lo foi necessário aceitar que a inteligência, a cognição e a criatividade são produções físicas do sistema nervoso e conjugá-las como algumas das actividades neurocomportamentais do Homem.

Em uma esfera pós-darwinista é aceitável dizer que o sistema nervoso evoluiu juntamente com o homem, sendo assim em que ponto da evolução surge a criatividade?

A criação animal revela um carácter utilitário e de sobrevivência e não propriamente estético ou de outra natureza. Na evolução humana não foi diferente. O *Homo Erectus* construía objectos que lhe serviam de ferramentas, mas possuía um valor plástico que satisfiziam uma exigência interna e uma coerência mental a projectar o mundo físico O *Homem Neandertal* dispunha de um pensamento simbólico e foi o primeiro a utilizar uma antecipação experimental nas ferramentas já utilizadas (cozia o ocre-amarelo para a obtenção do ocre-vermelho) e já enterrava os seus mortos. (Vigouroux, 1999).

Damásio (1998) descreve que estratégias de sobrevivência e de antecipação de melhorias, (a capacidade de lembrar do passado e antever o futuro), foram manifestados em espécies em que o cérebro estava estruturado para as seguintes situações:

- Armazenar categorias de objectos e acontecimentos e memorizá-los como únicos, estabelecendo assim representações disposicionais de entidades e acontecimentos ao nível das categorias e a do nível da singularidade;
- Manipular as componentes dessas representações memorizadas e modelar novas criações através de novas combinações, para garantir

uma antecipação de resultados das acções, criando planos futuros e melhorias de sobrevivência;

- Memorizar as novas criações com o intuito de estabelecer resultados e expectativas futuras, através das experiências passadas, para criar estratégias sociais para fazer face ao sofrimento.

“Quando muitos indivíduos, em grupos sociais, experienciam as consequências dolorosas de fenómenos psicológicos, sociais e naturais, tornou-se possível o desenvolvimento de estratégias culturais e intelectuais para fazer face à experiência da dor e para conseguir reduzi-la.” (Damásio, 1998: 266)

Desta forma ficam em jogo a sobrevivência e a criação de estratégias que solidifiquem o prazer e diminuam a dor. São conhecidas algumas estratégias na história evolutiva sendo elas: a comportamental em que actua principalmente na comunicação e que corresponde ao canto, rituais de dança com apelo sexual, uma premissa de motivação e a coesão social dos membros de uma comunidade; A gestual consiste em marcar o mundo para dominá-lo melhor, estabelecendo uma ligação entre a matéria com estruturas cognitivas internas (mundo físico e mundo mental); O pensamento racional garantiu a invenção de mitos perante os mistérios da vida ou da morte. E por último o sentimento estético é próprio do *homo sapiens* onde a produção se torna uma representação mental, um pensamento consciente, onde a arte começa a existir como tal. (Vigouroux, 1999)

A criatividade é um produto da actividade do cérebro e para compreender a base do comportamento criativo, temos que compreender o cérebro. Antes de as pessoas poderem executar actos criativos, quase sempre, têm de passar vários anos a desenvolver seu repertório de conhecimento e desenvolvimento de talentos. Assim, para entender como o cérebro pode mediar a criatividade é preciso aprender sobre a organização cerebral que está envolvida no armazenamento deste conhecimento e na sua progressão estrutural¹⁴⁶.

Se por alguma razão ainda estivéssemos no século XIX e Franz Gall com a sua Frenologia, nos dissesse que a criatividade residia em uma determinada área do cérebro, não teríamos como contestá-lo nem concordar com esta opinião. Porém hoje as hipóteses empiricamente testadas pelos neurocientistas já podem esclarecer ou apresentar algumas áreas envolvidas neste processo.

¹⁴⁶ (Heilman, 2005).

Segundo Pfenninger e Shubik (2001) qualquer teoria sobre a criatividade deve ser coerentes e integradas com a compreensão contemporânea da função cerebral.

Porém pode ser um processo de difícil mensuração, já que os mesmos mecanismos que processam informações específicas para produzir combinações não criativas geram novas combinações criativas da informação (Dietrich, 2004)

A criatividade não é algo que acontece automaticamente, nem abruptamente. Os processos diversos que ocorrem durante o processo de criação envolvem os dois hemisférios cerebrais. Ao hemisfério esquerdo cabe então o processo de pesquisa, de racionalização e de reflexão intelectual. E ao hemisfério direito cabe a responsabilidade pela organização espacial das informações (Mendonza, 1998).

A ligação anatómica do lobo frontal com as áreas de associação, com as estruturas límbicas e com os centros de motricidade, sugere a sua intervenção no processo criativo pelas possibilidades de antecipação e de formulação de hipóteses.

Esta alta conectividade com áreas sub-corticais, permite ao indivíduo criativo «desligar-se do seu ambiente físico e exprimir a sua própria realidade, modulada pela sua vida instinto-afectiva¹⁴⁷». Com isto, existe a possibilidade de realização da entrada em ressonância dos objectos mentais, já que possui a ligação com projecções límbicas, à descarga emocional que caracteriza a iluminação (esta, etapa do processo criativo).

Os núcleos da base sugerem a sua intervenção na criação ao nível da motivação. Compartilhamos algumas características comportamentais como afectividade, a agressividade, os desejos de poder e domínio, de valorização, a curiosidade, nas quais constituem a fonte da criatividade humana. Algumas destas características são evidentes em animais, porém nos homens elas ganharam uma dimensão intelectual prevalecendo as interações das formações límbicas e alguns núcleos da base que trabalham como conectores entre estruturas de processos emocionais e o sistema motor.

A criação poderá receber intervenção das formações límbicas em diferentes níveis como:

1. Sustento dos sentimentos de interesse e de motivação;
2. Busca da energia necessária à acção, à obtenção de um resultado, interpretado como recompensa;
3. Determinação de um conjunto de manifestações subjectivas como o prazer, a frustração, a ansiedade ou a alegria;
4. Ajuste às respostas emocionais em função do valor sensitivo dos estímulos.

¹⁴⁷ (Vigouroux, 1999, p. 229)

No processo de resolução criativa proposto por Wallas, factores emocionais também podem interferir e interagir com a incubação, em que, ao continuar o andamento do trabalho a estimulação afectiva pode antecipar o prazer da realização final do produto. Na iluminação a ressonância e consonância provocam uma descarga emocional intensa por intermédio das conexões córtico-frontolímbicas e na verificação as impressões de prazer ou frustração, de ansiedade ou serenidade diante do momento avaliação e confronto do produto com o idealizado (Vigouroux, 1999).

Segundo Damásio (2001) um dos requisitos dos sistemas neurais para a criatividade é a forte geração de diversidade de representação, ou seja, a capacidade de gerar e trazer à consciência uma variedade de novas combinações reproduzidas como imagens e solicitadas tanto do mundo exterior quanto do interior (aquela que é gerada e recuperada). Estas imagens são geradas diversificadamente, trazendo representações que ficam disponíveis para escolha.

A geração da diversidade representativa está relacionada com o córtex pré-frontal, já que as imagens são percebidas no córtex sensorial e são conduzidas e ordenadas a partir dele do pré-frontal.

O córtex pré-frontal (que compreende aproximadamente a metade do lobo frontal em humanos) integra as informações já altamente processadas e possibilita novas combinações de informações para a experiência consciente e representa a base neural das funções cognitivas elevadas. (Dietrich, 2004). Ele pode extrair as informações relevantes de armazenagem a longo prazo nas áreas dos córtices temporal, occipital e parietal e representá-las temporariamente na memória de trabalho. Uma vez disponível, o córtex pré-frontal pode usar sua capacidade de flexibilidade cognitiva para sobrepor as informações recuperadas para formar novas combinações.

Durante o processo criativo o córtex pré-frontal exerce uma função tripla¹⁴⁸:

- 1) Tornar consciente de um novo pensamento para avaliar a sua apropriação. Tendo em conta de que a memória de trabalho mantém o conteúdo da consciência, um novo pensamento se torna um *insight*¹⁴⁹, quando é representado na memória de trabalho, pois a informação que não é representada nesta memória, está inconsciente e não podemos reflectir ou relatar sobre o assunto;
- 2) Para o trabalho criativo, os *insights* são o primeiro passo na conversão de novas combinações de informações. Depois dele, o córtex pré-frontal traz à tona informações das funções cognitivas superiores para o problema, incluindo os

¹⁴⁸ (Dietrich, 2004)

¹⁴⁹ O termo insight foi emprestado da Gestalt, porém não é apresentado aqui com a mesma definição de uma percepção súbita e sem qualquer conhecimento. O Insight é proposto como a solução para um problema e que depende de conhecimentos previamente armazenados pelo indivíduo.

processos executivos. Alguns insights se revelam incorrectos, incompletos ou simples, assim para julgar e dar continuidade ou não do insight, exige a integração do córtex pré-frontal;

- 3) O córtex pré-frontal organiza a acção de acordo com metas internas, tais como objectivos estéticos ou científicos. Na resolução de problemas diários, planeamento e execução de submetas simultâneas, mantendo em mente o objectivo principal que depende criticamente da activação pré-frontal. A expressão de um insight exige um nível elevado de habilidade, conhecimento e/ou técnica que depende da persistência de problemas. O insight é apenas o primeiro passo no acto criativo que geralmente é o resultado de comportamentos direccionados que levam meses ou anos para amadurecer.

As novas combinações de informações são constantemente geradas, independentemente do estado de controlo de atenção. Dado que o armazenamento da memória de trabalho do córtex pré-frontal mantém o conteúdo na consciência e que a rede de atenção do córtex pré-frontal é o mecanismo que selecciona e limita o conteúdo. É a hipótese de que a principal diferença, entre os modos de processamento deliberado e espontâneo, são os métodos utilizados para representar a informação nova inconsciente na memória de trabalho. Os insights deliberados induzidos por circuitos no córtex pré-frontal, tendem a ser estruturados, racionais, e em conformidade com os valores internalizados e sistemas de crenças. Conhecimentos espontâneos ocorrem quando o sistema de atenção não selecciona activamente o conteúdo da consciência, permitindo que os pensamentos inconscientes, que são comparativamente mais aleatórios, não filtrados e bizarros sejam representados na memória de trabalho (Dietrich, 2004).

Dietrich (2004) propõe a existência de quatro tipos de insights e que podem ser mediados por regiões distintas no cérebro. Estes insights podem ser o resultado de dois processamentos de informações (deliberada e espontânea), dos quais são guiados por estruturas que fornecem a análise do conteúdo emocional e cognitivo. Cruzando os dois modos de tratamento com o tipo de informação produz quatro tipos básicos de criatividade.

Tabela 2: Os tipos de informações x tipos de processamento (Dietrich, 2004)

	Deliberada	Espontânea
Cognitiva	<p>Os insights são induzidos pelo córtex frontal, onde as informações relevantes são procuradas no TOP¹⁵⁰.</p> <p>Os circuitos pré-frontais permitem outras funções cognitivas superiores manipularem as informações. A qualidade deste tipo de insight depende directamente da experiência, porém com muita agilidade do córtex pré-frontal.</p>	<p>Os insights têm origem em áreas do TOP durante o pensamento associativo inconsciente. O envolvimento dos gânglios da base na aprendizagem implícita e execução de comportamentos automáticos sugere que participam no processamento de informações no modo espontâneo. Devido à baixa regulação do sistema de atenção frontal, tal pensamento é permitido entrar na consciência quando é representado de forma espontânea na memória de trabalho. Não há nenhum esforço aparente na intenção. São percepções intuitivas. A famosa descrição proverbial “acender da lâmpada”, que aparece no processo de incubação, buscando uma nova perspectiva de resolver o problema.</p>
Emocional	<p>Os insights são induzidos pela rede de atenção frontal, no entanto em vez de procurar informações na área TOP, os recursos de atenção estão voltados para a recuperação afectiva armazenada em estruturas emocionais. Considerando que as emoções básicas são processadas por estruturas do sistema límbico como a amígdala e as emoções sociais complexas pelo córtex cingulado e o ventromedial, as ideias desse tipo dependem muito de uma emoção específica. A capacidade limitada do córtex pré-frontal para direccionar o processamento neural da amígdala torna duvidoso que os insights que são baseados em emoções básicas possam ser deliberados. Não há nenhuma limitação neuroanatómica para que os insights deliberados se baseiem em emoções sociais complexas porque o CPFDM é ricamente interconectado com o CPFVM e o córtex cingulado, no entanto, a compreensão emocional que surge é devido ao envolvimento pré-frontal.</p>	<p>Ocorre quando a actividade neural de estruturas que processam a informação emocional é representada espontaneamente na memória de trabalho. Desde que as emoções significam biologicamente eventos significativos, a activação neuronal nas estruturas emocionais fazem sinais ruidosos para que se destinam a entrar na consciência e impressionar o organismo. Não surpreendentemente, experiências emocionais intensas criam uma forte necessidade de expressão criativa.</p> <p>A experiência da espontaneidade gerada pelas informações emocionais na consciência é susceptível de ter um profundo efeito que gera um estado fenomenológico distinto.</p> <p>As emoções não requerem conhecimentos específicos, conhecimentos baseado no processamento emocional não são específicas do domínio. No entanto, o trabalho criativo, com bases nestes conhecimentos pode exigir habilidades específicas para a expressão adequada.</p>

3.4 A capacidade de tomar decisões

A acção da tomada de decisão acontece em consequência de um problema consciente ou não. É um processo complexo que se acredita ser dependente da geração de estados somáticos. A incapacidade de evocar estados somáticos como

¹⁵⁰ A abreviação TOP se refere aos córtices temporal, occipital e parietal, como já visto, suas funções são diferentes do lobo frontal e os seus neurónios são dedicados principalmente à percepção e à memória de longo prazo. A CPFVM se refere ao córtex pré-frontal ventromedial e a CPFDL se refere ao córtex pré-frontal dorsolateral. São duas divisões do córtex pré-frontal, onde a primeira está fortemente ligada à amígdala e ao córtex cingulado e a segunda está ligada com as regiões TOP.

acontece em lesões na amígdala, e no córtex ventromedial perturba o processo de tomada de decisões vantajosas.

A amígdala é uma estrutura fundamental num sistema neural necessário para a activação do estado somático e de execução de decisões vantajosas é suportado pela descoberta que pacientes com lesões amigdalianas não geraram sudorese antecipatória antes de seleccionar uma resposta desfavorável.

Esta afirmação pôde ser incorporada ao teste do baralho de cartas que já citamos no capítulo anterior.

No mesmo teste (Bechara et al., 1999), os resultados sugeriram que os danos amigdalianos estão associados com à deficiência na tomada de decisões e que os papéis desempenhados pela amígdala e pelo córtex ventromedial são diferentes e sendo o comprometimento do último mais complexo no processo.

O córtex ventromedial participa na tomada de decisão quando os sujeitos no teste citado, ponderam em buscar ou evitar cartas de uma determinada pilha do baralho. A má tomada de decisão associada aos danos no ventromedial está relacionada com a incapacidade de integrar efectivamente todas as informações sobre o estado somático, com o hipotálamo e com os núcleos do tronco cerebral.

Pacientes com lesões no córtex ventromedial geraram estados somáticos em resultados positivos ou negativos durante o jogo, enquanto pacientes com lesões na amígdala não geraram. Isto porque, o ventromedial tem conexões extensas bidireccionais com a amígdala. Quando os indivíduos decidem seleccionar uma carta de um baralho específico, a actividade neural que pertence a esta informação é comunicada para o córtex ventromedial, que por sua vez, activam a amígdala.

De uma perspectiva evolucionária, o dispositivo de tomada de decisão mais antigo pertence à regulação biológica básica. Seguido do âmbito pessoal e social, e o mais recente pertence a um conjunto de operações abstractas – simbólicas que são encontradas no raciocínio científico e artístico, no raciocínio utilitarista da engenharia e no desenvolvimento da linguagem e matemática. Estas três fases da evolução actuam de maneira interdependente uma da outra nos sinais de criatividade.

Em indivíduos saudáveis a tendência para responder aos estímulos de forma homogénea poderá ocorrer erros na tomada de decisão. Isto pode ser o resultado da falta de adaptação de padrões cognitivos e comportamentais às idiosincrasias do contexto. A capacidade humana de adaptação de estratégias do processamento cognitivo às condições novas e inesperadas do ambiente é denominada flexibilidade cognitiva.

Neste aspecto, a flexibilidade cognitiva pode ser fundamental para a tomada de decisão, na capacidade organizacional de aprender e na adaptação às mudanças

ambientais. Ela pode anteceder um comportamento de tarefas complexas ou não estruturadas.

A psicologia relata a flexibilidade cognitiva como a capacidade de aplicar uma nova habilidade para problemas que são diferentes dos problemas que serviram de base para a formação do indivíduo, permitindo que se beneficie da transferência dos pontos fracos dos outros problemas vividos para evitar erros na resolução do problema actual.

Em 1948 Berg desenvolveu o teste Wisconsin que é reconhecido por aferir algumas capacidades cognitivas (a) abstrair de um princípio geral de categorização dentre outros igualmente plausíveis, (b) manter este princípio em mente face à distração sensorial, e (c) abstrair novos princípios de categorização quando determinadas contingências ambientais variam¹⁵¹.

O *Wisconsin Card Sorting Test* (WCST) é um teste muito popular utilizado por neuropsicólogos para avaliar a formação de conceitos, raciocínio abstracto e a capacidade de mudanças cognitivas estratégicas em resposta para mudar as contingências ambientais. O teste é constituído por um conjunto de cartas-estímulo que retratam figuras de diferentes formas, cores e números (um triângulo vermelho, duas estrelas verdes, três cruces amarelas e quatro círculos azuis). A tarefa consiste em combinar cada carta de um baralho com estímulos semelhantes com as cartas-estímulo. A cada correspondência é dito se a escolha foi correcta ou não. Depois que o sujeito faz um determinado número de combinações correctas, a ordenação da estratégia é alterada sem aviso. Levando o indivíduo a desenvolver uma nova estratégia de categorização consoante o *feedback* do examinador, exigindo que mude a sua categorização pelo menos cinco vezes, o que demonstra flexibilidade executiva.¹⁵²

O desempenho normal no WCST «se associa à activação bilateral do córtex orbital e dorsolateral inferior, do lóbulo parietal inferior e do giro temporal médio. Activações focais e simétricas do sulco frontal inferior e do lóbulo parietal inferior estão directamente relacionadas à flexibilidade e à abstracção dos princípios de categorização».¹⁵³ Pacientes com lesões frontais tendem a cometer erros perseverantes, continuando com a mesma estratégia categorial mesmo após a confirmação de escolha incorrecta.

O teste sugere que os lobos frontais podem ser críticos para a capacidade de se libertar se transferir para novas soluções. Mudar para novas estratégias também é uma das características do pensamento divergente que ganhou lugar também nos lobos

¹⁵¹ (Souza, R. O., Ignácio F. A., Moll J., et al.,2001)

¹⁵² (Miller, B., et al.,2002).

¹⁵³ Idem 123

frontais depois dos estudos do fluxo sanguíneo regional em indivíduos normais que realizaram tanto o WCST quanto o teste pensamento divergente semelhantes aos testes propostos por Torrance (anexo 6) ou Guilford.

Weinberger et al.(1986 cit. por Heilman et al., 2003) observou que quando realizavam o WCST activaram os lobos frontais. Esta observação foi semelhante ao proposto por Carlsson et al.(2000, cit. por Heilman et al., 2003) em no teste de pensamento divergente (usos alternativos do tijolo) os lobos frontais foram mais activados em indivíduos com resultados mais criativos.

A forte ligação que o lobo frontal possui com regiões polimodais e supramodal dos lobos temporal e parietal sugerem que estas conexões são importantes para inibir as redes activadas que armazenam informações semanticamente e emocionalmente similares ou activando, ou não as redes semântica conceituais mas fracas. Estas redes neurais são compostas por neurónios e suas conexões podem ser excitatória ou inibitórias para outros neurónios.¹⁵⁴

Em 1935 J. Ridley Stroop, com intenções em medir a inferência da dimensão de um estímulo perante a outro, publicou experimentos comportamentais, sendo um deles o mais conhecidos em que os sujeitos deviam indicar o nome da cor das palavras impressas (por exemplo, a palavra vermelho impressa em tinta verde), ou a cor dos quadrados coloridos. A primeira tarefa é chamada incongruente e a segunda neutra. Stroop descobriu que as palavras interferiam na nomeação da cor. (Anexo 7)

O tradicional teste de Stroop contribui para o interesse moderno e os estudos convergem sobre a conclusão que as pessoas não podem suprimir a dimensão irrelevante se é muito praticada e, conseqüentemente, aprendida (como a leitura das palavras). Assim, o efeito Stroop é considerado um poderoso exemplo de processamento automático.

Apesar da intenção consciente dos sujeitos de indicar o nome cores impressas e ignorar as palavras, ela não podem ajudar a ler os nomes das cores e isso interfere com a nomeação das cores. Acontece automaticamente.¹⁵⁵

¹⁵⁴ Neurónios excitatórios libertam o neurotransmissor glutamato e neurónios inibitórios libertam ácido gama-aminobutírico ou GABA. Os neurónios destas redes também podem ser modulados por neurotransmissores como a catecolamina e mudanças no cérebro destes níveis de catecolaminas poderia desempenhar um papel importante na criatividade (Heilman et al., 2003).

¹⁵⁵ Durante o desempenho no teste de Stroop, o córtex cingulado anterior é mais activada quando os sujeitos são necessários para indicar o nome da cor impressa da palavra e que não corresponde com o nome da cor que está escrito. O desempenho pode ser prejudicado quando várias tarefas são executadas simultaneamente, mesmo quando estas tarefas são muito praticadas. O modelo de competição, como no teste de stroop, o modelo top-down exige a tarefa (são chamados a realizar o teste) e o bottom-up as características do estímulo (a palavra e a cor) e o comportamento. A tarefa de nomeação de cores se torna difícil porque as entradas do bottom-up são mais fortes para a leitura das palavras do que para a nomeação de cores, permitindo que a tarefa de leitura de palavras compita com o controlo do comportamento.

O processo automático está envolvido com o aparecimento de estímulos ambientais específicos, independentemente das intenções conscientes. Uma vez invocado, é inevitavelmente que proceda a sua conclusão. A sua execução não consome recursos atencionais e por isto não deixam vestígios na memória consciente. Alguns processos automáticos são inatos, enquanto outros são automatizados somente após a prática extensiva de uma tarefa.

3.4.1 A intuição, a imaginação e o insight

Na tomada de decisões há factores que se correlacionam favorecendo a sua acção. As coincidências entre a intuição, a imaginação e o insight não acontecem apenas com a mesma vogal que inicia a três palavras.

Nos últimos 20 anos, o estudo do processamento implícito de informações viveu uma verdadeira explosão. A intuição pode ser considerada como uma capacidade de fazer julgamento sem ter consciência das informações em que se baseia.

A palavra intuição vem do latim “intueri” de significa olhar para dentro. É um conhecimento imediato, mas sem o uso consciente do raciocínio ou cognição e sem a inferência do pensamento racional evidente. É uma combinação de instinto, experiência e aprendizado prévio. O pensamento deliberado é crítico e analítico e o pensamento intuitivo é rápido e sem esforço.

As intuições são o resultado do processamento inconsciente de informações que se manifesta na forma de um sentimento espontâneo. Mas existem circunstâncias em que as reacções intuitivas contradizem a avaliação racional (como o resultado do teste de Stroop que vimos anteriormente).

Parsons e Osherson (2001 cit. por Heilman, 2005) sugeriram, através de PET, que no raciocínio probabilístico são activadas áreas do hemisfério esquerdo enquanto o raciocínio dedutivo activa áreas do hemisfério direito.

O raciocínio dedutivo (intuitivo) e probabilístico (lógico) são importantes no processo criativo, mas estas formas de raciocínio devem ser interactivas, portanto a comunicação inter-hemisférica, parece desempenhar uma grande importância no processo criativo.

Ideias criativas tem muito a ver com a capacidade de estabelecer associações incomuns e, desse modo, escapar à trilha habitual do pensamento e da acção. Ocorre com mais frequência em situações alegres ou relaxadas. O juízo implícito caminha lado a lado com a actividade dos centros mais profundos da emoção como a amígdala. Sugerindo que as reacções emocionais inconscientes podem, portanto estar na base das intuições.

Os juízos intuitivos muitas vezes se expressam em sentimentos. As emoções influenciam também a maneira como tomamos decisões. Há indicações de que, quando nosso estado de espírito é positivo, relaxado, tendemos mais ao juízo intuitivo que à ponderação analítica. Se tristes ou deprimidos, ao que parece, é o contrário.

Se temos pouco tempo, é sobretudo no juízo intuitivo que confiamos, pelo simples facto de que a análise consciente de uma situação tomaria tempo demais. Também o estado de espírito parece exercer alguma influência.

A maioria das funções cognitivas, como a compreensão de estados emocionais humanos, o significado das palavras ou o pensamento criativo, não podem ser reduzidos a operações lógicas. Dessa mesma forma que não podemos nos deixar levar apenas por métodos lógicos na manipulação de símbolos para resolver problemas.

A intuição é geralmente invocada no raciocínio e tomada de decisão, como vimos nos testes experimentais anteriormente citados, a memória implícita, o processamento automático, estímulos emocionais, as comunicações não-verbais e a tomada de decisão relacionados com danos cerebrais, ou não, são importantes para compreender a intuição.

A experiência leva à intuição. O conhecimento obtido através da aprendizagem implícita é representado de forma difusa, e as ligações fracas, parcialmente no hemisfério direito do cérebro e, portanto, não pode ser resumido com precisão, de forma simbólica.

A criatividade requer a capacidade de fazer associações entre os conceitos ou ideias. Que segundo Heilman (2005), a chave está em «finding the thread that unites».

As imagens mentais são importantes para dois processamentos psicológicos: para recordar a memória e resolver problemas, podem permitir que as pessoas executem mentalmente os experimentos e permitir que as pessoas criativas vejam as imagens, processos ou combinações de objectos que nunca poderiam ser vistas ou que não existem.

Com a imaginação é possível criar um número infinito de variações, para descartar aquelas que considera inferiores, ou seja, toma uma decisão intuitivamente ou não, e reformular aquelas que atendem aos critérios e excelência do que cria. É o que muitos artistas fazem, antes de começar o seu produto artístico usufrui do uso de imagens mentais para ajuda-los a encontrar soluções criativas para os seus problemas.

Como já foi mencionado no capítulo dois, no processamento visual existem dois tipos níveis: o “bottom-up” que é um nível mais baixo utilizado para localizar bordas, detectar movimento, cor, profundidade e o “top-down” que é um nível mais alto utilizado para reconhecer o objecto, incluindo o processamento das informações armazenadas

sobre as propriedades. E também que a imagética visual e a percepção visual compartilham áreas subjacentes.

A imagética visual também activam o córtex frontal e suportam a premissa de que a imagem evocada é implementada por meio de mecanismos “top-down”, em parte mediada pelo córtex pré-frontal, além as áreas do córtex de associação visual.

A capacidade de imaginação e alterar imagens são muitas vezes os processos mais importante para a criatividade, porem segundo LeBoutillier & Marks (2003)¹⁵⁶ descobriram que a capacidade de imaginação não era muito maior naquelas pessoas que são consideras criativas em relação aos menos criativos. Colocando assim, a imaginação no mesmo patamar da inteligência: necessária, mas não suficiente.

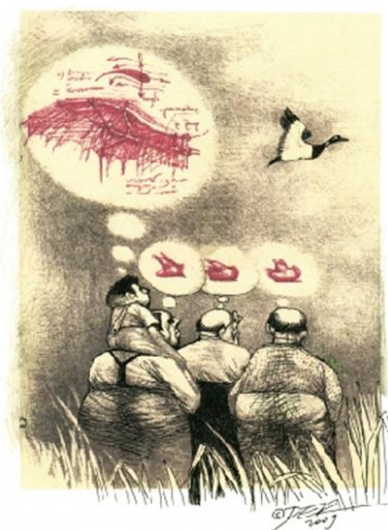


Ilustração 17 - Oleg Dergachov, *Clever Boy* (10/09)¹⁵⁷

A percepção visual, auditiva e táctil, também pode ser notada no pensamento associativo. Isto sugere que a criatividade depende da memória associativa e particularmente sobre a capacidade de interligar conceitos distantes.

O uso das analogias permite encontrar semelhanças e as relações entre os objectos, experiências e factos, a fim de preencher uma lacuna cognitiva ou para resolver um problema através da experiência prévia e conhecimento.

O pensamento analógico permite a partir de experiências anteriores e memórias, gerar novos significados e aumenta as possibilidades que levam à resultados criativos.

Segundo Oliverio (2008) o córtex associativo e pré-frontal estão envolvidos na produção de analogias. O córtex associativo permite uma associação entre os diferentes componentes de uma mesma experiência. Os diferentes componentes da

¹⁵⁶ Cit. Por Heilman

¹⁵⁷ Disponível em URL « <http://www.worldpresscartoon.com> », consultado em 2010/09/19.

experiência são distribuídos através de uma série de territórios corticais e em seguida re-associados no córtex associativo. Esse procedimento gera a plenitude de uma memória de dados. O córtex pré-frontal pode ser considerado como uma espécie de filtro dinâmico, um depositário das representações, onde é possível seleccionar os itens que são críticos, a fim de dar uma resposta a uma solicitação específica.

Quando as analogias são criadas, o córtex pré-frontal enquanto selecciona as informações e o córtex associativo interliga itens comuns.

Quando vivemos uma situação nova, fazemos um uso automático de analogia, isto é, a cérebro procura automaticamente por uma situação anterior que pode ser equiparada a nova e propõe uma solução equiparada com o caminho anterior.

Para Duch (2007), há três situações necessárias para o acontecimento da criatividade, em que a primeira é uma rica rede associativa, o espaço neural capaz de apoiar os estados complexos, a segunda é a imaginação, a capacidade de combinar de muitas maneiras activações cerebrais locais em grandes conjuntos coerentes e a terceira é a filtragem, que selecciona os mais interessantes (de emocional ou ponto de vista cognitivo) imagens mentais.

Na primeira metade do século XX os psicólogos da Gestalt aplicaram um conceito de reestruturação que considerava um processamento do pensamento em que capacitava qualquer ser humano de ter percepções súbitas e originais para resolver um problema (insight).

Stellan Ohlsson (apud Knoblich & Oellinger, 2006) pesquisa sobre o fenómeno do insight e esclarece que quando estamos diante de um problema, um dos nossos primeiros actos é construir uma representação mental na qual só se representam determinados aspectos, consoante ao saber prévio acumulado na nossa trajectória. Esse saber agirá como um trilho que conduzirá para respostas que já sabemos, inibindo que vejamos a questão de outra maneira. Sugere que a sequência de insight é melhor descrita como impasse seguido de reestruturação. A solução para um problema pode ser alcançada através de processos complexos e analíticos, com processos de insight ou da combinação de ambos.

Dessa forma é possível relatar tanto o envolvimento do hemisfério direito na fraca activação semântica e do hemisfério esquerdo na interpretação semântica na resolução de problemas interferem diferenciadamente a qualquer comportamento.

Resolver um problema de insight requer a reestruturação do problema ou uma mudança radical na representação dos elementos do problema (Bowden, Jung-Beerman, Fleck, Kounios, 2005).

Subsequentemente, depois de um período sem pensamento consciente, a solução ou ideia se apresenta. O estágio no qual se abdica do pensamento consciente

e durante o qual o inconsciente está trabalhando é chamado de incubação. Muitos cientistas têm relatado serem capazes de resolver problemas científicos mais complexos durante o sono ou quando estão acordando ou adormecendo. Um exemplo clássico é o August Kekulé que em 1865 descobriu a estrutura em forma de anel do benzeno através de um sonho com a cobra mordendo a cauda.

Bronowski (1972, cit. por Heilman et al., 2003) relatou que «creativity is finding unity in what appears to be diversity», pois para estas artimanhas é preciso também ter um forte representação de imagens e tomar a decisão em escolhê-la e manipulá-la de acordo com as necessidades.

Uma noite sem dormir basta para prejudicar ¹⁵⁸o pensamento inovador, a qualidade na tomada de decisões e a capacidade de actualizar planos à luz de novas informações.

Para Bowden, Jung-Beeman e Kounios o insight depende da confluência de alguns eventos. Por exemplo, no tratamento inicial do problema é produzida uma forte activação de informações que não está relacionada com a solução por insight e uma fraca activação de informações que são fundamentais para o insight (tão fraca, que é não se tem consciência). Num estudo com ressonância magnética possibilitou verificar que durante a resolução de problema, a solução por insight envolveu principalmente uma região do hemisfério direito (que segundo os autores é o lado mais propício de manter a activação difusa de significados alternativos, associações distantes e solução de conceitos relevantes). Este mesmo teste agora mensurado com EEG, revelou o aumento das ondas cerebrais de alta frequência (gama) apenas antes do insight e em ambos os hemisférios. Já mais próximo da resolução por insight (cerca de 1,5s antes) houve um súbito aumento na frequência alfa, sugerindo uma diminuição nas actividades neurais numa região do lado direito. Os autores concluíram que para o processamento de soluções por insight estão envolvidas a integração de algumas interpretações que não são dominantes para o indivíduo ou que contextualmente não são tendenciosas. Esta integração permite que conceitos ou elementos activados fracamente se fortaleçam e surjam na consciência e que os indivíduos devem mudar o foco do tratamento do problema, permitindo que a informação da solução ocorra no consciente.¹⁵⁹

Grabner et al. (2007) sugere que ideias subjectivamente classificadas como mais originais podem ser distinguidas neurofisiologicamente de ideias classificadas como

¹⁵⁸ Estudo psicológico realizado por Jim Horne e Yvonne Harrison em que os participantes que tiveram privação ao sono demonstraram maior rigidez de pensamentos: tendiam a repetir a mesma decisão para diferentes tarefas em vez de proporem novas ideias, foram menos criativos e inovadores em relação ao que dormiram (Blakemore & Frith, 2009).

¹⁵⁹ (Bowden E. et al., 2005).

menos originais. Isto porque ideias mais originais foram acompanhadas de maior sincronização de eventos relacionados no hemisfério direito, ou seja, a frequência alfa sincronizada no hemisfério direito relaciona-se com momentos de insights criativos pois exigem o processamento de informações semânticas e menos vulgares.

Eysenck (1995 cit. por Heilman, 2005)) sugeriu que durante a resolução consciente de problemas, o nível de excitação cortical é alto e esta excitação estreita o campo associativo e suprime a capacidade de fazer associações remotas mas o nível de excitação baixo pode permitir que associações remotas ocorram.

A percepção súbita de um determinado problema, origina uma experiência particular e subjectiva que quando positiva, se traduz numa intensa sensação de descoberta.

O saber porém é indispensável sobretudo quando se trata de abordar de forma eficaz e rotineira problemas já conhecidos. Influências prejudiciais só se manifestam quando a experiência passada se solidifica de tal forma que acaba bloqueando novas ideias, além disso como citado por Changeux¹⁶⁰, «a ideia não surge do nevoeiro». É preciso recorrer à imagens e representações «mnemotécnicas», a um vocabulário de formas e figuras que se estabilizaram na sua conectividade cerebral. Este vocabulário é formado por um «longo processo de epigénese por selecção de sinapses que marca cada indivíduo por um sinal particular» .

Marc Jung-Beeman e Edward Bowden (2007), investigaram as regiões cerebrais envolvidas a reestruturação e a percepção súbita e se os hemisférios cerebrais dão contribuições diferentes nesse domínio. Sabemos que o processo de visualização é contralateral, ou seja, o olho direito projecta informação para o hemisfério esquerdo e o olho esquerdo projecta informações para o hemisfério esquerdo. Deste modo mostraram brevemente a voluntários a solução de problemas envolvendo insight em que cuja resolução esses voluntários haviam fracassado, porém as imagens eram mostradas ora para o olho esquerdo, ora para o olho direito. As soluções identificadas com mais frequência foram as provenientes do olho esquerdo, que conduz a dedução de que «os processos inconscientes que conduzem à percepção súbita ocorrem predominantemente no hemisfério cerebral direito»¹⁶¹.

Bowden e Jung-Beeman (2007) sugerem que aos poucos já se consegue fazer a distinção entre os fenómenos de resolução de problema analítico (passo-a-passo) e o insight (tudo-de-uma-vez), no qual a solução aparece na consciência de repente e sem acesso consciente ao processo de solução e possui ligações com a hemisfério direito do

¹⁶⁰ (Changeux, J.P., 1997, p,43).

¹⁶¹(Knoblich e Öllinger, 2006).

cérebro e exemplificando que o insight não é um único processo pelo qual os problemas são resolvidos, pelo contrário, é a consequência de vários processos de interacção.

Esclarecem ainda que fenómenos utilizados com insight também são encontrados na percepção (o reconhecimento de uma figura ambígua) e na linguagem (a compreensão de uma metáfora ou uma anedota). Assim, o insight não é limitado à resolução de problemas, mas parece ser um fenómeno geral ou mecanismo da cognição¹⁶².

O factor fundamental que distingue aqueles indivíduos que conseguem aprender e escolher vantajosamente em tomadas de decisão daqueles que não fazem, é o grau em que os sinais de aprendizagem reforçada estão envolvidos. Convergem com as teorias de recompensa em que o sinal de previsão do erro é envolvido na aprendizagem. Este sinal pode ser responsável pela actividade de neurónios dopaminérgicos que se projectam para o estriado ventral e dorsal alterando o desempenho comportamental.

Vinte e nove indivíduos estudados enquanto realizavam uma tarefa de tomada de decisão com base em recompensas demonstraram a importância do sistema dopaminérgico no mesencéfalo na previsão de erros e na sinalização de recompensas críticas para aprendizagem da utilização de acções específicas e para a tomada de decisões.¹⁶³

Um estudo Rex Jung et al. (2010) relacionou as medidas de espessura cortical com as medidas psicométricas de criatividade. Observaram que a espessura da matéria cinzenta do giro cingular posterior direito e giro angular direito, aumentaram relacionadas com o desempenho em testes de criatividade¹⁶⁴. Estes resultados sugerem que o desenvolvimento da capacidade cognitiva (incluindo a capacidade cognitiva) pode estar associada com os níveis baixos da espessura cortical em regiões discretas do cérebro, especialmente nos mais jovens (já que a amostra foi realizada com um grupo de com a faixa etária de estudantes universitários).

A distribuição de áreas significativas em todo o cérebro, encontradas no estudo, sugere que o fluxo de informação entre áreas do cérebro pode ser a chave para a criatividade, incluindo as corticais frontais e posteriores. Foram indicadas duas regiões corticais com a espessura aumentada relacionadas com a capacidade criativa: o córtex cingulado direito (área 24 do mapa de Broadman), relacionados com o desempenho

¹⁶² (Bowden e Jung-Beeman, 2007).

¹⁶³ (Schönberg, et al.,2007)

¹⁶⁴ Foram utilizados o Composite creativity Index (CCI) e Creative Achievement Questionnaire (CAQ) para mensurar a capacidade criativa.

medido em pensamento divergente – novidade - e o giro angular direito (área 39 do mapa de Broadman) relacionadas com a realização criativa - utilidade.¹⁶⁵

Na Preparação (primeira etapa do processo criativo) é feita a recolha de competências e conhecimentos que permitem e facilitem a criatividade, durante a pesquisa de novos recursos são construídos e armazenados na memória de longo prazo

Uma mente preparada permite aos criadores perceber a importância do fenómeno que observam. Assim, provavelmente as pessoas criativas foram incubando ideias sobre o fenómeno antes da observação, mas a observação altera os processos cognitivos de tal forma que com a observação eles têm uma experiência de iluminação. Novas estruturas de controlo para este processo são criadas na memória de curto prazo. Ao realizar esta experiência são efectuadas tentativas de refutar ou apoiar a sua hipótese. Este é o processo de verificação¹⁶⁶.

Cada um desses três sistemas ganha autonomia dependendo da situação. Quando há perigo repentino, agimos por instinto, em outras ocasiões as emoções embotam o pensamento, mas na maior parte das vezes procuramos ser racionais, chegando até a controlar instintos e emoções.

Assim como foi relatado no *início* deste capítulo, os três sistemas *indicados* aqui, começam pela vogal *i*, portanto depois do que *informado*, podemos sugerir que todos são *importantes*, porque *interagem* nos processos *internos*, podendo até ser *implícitos*, *instintivos* e *inatos*, apresentando uma automaticidade comportamental *involuntária*, *inconsciente* e *irracional*. Pode-se *inferir* que as *impressões* comportamentais *impostas* por estes três sistemas podem *interferir* nos processos de tomada de decisão, no pensamento criativo e na resolução de problemas. A *intuição* reflecte um condicionamento baseado no “sentimento de conhecer” semelhante aos condicionamentos da memória, o período de *incubação* reflecte o acúmulo gradual da força da *ideia* condicionada e depende em parte das *imagens* mentais (*imaginação*) e o *insight* (*iluminação*) reflecte o surgimento do pré-consciente para o esclarecimento na consciência.

¹⁶⁵ (Jung, Rex E., et al., 2010)

¹⁶⁶ (Heilman, Nadeau e Beversdorf, 2003).

3.5 O Prazer e a razão no processo criativo (principalmente artístico)

Heilman ressalta que as pessoas criativas possuem uma forte característica de persistência, mesmo que não recebam recompensas externas, como dinheiro ou reconhecimento social. O que motiva e garante a persistência dessas pessoas?

Pesquisas Behavioristas (Skinner, cit. por Heilman, 2005) sugerem que as pessoas criam porque têm recompensas por suas criações (o reforço positivo), porém os casos de artistas e cientistas que nunca receberam reconhecimento ou recompensas e continuaram as suas produções são muito conhecidos, o que nos leva a acreditar que para além desses estímulos externos existam motivações desconhecidas neste processo.

Esta motivação pode provir de factores internos. Punset (2008) afirma que existe uma relação entre a conduta criativa do indivíduo e o equilíbrio da dopamina e da serotonina no organismo. Em sujeitos normais, que não se destacam pela sua criatividade, esses neurotransmissores têm níveis equivalentes. Nos indivíduos criativos, ambas as substâncias têm um nível um pouco superior à média.

Portanto a necessidade da originalidade surge para combater a massificação que produz um cansaço estético, para interagir com mecanismos de prazer para que a novidade reactiva a atenção que é enfraquecida pela repetição.

Incitando os critérios que determinam a decisão final do indivíduo criativo, invoca-se frequentemente a razão, a avaliação estratégica que tem por objectivo a plausibilidade, que contribuem para adequação ao tema.

O prazer e a razão na criatividade pode ser tanto subjectivo (que diz respeito ao indivíduo criativo) quando intersubjectivo (que diz respeito a quem avalia ou aprecia o produto criativo). Em ambos os casos se estabelecem uma interpretação pessoal no seu acto. Na vertente expressiva (que corresponde à criação) se estabelecem coerências entre níveis racionais e afectivos do mundo mental, em que o *stock* de materiais e conhecimentos disponíveis em memória são fundamentais para seu desenvolvimento. Na vertente receptiva estão em jogo a motivação, a intenção, a atenção e a expectativa, que necessitam do envolvimento das formações responsáveis por processos emocionais, perceptivos e de reconhecimento do mundo sustentados na memória.

Do ponto de vista evolutivo, o cérebro se desenvolveu com dois tipos diferentes de informações: o emocional e cognitivo, que foram apresentados durante o decorrer do trabalho.

Apesar da sobreposição entre esses dois sistemas informacionais, quando estas vias alcançam o tálamo seguem duas vias distintas, onde o tratamento inicial do

conteúdo emocional ocorre em várias estruturas do sistema límbico, como a amígdala, enquanto os níveis seguintes de processamento afectivo ocorrem no córtex cingulado e no córtex ventromedial. O conteúdo emocional envolve um outro conjunto de estruturas límbicas, principalmente o hipocampo e os córtices temporal, occipital e parietal. A integração plena da informação emocional e cognitiva depende do facto de que ambas convergem para o Córtex pré-frontal dorsolateral.

O córtex dorsolateral é envolvido em processos de execução e integra as informações de modo a permitir funções cognitivas mais elevadas como o pensamento abstracto, flexibilidade cognitiva, planeamento e consciência auto-reflexiva.

Os sistemas implícito e explícito estão envolvidos na aquisição de memória e representação cognitiva. Sendo o implícito é inacessível à consciência e não pode ser expresso verbalmente é da responsabilidade dos gânglios da base. E o explícito que é acessível à consciência e pode ser expresso verbalmente é da responsabilidade do lobo frontal, pré-frontal e estruturas do lobo temporal medial.

Estes sistemas podem ser activados em paralelo. O striatum é uma das principais estruturas dos gânglios da base é também envolvida em funções cognitivas devido à sua conexão com o córtex frontal e pré-frontal.

O estriado ventral (núcleo acumbente) antecipa os resultados gratificantes de escolhas. E exerce um papel central nos comportamentos de reforço positivo ou negativo. Representa uma rede de recepção crítica emocional através de estruturas límbicas como a amígdala, dos núcleos mesencefálicos envolvidos em comportamentos reforçados a partir de estruturas cognitivas como o hipocampo e o córtex pré-frontal. Além disso está relacionado com memórias processuais e declarativas pois possui uma comunicação aferente e eferente com núcleos e estruturas corticais e elabora e converte as informações adequadas em respostas comportamentais que podem ser reforçadas.

Os mecanismos sub-corticais de reforço, através da sua interacção com o córtex frontal e o sistema límbico emocional e estrital exercem uma ligação nas funções das tarefas cognitivas nos processos de cognição.

Já o hipocampo, o córtex temporal e estruturais frontais são envolvidas na aprendizagem de novas experiências, principalmente baseada na memória explícita, enquanto o sistema estrital se encarrega da mesma informação quando fica mais conhecida e repetida.

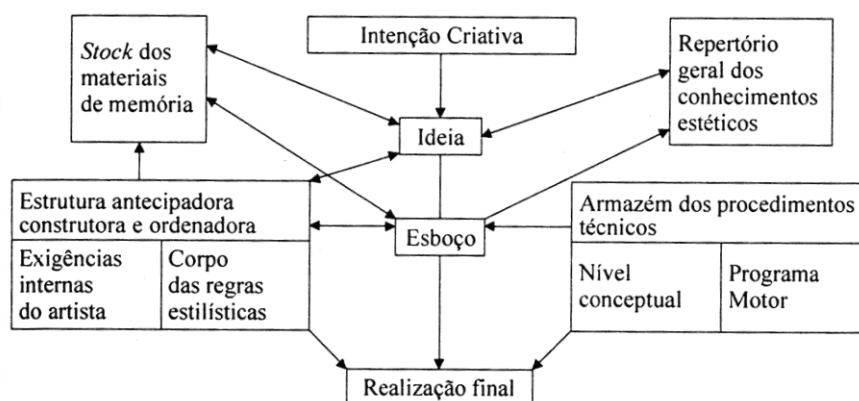


Ilustração 18 - Diagrama do processo criativo (Vigouroux, 1999, p. 223)

No processo criativo proposto por Vigouroux (1999), as engrenagens mentais que sustentam a intenção criativa provêm dos materiais de memórias que tanto podem ser representações sensoriais, conceptuais, abstractas ou afectivo-emocionais, porém há uma estrutura antecipadora que intervém neste stock favorecendo as exigências internas e as regras estilísticas. Podemos considerar que do outro lado do diagrama está a influência do repertório dos conhecimentos estéticos, possuindo este um lado também emotivo, pois como acabamos de ver, a recepção de factores externos e estéticos também podem ser processos emocionais.

«(...) os despertares afectivos que é potencialmente capaz de provocar no pintor em primeiro lugar e em seguida no espectador. Por fim, a coerência lógica entre os elementos que compõem surge como um todo na cabeça do pintor, como uma revelação, da mesma forma que a descoberta da solução de um problema ilumina o pensamento matemático». (Changeux, 1997, p,46).

Sem dúvida que a descoberta para um problema pode gerar estados de alegria, de prazer e euforia. Berridge (2003 cit. por. Heilman, 2005) relatou a conexão do núcleo acumbente com o córtex pré-frontal medial e orbitofrontal, que projecta-se para o pálido ventral e o tálamo dorsomedial voltam para os lobos frontais, provavelmente sendo o sistema do cérebro que permite e induz o prazer. As lesões no estriado ventral, além de aumentar os comportamentos de risco também parecem induzir a anedonia (perda da capacidade de apreciar), e as projecções do estriado ventral para o córtex cerebral possam permitir que as pessoas desfrutem conscientemente da novidade e da criatividade.

O córtex orbitofrontal recebe a entrada de quase todas as áreas dos córtices de associação. Os córtex orbitofrontal recebem entradas de sistema límbico através da amígdala, que são conhecidas por desempenhar um papel especial na mediação de emoções. Assim o orbitofrontal converge e integram informações sensório-cognitivas com informações límbico-emocionais, permite ao organismo identificar situações com propriedades gratificantes.

As áreas multimodais ricas de redes de neurónios que armazenam memórias do significado destes estímulos e como esses estímulos estão relacionados a outros estímulos e conceitos.

A necessidade da motivação, que Damásio cita como um dos requisitos para o indivíduo criativo, juntamente com utilização desse conhecimento leva a um comportamento orientado por objectivos.

A neocórtex é a região mais recente no plano evolutivo, e permitiu aos seres humanos criar um repertório rico de comportamentos, porém existem áreas mais primitivas responsáveis por monitorar o mundo interior do corpo, que o caso do sistema límbico e do hipotálamo e o mundo exterior, que é o caso dos córtex temporal, occipital e parietal.

Assim os comportamentos espontâneos gerados por estas regiões mais primitivas são constantemente reprimidos para a realização de comportamentos mais específicos e complexos. Igualmente os lobos frontais, não só são responsáveis por planejar e implementar objectivos comportamentais, como pode inibir e controlar comportamentos mais primitivos.

Oliverio (2008) esclarece que há espécies especialistas que dependem de padrões instintivos determinados pelas memórias genéticos diferentemente dos seres humanos que são espécies generalistas que são mais flexíveis, que adquirem novos padrões de comportamento através da experiência individual e também são capazes de montar temporariamente diferentes padrões comportamentais para resolver novos problemas.

Segundo o autor, uma dieta variada, a segurança contra os predadores e também vivendo num contexto social “relaxado”, favoreceu uma atitude hedonista e uma variabilidade comportamental, sendo uma pré-condição do comportamento criativo.

Moreno (2006) relata que o homem criou o mundo das coisas (que ele denominou as *conservas culturais*), e que estas eram prestimosas em situações ameaçadoras e asseguram a continuidade de uma herança cultural e quanto mais se desenvolveram mais raramente sentiam a necessidade de inspiração momentânea. O declínio da função criadora do homem, ao enfrentar os problemas do nosso tempo, nos obrigou a proceder a uma análise e reavaliação da *conserva cultural*, também nos vimos

forçados a dirigir a nossa atenção para outros factores de espontaneidade e criatividade a partir de um novo ponto de vista.

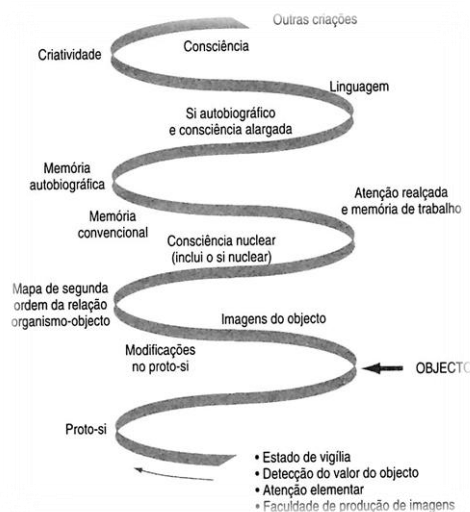


Ilustração 19 - Do estado de vigília à consciência, Damásio, 2001:352. Arquitectura dos sistemas que suportam a criatividade¹⁶⁷.

Segundo António Damásio (2001), os indivíduos favorecidos de consciência estabelecem uma comunicação entre o mundo da regulação automática e o mundo da imaginação (o mundo em que as imagens das diversas modalidades sensoriais podem ser combinadas de modo a produzir novas imagens de situações que ainda não aconteceram). Executa o seu papel abrindo caminho à criação de respostas originais num meio ambiente para o qual esse organismo não está preparado em termo de respostas automatizadas. O mundo das criações imaginárias – o mundo do planeamento, da formulação de cenários e da predição dos resultados – fica assim ligado ao mundo do proto-si.

“ ...o poder da consciência provém da ligação eficaz que esta estabelece entre a maquinaria biológica da regulação da vida individual e a maquinaria biológica do pensamento. Essa ligação constitui a base para a criação de uma preocupação individual que permeia todos os aspectos do pensamento, proporciona um foco para as actividades de solução de problemas, e inspira

¹⁶⁷ Neste espiral ascendente Damásio estabelece algumas explicações sobre, por exemplo, que o estado de vigília não é sinónimo da consciência, onde a pessoa pode estar no estado de vigília e não estar consciente. O *proto-si* se revela como a representação mais básica do corpo no cérebro que sofre modificações pela interacção com o ambiente. Quando essas mudanças são relacionadas com o objecto que causou a mudança, nasce o *si nuclear* (re-representações) e com ele a *consciência nuclear* que constitui um rito de passagem para o conhecimento, fornecendo ao organismo um sentido de si num momento – agora e num lugar – aqui. O *si* ligado à ideia de identidade é o *si autobiográfico* que depende de memórias singulares e biográficos que caracterizam a pessoa e a *consciência alargada* que permite que o passado e o futuro são sentidos em simultâneos com aqui e agora. Sobre esta consciência estão funções superiores como a linguagem e a criatividade, onde se situam também relações sociais e noções abstractas.

as consequentes soluções. A consciência é valiosa porque centra o conhecimento na vida de um organismo individual” Damásio, 2001: 345.

A figura 19 representa a criatividade acima da consciência, pois segundo o autor exige mais do que a consciência tem para oferecer (embora esteja presente no processo criativo). A criatividade exige a memória dos factos e de aptidões, linguagem e elevadas memória de trabalho e capacidade de raciocínio.

Damásio ainda ressalta que o efeito que a existência produz na criatividade tem efeito novamente na existência, criando um círculo de influências entre existência, consciência, criatividade. E que o sentido do *si* liga a antecipação à automatização, um novo meio para obter a homeostasia comportamental que garante a preservação do interno com respostas comportamentais para garantir a preservação do indivíduo ou da espécie.

Podemos sugerir que a evolução da consciência e o conhecimento melhorado das experiências passadas geraram capacidade de prever e antecipar estratégias culturais e comportamentais criativas na busca do prazer e da recompensa. Este efeito já não pode ser considerado um fenómeno de sobrevivência, mas sim, o Edelman (2002) considera “*supervivência*”.

Indivíduos criativos, muitas vezes criam porque a execução lhes traz prazer e satisfação. É sugerido então, que este comportamento é auto-motivador em que não é prevista a recompensa futura.

Sempre que se pensa em artistas, principalmente dos que prefiguraram a história da arte ou pessoas altamente criativas, há sempre o cliché de boémios, extravagantes e principalmente com a taxa elevada do uso de substâncias químicas.

Um componente angustiante no processo criativo é o chamado “bloqueio”, que altera a produtividade do criador. A “falta de inspiração” associa-se com a incerteza da aceitação e do reconhecimento do público. Alguns recorrem a “muletas psicológicas” para enfrentar estas incertezas¹⁶⁸. O desejo de alterar o estado de consciência para a obtenção de excitação e estimulação, ou calmantes, faz muitas pessoas recorrerem ao uso das drogas.

A ansiedade é associada a altos níveis de norepinefrina e um elevado nível de norepinefrina pode inibir a inovação criativa e estas drogas agem na comunicação dos neurotransmissores e outros sistemas de mensageiros químicos e nos sistemas cerebrais envolvidos no prazer e recompensa.

¹⁶⁸ (Scliar, 2008).

Embora diferentes estas drogas partilham uma característica comum por promoverem a libertação do mensageiro químico dopamina em algumas regiões do cérebro que instiga a procura por mais.

Pode ser que os mesmos mecanismos cerebrais que fazem das pessoas criativas propensas ao vício reforcem a curiosidade e a propensão para assumir riscos, ambas importantes para o processo criativo. As pessoas que têm um forte desejo de novidade são as que têm o maior risco de uso de drogas, pois há uma evidência que a exposição à novidade activa, em partes, os mesmos substratos neurais de recompensa que medeiam os efeitos do uso de drogas. Como citado anteriormente, O sistema que tem merecido o título de mediador da recompensa é sistema dopaminérgico mesolímbico. Uma parte deste sistema faz projecções do mesencéfalo para o núcleo acumbente (estriado ventral), o estriado ventral e suas conexões com o sistema límbico têm sido relatado como fundamental para a dependência de álcool. (Heilman, 2005)

A produção criativa envolve tantos comportamentos racionais como relacionados com prazer, sendo o primeiro importante para a avaliação durante os estágios em praticamente todos os estágios da produção criativa e o prazer importante para o indivíduo criativo que já têm a consciência e a antevisão das reacções emocionais provocadas pela descoberta e por comportamentos intrínsecos que favorecem o acto criativo.

Em casos de lesões frontais, uma pessoa não só perde a capacidade de orientar comportamentos objectivos, mas não conseguem inibir os comportamentos primitivos, pois da mesma forma que esta região é responsável para a realização de objectivos de longo prazo que permitem realizar actividades que não podem oferecer recompensas de imediato, mas a suposição de recompensas a longo prazo.

Heilman (2005) chama de «inteligência frontal» a capacidade de ter objectivos a longo prazo e para suprimir as unidades biológicas quando elas interferem nas metas de longo prazo, bem como a capacidade de persistir e não se distrair. Porém parece que o mesmo lobo frontal que inibe alguns comportamentos parece estar relacionado com o processamento pensamento divergente, no qual a principal característica é tomar um rumo diferente a partir dos modos de pensamento predominante

Os lobos frontais possuem conexões com as regiões polimodais e supramodal dos lobos temporal e parietal onde são armazenadas as representações conceptuais semânticas. Esta conexão sugere as activações das redes conceptuais e semânticas que são fundamentais para o desenvolvimento de soluções alternativas.

Burgess et al., 2003 em um estudo realizado com PET sugeriu que o córtex frontal medial é importante para reprimir internamente os pensamentos gerados e o lobo lateral é importante para gerar e manter esses pensamentos.

Em contraste, a flexibilidade cognitiva associada e associada a abertura e pode ser uma garantia, não apenas para a criatividade, mas também para as relações interpessoais. Corroborando com noção de que abertura permite ao sujeito a melhor apreciação da complexidade e assimetria.

Jung Beeman et al., (2009), inferiu que o humor positivo modula a atenção ou os mecanismos do controlo cognitivo, no qual os indivíduos são capazes de detectar (e utilizar) as associações remotas que são poucos activas.

A dificuldade fundamental que se enfrenta durante a solução de problemas é ter que descartar esquemas cognitivos activados e abordar o problema de uma perspectiva completamente nova e isto que um pensamento associativo alargado. Eysenck (1995) propôs que indivíduos extremamente criativos tenham como característica a ampliação associativa e estilo cognitivo super-inclusivo. Como resultado, seriam capazes de gerar ideias inovadoras e incomuns.

Algumas definições sobre a criatividade propostas no início deste capítulo evidenciaram uma interacção entre o indivíduo e a sociedade e que por meio dela se destacam algumas características atributivas à criatividade.

Em 1965 Walter Cannon (cit. por Heilman, 2005) já havia observado certas características de personalidade para a carreira criativa:

- a) A pessoa deve ser criativa – deve aprender ou ser capaz de realizar múltiplas estratégias e saber usá-las ou alterá-las; (Lobos Frontais)
- b) Correr e assumir riscos; (Lobo Frontal e gânglios da base)
- c) A curiosidade, o desejo por explorar e procurar novidade; (sistema estrital)
- d) Honestidade – reconhecer seus próprios erros e descoberta de outras pessoas;
- e) Adiar a gratificação – o intervalo entre o momento que é iniciado trabalho e o momento da conclusão;
- f) Humildade – quando não há humildade, há pretensão e impede que a pessoa continue aprendendo principalmente com os erros.

A tabela apresentada a seguir posiciona algumas destas características denominadas traços de personalidade presentes em pessoas criativas reconhecidas por Eysenck e Wechsler, porém já consideram tanto características sociais como anti-sociais.

Esta dissociação entre os critérios comportamentais da criatividade sugere um dualismo tanto do indivíduo que cria, quanto na sua acção de produção. Mas ao mesmo tempo, têm que haver uma associação entre estes critérios com intuito de gerar

consensualidades, na mesma forma que a razão e prazer / a emoção e a cognição estão envolvidas na acção criativa de uma maneira integrativa e sobreposta.

Conforme Eysenck (1999, p. 216)	Conforme Wechsler (2002, pp. 72-73)
1. Independência de atitude e comportamento social	1. Confiança em si mesmo ou autoconceito positivo
2. Dominação	2. Pensamento original e inovador
3. Introversão	3. Alta sensibilidade externa e interna
4. Abertura a estímulos	4. Fantasia e imaginação
5. Interesses amplos	5. Inconformismo
6. Auto-aceitação	6. Independência de julgamentos
7. Intuição	7. Abertura a novas experiências
8. Flexibilidade	8. Sentido de destino criativo
9. Presença e atitudes sociais	9. Idéias elaboradas e enriquecidas
10. Uma atitude anti-social	10. Preferência por situações de risco
11. Preocupação com normas sociais	11. Alta motivação e curiosidade
12. Radicalismo	12. Elevado senso de humor
13. Rejeição a restrições externas	13. Impulsividade e espontaneidade
	14. Fluência e flexibilidade de idéias
	15. Uso elevado de analogias e combinações incomuns

Ilustração 20 - Comportamentos sugeridos para o indivíduo criativo citados por Eysenck e Wechsler. (Pinheiro, 2009).

CAPÍTULO IV

4 A NECESSIDADE DA CRIATIVIDADE NA CIÊNCIA E NA ARTE E A NECESSIDADE DA ARTE E DA CIÊNCIA NA CRIATIVIDADE

Por que precisamos ser criativos? Por que precisamos da arte? Por que precisamos da ciência?

PICASSO: (Arguing) And what the hell do you know about it anyway ... you're a scientist! You just want theories...

EINSTEIN: Yes, and like you, the theories must be beautiful. You know why the sun doesn't revolve around the earth? Because the idea is not beautiful enough...

PICASSO: So you're saying you bring a beautiful idea into being?

EINSTEIN: Yes. We create a system and see if the facts can fit it.

PICASSO: So you're not just describing the world as it is?

EINSTEIN: No! We are creating a new way of looking at the world!

PICASSO: So you're saying you dream the impossible and put it into effect?

EINSTEIN: Exactly.

PICASSO: Brother!

EINSTEIN: Brother!

(S. Martin, 1996. cit. por Pfenninger & Shubik, 2001: 214)

O suposto dualismo de Descartes que alguns cientistas criticam, pode estar influenciando implicitamente os seus modos de pensar e agir e participando nos métodos de suas pesquisas.

Primeiramente e pela ordem deste trabalho, vamos falar da relação dualista que existe entre a arte e a ciência.

A função da arte é uma extensão da função do cérebro, ou seja, a aquisição de conhecimentos sobre o mundo. É de natureza construtivista, que visa o aperfeiçoamento deliberado e a elaboração de modelos mentais e visões de mundo. Estes são produtos naturais de cognição individual que resulta na tendência do cérebro em integrar as informações perceptivas e conceituais. Esta integração neural refere-se a uma unificação “cross-modal” onde muitas fontes de experiência geram um único modelo abstracto ou perceptivo.

A arte é fruto de uma variabilidade, resultado da evolução na qual os estudos neurobiológicos não podem elucidar apenas a fonte de uma das mais ricas e experiências subjectivas que somos capazes, mas também os determinantes da variabilidade na criação e apreciação. Artistas são neurologistas que implicitamente estudam os cérebros com suas técnicas próprias e exclusivas. (Zeki, 1999)

O artista tem historicamente o papel de investigação da percepção visual embora nem sempre esta investigação foi feita com experimentos ou resultados verificáveis, mas sim intuitivamente.

Antes de se estudarem as células de orientação selectiva (que respondem selectivamente as linhas rectas) Mondrian estabelece a linha recta como característica principal de suas composições, a mesma característica é encontrada em Kazimir Malevitch.

Muito antes de ser traçado o centro de movimento visual do cérebro (área V⁵) artistas com Alexander Calder enfatizou em suas obras (arte cinética) movimento, cor e forma, estimulando as células da área V⁵. A arte visual contribuiu para a compreensão do cérebro visual porque explora as suas capacidades perceptivas. Uma das funções da arte pode ser portanto uma extensão da função do cérebro, a saber, a buscar conhecimento sobre o mundo.

Jonah Lehrer citou também exemplos de como a arte antecipou algumas descobertas científicas. E relata que o raciocínio dos artistas pode ajudar a os cientistas. Não tendo dúvidas de que se fariam mais descobertas científicas se os laboratórios contratassem músicos e pintores para colaborar com os investigadores.

De facto os artistas parecem perceber as coisas de maneira diferente. Punset (2006) relata uma experiência realizada com o pintor Humphrey Ocean em que foram registados os movimentos dos seus olhos e descobriram que Ocean podia controlar com maior precisão o movimento de seus olhos em relação às pessoas que não eram artistas. Isto parece ajudar na concentração de pormenores mínimos e invisíveis para outra pessoa. Além disso observaram a sua actividade cerebral enquanto desenhava e compararam com as imagens de pessoas «não-artistas». O resultado foi que estas últimas utilizaram mais o lobo occipital que intervém na obtenção da informação e em contrapartida, Humphrey utilizava mais a área do lobo frontal responsável pelas emoções.

O contrário também pode acontecer, como é o caso da “op art” que nos anos 60 se beneficiou das descobertas científicas sobre os processos de contraste e cor na retina provando que o cruzamento de informações também é possível.

A maneira de observar a realidade e como as informações são armazenadas influenciará na acção da tomada de decisão. No caso de Humphrey é mais provável supor que o segredo não está em como as pessoas vêem, mas como sentem o que vêem, sendo um processo muito mais complexo e profundo e que provavelmente pode ser melhor apreendido.

No momento em que processamos estímulos sensoriais, primeiramente é constituída uma fase de procura e selecção, que explora o ambiente e depende de uma

actividade motora que conduzirá os órgãos dos sentidos na devida direcção. Em seguida, os elementos seleccionados desta actividade são tratados, enviando estas informações, por meio de impulsos eléctricos por intermédio das vias aferentes, para os centros nervosos superiores e ganham uma representação mental. Em um último estágio estes dados são integrados e tornam-se fenómenos vividos, confrontados com as representações memorizadas (Vigouroux, 1999).

É por este motivo que a educação estética não pode ser reduzida ao conhecimento nem a informação, ao contrário, é na percepção pessoal que reside a compreensão da obra de arte em toda a plenitude do seu significado. Na interacção com a obra de arte o indivíduo enriquece o seu próprio interior em dois sentidos: na maneira com que os significados contidos na obra de arte se adequam à realidade do indivíduo ou quando contradizem com o seu mundo.

Em caso de um diálogo empático, ou seja, quando os significados contidos na obra interagem com a personalidade do receptor, há a absorção de novos conteúdos. Se houver contradições entre os significados da arte com a percepção do mundo do indivíduo pode permitir o desenvolvimento da capacidade de ver objectos e eventos a partir de pontos de vista diferente. Deste modo o contacto com obras de arte permite ao indivíduo favorecer as suas relações com o mundo mais flexíveis, significativas e orientadas para o futuro, tornando-se mais adaptativas (Leontiev, 2000).

Na conferência denominada *Educação Artística e Ciência*¹⁶⁹ que teve lugar no Centro Nacional de Cultura, o neurologista e professor João Lobo Antunes relatou a diferença entre a distinção semântica que há entre a ciência e a arte. Segundo ele, há diferenças entre invenção, descoberta e criação. Sendo que as duas primeiras pertencem à ciência e a última à arte.

O professor, ressaltou que ultimamente a invenção tem pertencido à tecnologia, porém na ciência ocorre a inevitabilidade e impessoalidade da descoberta, ou seja, de uma maneira ou outra, independente do cientista, a descoberta é inevitável e a tendência científica de descobertas a partir de outras descobertas, sendo mais importante a descoberta e não o descobridor. Já na arte a criação é imprevisível e esta sempre ligada ao seu criador.

Isto pode ocorrer porque segundo Heilman (2005) há muitos cientistas que colaboram com Institutos e laboratórios das universidades e recebem monetariamente para isto. Em alguns casos estas recompensas não são muito altas, pois quando a descoberta em que trabalham é realizada fica como propriedade do governo ou da

¹⁶⁹ A Conferência “A EDUCAÇÃO ARTÍSTICA E A CIÊNCIA” fez parte do ciclo de conferências denominado A educação artística do século XXI realizada no Centro Nacional de Cultura (Lisboa), organizado pelo clube Unesco de Educação Artística em 29 de Setembro de 2010.

Universidade, já o artista, depois de criar, precisa convencer outras pessoas para divulgá-lo, como donos de galerias, editoras, produtoras musicais, entre outros.

Na ciência a criatividade acontece numa necessidade humana em controlar a natureza e satisfazer as nossas necessidades alimentares, no prolongamento de vida, no controlo do medo e na redução das dores e sofrimentos. Na arte o resultado já fornece uma unidade na variedade¹⁷⁰. A Arte como a ciência não é uma cópia da natureza, mas uma recriação dela.

Utilizando a hipótese sobre a atenção global e focada, podemos sugerir que os cientistas possuem um foco mais detalhado no processo de criatividade. Já os artistas seguem o modo de atenção global. É como se o artista explicasse o «como» e o cientista explicasse o «porque» e o «onde».

Certamente a união do «como», «onde» e «porque» responderia de uma forma muito mais completa e poderiam ser mais sucedidas do que quando isoladas.

Gonçalves (2000) cita que actualmente a arte e ciência possuem algumas origens comuns. Ambas são fruto da experiência e do livre pensamento, pois cooperam com a modificação da consciência humana através da liberdade do pensamento e da difusão da experiência.

Os traços de personalidade do indivíduo criativo foram citados de forma a lançar também o dualismo que se confirma no quadro da figura 20, proposto por Pinheiro (2009), ao buscar semelhanças e dissemelhanças nas características criativas propostas pelos autores Eysenck e Wechsler. Mais uma proposta ambígua é criada, pois da mesma forma que nos mesmos quadros são aceites traços de personalidade sociais, também são citados traços de personalidade anti-sociais.

Durante este trabalho foram citados exemplos que geram a estimulação e a inibição que aparentemente são palavras e atitudes antónimas, mas que segundo Pinheiro, apresentam uma complementaridade. Assim segundo o mesmo autor a oposição gerada pelo encontro de estímulos diferentes provocaria, supostamente, uma reacção nula ($A+B=0$), porém como acima citado, o dinamismo da estrutura cerebral e do comportamento humano, vão somar os estímulos antagónicos e gerar um estímulo diferente e mais complexo ($A+B=C$).

Nesta tendência o autor posiciona eixos para a criatividade que são distintos de acordo com a configuração e o tipo de ligação das redes neuronais. Estes eixos são classificados perpendicularmente segundo o grau de divergência e da fluência.

¹⁷⁰ Heilman, 2005.

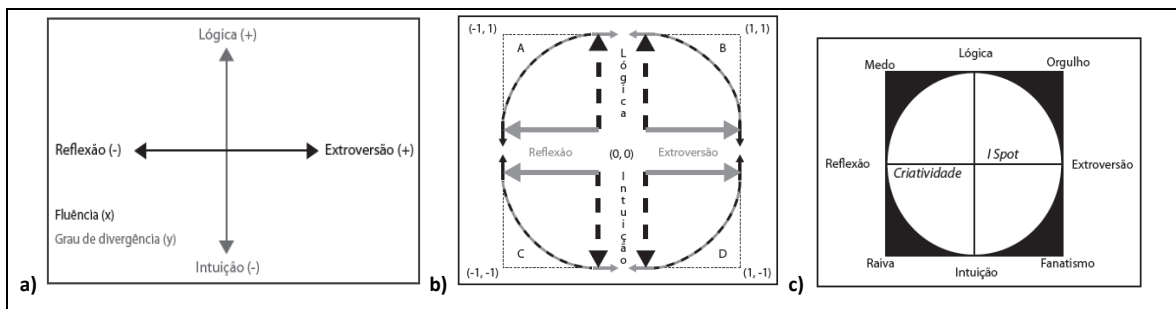


Ilustração 21 – a) Cruzamento do grau de divergência com fluência; b) área circundante das relações dos vectores Fluência e Grau de divergência, estabelecendo áreas A, B, C e D; c) Modelo Geral de Criatividade, onde a área branca representa o espaço conceitual e a preta (A, B, C e D da figura b) representa factores de resistência à mudança e a intersecção dos eixos representa *I spot* – criatividade (Pinheiro, 2009).

A figura (a) representa a intersecção dos eixos, em que o eixo absoluto (y) consiste no grau de divergência e nos vectores de lógica e intuição, sendo o primeiro caracterizado pelo pensamento lógico e em oposição o segundo vector caracteriza o pensamento intuitivo. Considerando o que foi acima citado, um vector não inibe o outro, há a possibilidade da soma, porém quando há uma superação (dominação) entre os vectores há tendências para comportamentos extremamente imparciais e prováveis patologias. Perpendicular ao eixo y está o eixo relativo (x) que consiste na frequência do fluxo de informações processadas e que a reflexão repassa as ideias, aprofundando o domínio de um mesmo tópico, valorizando a qualidade e a extroversão contempla a variedade e a troca de categorias de pensamento muito amplos e divergentes, valorizando a quantidade.

A figura (b) representa os quadrantes resultantes na interacção dos eixos que compõe a criatividade. A intersecção desses eixos promove a relação entre dois vectores e a existência de quatro quadrantes. Por sua vez, a interacção entre dois vectores conflituosos gerará situações limitadoras da criatividade. O quadrante situado entre a reflexão e a lógica determina a área A – medo, assim com a lógica com a extroversão (determinados pela área B) resultam no orgulho. Já a interacção da extroversão com a intuição, determinam a área D e o fanatismo e a intuição com a reflexão correspondem a área C e a constituição da raiva. Estes inibidores actuam na rigidez mental, tanto individual como colectiva, resultando a resistências a mudanças.

A área A pode ser atribuída com o que já foi mencionado neste capítulo e no capítulo dois em que a participação da memória e dos estados emocionais trazem à consciência experiências já vividas em que a possibilidade de perda é maior do que a recompensa. As frustrações e os “marcadores somáticos” «tendem a classificar a instabilidade como algo a ser evitado, acarretando simultaneamente nos comportamentos estereotipados e na falta de criatividade» (Mason, Clubb, Latham & Vickery, 2007, cit. por Pinheiro, 2009, p.156)

A área B tende a constituir as boas ideias que fascinam os seus descobridores especialistas em uma determinada área e por um período curto de tempo, pois são atribuídas e presas em contextos únicos e específicos, sem possibilidades de encontrar outros caminhos e diminuindo a possibilidade de adequação, actualização e um número menor de categorias de respostas.

A área C pode se referir ao stress, em que há um excesso de ruído no ambiente, a falta de reconhecimento junto aos seus pares ou a sensação de incompreensão. Ao contrário dos indivíduos com medo ou orgulho que a criatividade é limitada por falta de opções, os indivíduos com raiva são incapazes de concentrar e seleccionar uma alternativa entre as várias que possui, persistindo na alienação.

A área D se refere ao conservadorismo que impede a inovação. Mesmo ao se deparar com várias possibilidades, o indivíduo permanece sempre nos mesmos princípios que são considerados incontestáveis.

Atitudes no extremo de cada eixo surgem patologias de ordem estrutural (psicopatia, esquizofrenia, transtorno de deficit de atenção e hiperactividade e transtorno obsessivo compulsivo, que se manifestam por decorrência de um desequilíbrio primário, sendo mais comuns os problemas que resultam das interações limítrofes (o medo, o orgulho, a raiva e o fanatismo).

A resolução de um problema criativo ocorre no momento em que os vectores se equilibram, resultando no ponto X igual a 0 e Y igual a 0, nominado como *I Spot*. O *I Spot* caracteriza o estado de compreensão e a capacidade de expressão, que se misturam, possibilitando não apenas a idealização, mas a materialização da criação. “Paz de espírito”, “êxtase”, “felicidade”, “iluminação” ou qualquer outro substantivo vinculado ao momento criativo, portanto, deixa de possuir relação de causa e efeito e torna-se uma consequência da própria condição gerativa da cognição.

A soma e a intersecção destes factores oferecem ainda a criação do eixo Z que cruza com esta intersecção. O eixo Z produz resultados mais amplos e transformadores, que com as probabilidades do passado projectam-se para o futuro, que são mais raros, pois os padrões de pensamento lógico, intuitivo, extrovertido e reflexivo têm que ser constantes, algo que, segundo o autor, é raro. Uma alternativa bastante incentivada é o trabalho sinérgico de pessoas com traços complementares, tais como um humorista, um filósofo, um artista plástico e um matemático, compondo um grupo criativo, já que em todas as áreas há a necessidade de criar.

CONCLUSÃO

Para Karl Pfenninger (2001) a complexidade do cérebro e do comportamento são tão grandes que várias abordagens para estudá-los não são apenas úteis, mas necessárias. Isto resulta em confusão e conflitos (aparentes) mas, em seu tempo estas abordagens vão convergir. Os dados obtidos em todos os níveis devem ser sintetizados em um conjunto coerente de conceitos se quisermos compreender a mente e os seus poderes criativos.

O capítulo quatro propôs que artistas e cientistas devem apreciar a complexidade sobre o assunto e reconhecer que a neurociência é em si mesmo, não é uma teoria suficiente para a arte, mas que pode enriquecer nossa compreensão do fenómeno artístico por adicionar uma nova dimensão ao conhecimento.

A proposta deste trabalho foi justamente tentar traçar laços complementares que facilitassem o entendimento da criatividade. O próprio advento deste tema pode ser considerado como uma busca criativa para resolver o problema do caminho teórico e temático a seguir através da analogia entre os dois temas para encontrar similaridades.

Este trabalho passou por alguns percursos tortuosos que se justificaram pela fractura que existe entre a nossa formação humanística e a linguagem científica das inúmeras fontes que foram analisadas, mas que de alguma maneira foram contributivas para a minha motivação e persistência.

Um exemplo interessante para citar é a dificuldade em memorizar as imensas abreviações utilizadas num artigo científico durante a sua leitura. Pode ser que seja até um hábito científico, mas sabendo agora que a memória de trabalho pode ser limitada durante uma acção é possível e justificável que este tipo de memória, utilizada para a leitura dos artigos, não mantinha todas as abreviações disponíveis para uma leitura contínua e fluida.

O interesse intrínseco pelo tema também favoreceu a continuação do projecto, porém poucas vezes o fim do trabalho foi o motor da motivação. Durante a sua execução as descobertas e novidades que envolviam cada leitura eram mais recompensadoras do que qualquer projecção de futura recompensa do término do objectivo.

Este facto foi extremamente positivo e evitou a saturação que geralmente ocorre durante a realização de trabalhos deste tipo, porém também causou alguns “possíveis” riscos como a dispersão do tema, dos itens investigados e a dificuldade em convergi-los para o seu encerramento.

Podemos sugerir que o resultado de uma tese não deve ser somente analisado pela contribuição acadêmica que esta possa realizar, mas também pelo seu resultado contributivo enquanto crescimento individual de seu realizador, que somente consegue se identificar, crescer e aprender quando tem consciência desse crescimento e do percurso que realizou. Neste caso, as exigências implicadas na construção de um trabalho científico podem desfavorecer o pensamento criativo e automaticamente, momentos de satisfação e recompensadores.

O tempo disponível para a realização deste trabalho, por exemplo, foi crucial para possíveis limitações que possam ser identificadas. Certamente, nem todos possuem a mesma temporalidade para resolver problemas de qualquer ordem. Problemas complexos levam algum tempo para realização e podem exigir um período maior de incubação, que nenhum cronograma pode prever. A falta de tempo necessário pode limitar o pensamento e levar a resultados triviais.

É claro que em nenhum momento foi a intenção lançar a mente e a criatividade sobre uma descrição científica exaustiva, mas sim esclarecer que o ser humano é transformado à medida que interage com o ambiente e em que toma consciência de si e do meio em que vive.

O cérebro também não está disponível para absorver tudo que lhe seja apresentado. Para se motivar alguém é preciso que os núcleos de interesse para os quais é dirigido o foco de atenção sejam activados. Caso as informações passem ao largo dos temas em que o cérebro foi previamente mobilizado, as possibilidades de aprendizagem se tornam reduzidas.

Um dualismo identificado e argumentado durante este trabalho foi a busca de propriedades inatas da mente criativa, que por sua vez é extremamente influenciada por factores culturais, socioeconómicos, educacionais e pessoais.

De facto, nascemos com uma carga genética considerável das estruturas humanas que nos precederam, como, por exemplo, a aparência física e o temperamento que trazemos de nossos pais. Mas não significa dizer que estamos delimitados e que o nosso destino está previamente determinado por tais heranças. Somos capazes de, na interacção com o meio ambiente, com a cultura, bem como com nosso próprio cérebro, proporcionar novas formas de aprendizagem e ampliação de nossas capacidades de pensar e de raciocinar (Cotterill, 2001). Talvez essa seja a mais significativa diferença entre inteligência e criatividade: nascemos com uma estrutura cerebral que nos permite desenvolver o raciocínio altamente sofisticado gerador das linguagens humanas, mas somente a partir de uma postura criativa na interacção com o meio, nos conseguimos tornar criadores de expressões e façanhas inovadoras.

Actos criativos podem ser realizados por quase todos os humanos. Para ser criativo basta ter habilidades e conhecimentos superiores num domínio, mas isso não quer dizer, segundo a teoria das inteligências múltiplas, não que possa ter capacidades média ou abaixo da média em outros nos restantes domínios.

O reconhecimento dos actos criativos podem ser em grande ou pequena escala, quer se trate do campo (domínio da disciplina), ou do âmbito que lhe seja correspondente.

Os ataques à frenologia evidenciavam a sua atitude reducionista em responsabilizar uma parte do cérebro ao funcionamento de um determinado comportamento. No entanto, as primeiras tentativas em localizar a criatividade revelaram a mesma atitude em responsabilizaram o hemisfério direito por esta função. Estes resultados corroboraram com as pesquisas psicológicas dos anos 60 e a introdução de várias teorias e metodologias úteis para os avanços da pesquisa do cérebro em que atribuíam a responsabilidade da criatividade ao pensamento divergente.

A lateralidade cerebral já ganhava a sua dominância em que o pensamento lógico ganhava hospedagem no hemisfério esquerdo e o pensamento abstracto no hemisfério direito.

Talvez tenha sido um dos erros, mais divulgados e seguidos, que os neurocientistas tenham cometido ao facultarem o hemisfério direito e o pensamento divergente como os únicos dirigentes da criatividade (Dietrich, 2007).

A criatividade é um fenómeno complexo e multifacetado (Ward, 2007), e não pode ser reduzida somente ao hemisfério direito e ao pensamento divergente. Ao citar o pensamento divergente, Guilford atribui a este um elemento fundamental, mas não exclusivo no processo criativo.

Dietrich (2007) numa tentativa de criticar a ciência laboratorial que visa desvendar os processos cognitivos ou neurais que dão origem ao processo criativo, descreve que a maioria dos trabalhos teóricos em neurociência trata rotineiramente de começar por descrever os trabalhos de Guilford e Mednik de 1960, não como fundamento histórico, mas como parte lógica que configura os experimentos actuais e futuros, assim permanecem na mesma desde 50 anos atrás.

Ao tratar a criatividade como pensamento divergente é possível a ocorrência de dois erros nos quais o pensamento divergente é tão amplo que permanecerá intratável pelos métodos da neurociência, não importando quais são os aparelhos de imagem de alta resolução e a criatividade passa a ser uma «entidade monolítica», isto é, não se trata de um único processo e envolve também outros processos com por exemplo, o pensamento convergente e conseqüentemente o hemisfério esquerdo.

Estamos num ponto em que a abordagem simétrica e assimétrica, referenciada ao hemisfério direito e esquerdo é igualmente clássica.

No teste de pensamento divergente proposto por Guilford são pontuados critérios como a fluência (número de associações que uma pessoa apresenta diante de um estímulo), flexibilidade (soluções diferentes para explorar as possíveis utilizações de um objecto; vários pontos de vista do problema), originalidade (desenvolver e potencializar soluções que outras pessoas não alcançam), elaboração (habilidade de formular uma ideia, expandi-la e transportá-la para uma solução concreta; capacidade de incluir detalhes na comunicação), sensibilidade aos problemas (capacidade de reconhecer lacunas no meio envolvente; o desafio central dentro de uma tarefa, bem como as dificuldades associadas à ele) e a resolução (encontrar estratégias que permitam a resolução de uma situação sentida pelo sujeito como tensão. O fechamento da forma tal como preconizado pela Gestalt no seu entendimento da resolução).

É possível saber que para realizar uma tarefa do pensamento divergente, existem muitos sistemas e áreas cerebrais envolvidas. Oliverio (2008) relata que quando uma pessoa atinge uma certa pontuação em fluência, como por exemplo listar as utilidades alternativas de um sapato, os itens listados foram obtidos a partir de uma gama de processos incluindo a recuperação da memória episódica (p.e. o sapato para matar uma barata), imagens mentais (os atacadores poderiam servir para um outro propósito específico), análise de recursos (usados como *doorstops*), abstracção (um recipiente para guardar as coisas), entre muitas possibilidades. A questão não é que qualquer um dos participantes utilize todos estes processos específicos, mas sim que estes são processos subjacentes ao processamento do pensamento.

Segundo o mesmo autor é preciso uma categorização mais precisa da criatividade que exija uma análise detalhada dos processos que foram usados na geração dos itens que levaram à pontuação do teste, como a percepção, a memória, a atenção, a imaginação, a emoção e a cognição, citados neste trabalho.

A criatividade parece ter dois momentos essenciais de actuação: o momento em que recriamos a realidade percebida e o momento em que exteriorizamos o nosso conhecimento fruto dessas recriações para apresentarmos soluções inovadoras.

A observação de Bowden (2005) identificou a precedência simétrica de ondas gama na resolução de problemas. As ondas gama atingem frequências em torno de 40hz e parecem estar envolvidas em momentos de concentração mais intensos. Um objecto é percebido conscientemente através de componentes isolados e processados por diversas regiões do cérebro, na qual a suposta área cerebral responsável por “juntar todas as informações” não é de todo reconhecida. Há uma hipótese de que os neurónios envolvidos se comuniquem através da vibração simultânea de ondas gama

que sincroniza e reúne as diversas regiões para a formação do objecto, ou no caso, da resposta que soluciona um problema.

Encontrar uma solução criativa para um problema, muitas vezes, depende da activação simultânea de redes amplamente distribuídas que armazenam diversos conjuntos de representações e a alta frequência da actividade do córtex cerebral pode restringir o ordenamento de redes activadas em frequências mais baixas. Porém o mesmo estudo também detectou uma baixa activação neuronal assimétrica, mais precisamente, um aumento da frequência alfa durante a resolução de problemas.

A constituição fisiológica do cérebro não foi assumida para criar reservas de energia, por isso, na tendência para poupar energia, o cérebro toma caminhos mais fáceis e em situações de stress toma a reacção automática dos procedimentos rotineiros. Contrariamente, o humor positivo modula os mecanismos de controlo cognitivo nos quais os indivíduos são capazes de detectar associações mais remotas e mais inacessíveis, otimizando a produção criativa.

O processo da criatividade foi explicado principalmente sobre o ponto de vista evolutivo do darwinismo de variação e selecção.

Os *gânglios basais (striatum ventral)*, com suas estratégias implícitas de memória, participam na geração de uma novidade (variação), enquanto o *córtex pré-frontal dorsolateral* pode ser o mecanismo computacional que transforma a novidade (selecção) em comportamentos criativos explícitos.

A plasticidade cerebral e a criação de imagens mentais, associadas com uma diferenciação perceptiva e cognitiva que ocorrem espontaneamente ou que são provocadas por estímulos específicos podem estar na base do comportamento criativo.

A forte geração de diversidade representativa (imagens sensoriais) é um dos requisitos para a criatividade (Damásio, 2001). As imagens são percebidas no córtex sensorial, mas são ordenadas e conduzidas no córtex pré-frontal. Estas imagens, por sua vez, são manipuladas, reorganizadas, re combinadas devido à *memória de trabalho* (Damásio, 2001).

No teste dos baralhos de cartas revelou que a memória de trabalho gere muitas representações se uma pessoa não é capaz de tomar decisões eficazes bloqueará as representações mais susceptíveis aos melhores resultados.

Os seres humanos são espécies generalistas e flexíveis e dependem tanto de padrões instintivos determinados pela memória genética quanto de padrões novos de comportamentos adquiridos através da experiência individual, para então serem capazes de montar temporariamente diferentes padrões de comportamentos para resolver problemas.

A produção de analogia pode envolver os *córtex pré-frontal* e o *associativo*. O *córtex associativo* é muito maior nos seres humanos e possibilita uma associação entre as diferentes componentes da mesma experiência. Estes componentes são modulados por diversas regiões corticais e mais tarde, podem ser re-associadas no *córtex associativo*, que gera a plenitude de uma memória. A partir de um estímulo o *córtex associativo* restaura todas as informações e emoções envolvidas.

O *córtex pré-frontal* pode actuar como um filtro que selecciona os itens que são mais importantes para dar resposta a um pedido específico.

Quando as analogias são criadas, o *córtex pré-frontal* selecciona as informações enquanto o *córtex associativo* interliga itens comuns. Quando vivemos uma situação nova fazemos uma utilização automática de analogia, como a dizer que nossa mente procura automaticamente uma situação anterior, que possa ser equiparado a uma nova e propõe uma solução equiparada com a formada anteriormente.

Embora as analogias são produzidas de forma quase espontânea na nossa mente, a sua pratica de elaboração pode ser de grande ajuda uma vez que resultam na activação de processos divergentes e convergentes, respectivamente de uma perspectiva holística e racional. Uma das principais características de comportamento criativo é a estratégia cognitiva de combinação da informação em maneiras novas e potencialmente úteis, como no pensamento analógico.

Do ponto de vista evolutivo o cérebro desenvolveu dois tipos de sistemas neurais diferentes, cada um projectado para lidar com um tipo de informação, emocional ou cognitiva. O cérebro responde a um objecto não apenas intelectualmente com factos evocados da memória mas também com factos evocados emocionalmente. Isso ocorre devido ao entrelaçamento de estruturas bioreguladoras (*o diencéfalo e tronco cerebral*) com os níveis corticais influenciando as representações que adquirimos.

Apesar da sua sobreposição estes dois sistemas de informação assim que atingem o *tálamo* seguem por caminhos distintos onde o processamento inicial do conteúdo emocional ocorre em várias estruturas do *sistema límbico* como a *amígdala*, enquanto os níveis seguintes de tratamento afectivo ocorrem no *córtex cingulado* e o *córtex pré-frontal ventromedial*. Já o sistema cognitivo depende do facto de que ambos os tipos de tratamento, emocional e cognitivo convirjam para o *córtex pré-frontal dorsolateral*. O *córtex* está envolvido em processos de execução e integra as informações de modo a permitir as funções superiores tal como o pensamento abstracto, flexibilidade cognitiva, planeamento e consciência auto-reflexiva.

No *córtex pré-frontal dorsolateral* os planos e estratégias para o comportamento apropriado são formulados e postos em acção através do *córtex motor*. Funções como a

memória de trabalho, a integração temporal, a atenção sustentada e selectiva também dependem dessa área cortical e permite a realização das funções cognitivas complexas. Além destes dois tipos de conhecimento, existem dois tipos de sistemas envolvidos na aquisição e memorização e na representação cognitiva e que são activados paralelamente. São eles: o sistema implícito baseado na experiência cujo conteúdo não pode ser expresso verbalmente, mas apenas por meio de desempenho de tarefas, sendo inacessível à consciência; O explícito baseado em regras, cujo conteúdo pode ser expresso verbalmente, além disso está ligado à consciência.

O sistema explícito está associado às funções cognitivas superiores do *lobo frontal e pré-frontal* e às estruturas do lobo *médio-frontal*. Esta estrutura evoluiu para aumentar a flexibilidade cognitiva. Em contraste, o sistema implícito está associado ao conhecimento baseado na habilidade apoiado principalmente pelos *gânglios da base*.

A origem evolutiva do córtex pré-frontal e do sistema explícito é bastante recente. Este facto suporta uma visão hierárquica do processamento de informação, onde as habilidades mentais mais sofisticadas, e a representação do conhecimento explícito, dependem da estrutura superior do córtex pré-frontal.

O *striatum (núcleo caudado e putamen)* também está envolvido em funções cognitivas explícitas, combina informações de diferentes áreas corticais que podem ser ajustadas com o córtex pré-frontal e frontal nas funções cognitivas.

Segundo Semir Zeki (2009) a criatividade depende de uma série de factores determinantes como a tentativa de satisfazer o cérebro. Daí a insatisfação permanente é um dos ingredientes mais poderosos na conduta criativa.

A função do striatum ventral emerge de um conjunto de pesquisas recentes que indicam o *núcleo acumbente (mesolímbico dopaminérgico)* exerce um papel central nos comportamentos, seja positivo ou negativamente. O núcleo acumbente tem um papel importante nas memórias processuais (implícitas) e declarativas (explícitas), incluindo as memórias semânticas que são na sua maioria baseadas em linguagem.

O núcleo acumbente representa uma rede de recepção de informações de estruturas límbicas (emocional) como a amígdala e de estruturas cognitivas, tais como o hipocampo e o córtex pré-frontal. Além disso, o striatum ventral antecipa os resultados gratificantes de escolhas e sinais de que os resultados negativos dos comportamentos e decisões que se espera ser recompensados. Tem sido sugerido que os estímulos detectados num contexto novo ou fora de contexto activa o striatum ventral como os gânglios da base monitora a fiabilidade das previsões feitas no pré-frontal.

Chaugeux explica que a dopamina é o neurotransmissor que actua numa sensação subjectiva de prazer e euforia. No *hipotálamo e no tronco cerebral*, as

sinapses dopaminérgicas recebem uma alcunha de «*sinapses hedónicas*», pela tradução dos estímulos que recebem numa calorosa experiência de prazer.

Ramon y Cajal (1898 / 1999) escreveu que um dos motivos para a realização de uma pesquisa é «*a desire to experience the incomparable gratification associated with the act of discovery it self*» (cit. por Heilman, p.178)

Neste estudo pretendemos abordar a criatividade pela sua definição, pela explicação dos processos implicados na produção e no processo criativo, considerando a interacção do indivíduo criativo com o meio.

A abordagem da criatividade será distinta consoante a área científica que a estuda.

Percebemos esta diferença quando presenciamos um debate entre artistas e cientistas envolvidos com o cérebro e a neurociência. Este debate foi em decorrência da excelente iniciativa de proporcionar à sociedade conferências, simpósios e exposições denominada “Semana Internacional do Cérebro”¹⁷¹, patrocinada pela Sociedade portuguesa de Neurociência. Nesta secção foi projectado o filme do pintor Pollock e a cena mais discutida foi quando o artista ao receber uma encomenda para pintar um mural permanece dias com a tela em branco e de repente como num insight começa a pintar, segundo o filme, um dos trabalhos mais criativos. Os dois artistas presentes não concordaram com esta passagem já os cientistas valorizaram este momento.

Isto para explicar que, na arte, o popular insight tem poucas possibilidades de ocorrer subitamente e de modo único e conclusivo, diferentemente dos cientistas que o valorizam porque conseguem resolver problemas complexos através de um único insight, da mesma forma que algumas pesquisas neurocientíficas expostas aqui justificaram a sua importância e a intenção em localizá-lo.

De qualquer forma consideramos de suma importância esta interacção com opiniões ambíguas e que diferem conceitualmente dos nossos valores pois como já foi mencionado, o contacto com opiniões contraditórias ocasiona num reconhecimento pessoal e do outro, proporcionando comportamentos imprescindíveis como a flexibilidade.

Os dualismos que encontramos neste estudo, tais como, arte/ciência, inato/aprendido, implícito/explicito, dedutivo/racional, divergência/convergência, espontâneo/normativo, emoção/cognição, intuição/lógica, hemisfério direito/hemisfério esquerdo, corpo/mente, existem de forma a colaborar no desempenho do comportamento humano geral.

¹⁷¹ O debate “CÉREBRO E ARTE” teve lugar no Centro de Ciência Viva (Parque das Nações –Lisboa), no âmbito das actividades ocorridas na Semana Internacional do Cérebro em 19 de Março de 2010.

O que inventariamos neste estudo como bases neurocientíficas da criatividade, vai muito para além da comumente estabelecida localização desta no hemisfério direito e da sua tradicional atribuição ao pensamento divergente. Verificámos que o pensamento criativo evoca vários sistemas, tais como o límbico, sensorial, motor, as regiões corticais, onde se salienta a participação em vários processos, quer cognitivos quer emocionais, do córtex frontal e pré-frontal e ainda de estruturas sub-corticais. Pudemos assim compreender alguns dos circuitos cerebrais implicados na resolução de problemas, bem como, o estabelecimento de conexões entre todos eles no desempenho do comportamento criativo em particular.

A criatividade é um comportamento que afirma a natureza humana.

BIBLIOGRAFIA

- ALBERS, R., GOTTSCHLING, C., THIELICKE, R., KUNZ, M., PANTLE, C., SANIDES, S. – Bem preparado para o futuro. Revista Focus. Sintra. ISSN 14408599. Nº525 (Novembro/2009). P. 116-123.
- ALBRIGHT, T. D., KANDEL, E. R., & POSNER, M. I. – Cognitive neuroscience. Corrent Opinion in Neurobiology [PDF]. Volume 10, nº 5, pp. 612-624. Outubro de 2000. [Consulta em 2010-06-10]. Disponível em URL: «[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VS3-41N57NK-F&_user=10&_coverDate=10%2F01%2F2000&_rdoc=14&_fmt=high&_orig=browse&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_srch=doc-info\(%23toc%236251%232000%23999899994%23217761%23FLA%23display%23Volume\)&_cdi=6251&_sort=d&_docanchor=&_ct=19&_acct=C00050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=43c094183eba80d48ef4ff49eb5341b4&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VS3-41N57NK-F&_user=10&_coverDate=10%2F01%2F2000&_rdoc=14&_fmt=high&_orig=browse&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_srch=doc-info(%23toc%236251%232000%23999899994%23217761%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=6251&_sort=d&_docanchor=&_ct=19&_acct=C00050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=43c094183eba80d48ef4ff49eb5341b4&searchtype=a)» ISSN 0959-4388.
- ALENCAR, Eunice - Criatividade no contexto educacional: três décadas de pesquisa. Psicologia: Teoria e Pesquisa [PDF]. Vol.23, nº especial, 2007, pp. 45-49. [consulta em 2010-05-27]. Disponível em URL: «<http://www.scielo.br/pdf/ptp/v23nspe/07.pdf>» ISSN 0102-3772.
- ALVES, J. – Homúnculo Sensorial Motor (blog). [consult. 2010-09-09]. Disponível em URL: «<http://redepsicologia.com/homunculo-sensorial-motor>».
- BARBERI, Massimo - Confusão de Sensações. Revista mente e cérebro. Edição Especial. São Paulo. ISSN. 18079431. Volume 12 (2007), p.10 – 15.
- BARKER, Roger A., BARASI, Stephen e NEAL, Michael J. - **Compêndio de neurociência**. Lisboa: Instituto Piaget, 2003. ISBN 9727717780.
- BECHARA, A., et al. - Different Contributions of the Human Amygdala and Ventromedial Prefrontal Cortex to Decision-Making. The Journal of Neuroscience [PDF]. Volume 19, nº 13, Julho, 1999, p. 5473–5481. (Consulta em 2010-09-15) Disponível em URL: «<http://www.jneurosci.org/cgi/reprint/19/13/5473>» . ISSN 15292401.
- BLAKEMORE, Sarah-Jayne e FRITH, Uta - **O cérebro que aprende, lições para a educação**. Lisboa: Gradiva, 2009. ISBN 9789896163259.
- BODEN, M. - **La mente creativa**. Barcelona: Editorial Gedisa, 1991. ISBN 8474325005.

- BOWDEN, E. et al., New approaches to demystifying insight. TRENDS in Cognitive Sciences [PDF]. Volume 9, No.7, Julho 2005. p. 322-328. [Consulta em 2010-05-27]. Disponível em URL: «[http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613\(05\)00153-1](http://www.cell.com/trends/cognitive-sciences/abstract/S1364-6613(05)00153-1)» ISSN 1364-6613.
- BOWDEN, Edward M. e JUNG-BEEMAN, Mark - Methods for investigating the neural components of insight. Methods [PDF]. Volume 42 (2007). P. 87–99. [Consulta em 2010-03-04]. Disponível em URL: «[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WN5-4NGKJP-D&_user=10&_coverDate=05%2F31%2F2007&_rdoc=12&_fmt=high&_orig=browse&_origin=browse&_zone=rs&_list_item&_srch=doc-info\(%23toc%236953%232007%23999579998%23649704%23FLA%23display%23Volume\)&_cdi=6953&_sort=d&_docanchor=&_ct=14&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=86e634f943fc4ff0c82259a0d901808a&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WN5-4NGKJP-D&_user=10&_coverDate=05%2F31%2F2007&_rdoc=12&_fmt=high&_orig=browse&_origin=browse&_zone=rs&_list_item&_srch=doc-info(%23toc%236953%232007%23999579998%23649704%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=6953&_sort=d&_docanchor=&_ct=14&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=86e634f943fc4ff0c82259a0d901808a&searchtype=a)» ISSN 1046-2023.
- CALDAS, Alexandre Castro - **Viagem ao cérebro: e algumas das suas competências**. Lisboa: Universidade Católica Editora, 2008. ISBN 9789725402016.
- CAMMAROTA, Martín; BEVILAQUA, Lia R. & IZQUIERDO, Iván - Aprendizado e Memória. In LENT, Roberto (coord.) - **Neurociência da Mente e do Comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. ISBN 9788527713795. p.242 – 252.
- CANTERAS, N.S. & BITTENCOURT J.C - Comportamentos motivados e Emoções. In LENT, Roberto - **Neurociência da Mente e do Comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. ISBN 9788527713795.pp. 227-240
- CHANGEUX, Jean-Pierre - **Razão e prazer: do cérebro ao artista**. Lisboa: Instituto Piaget, 1997. ISBN 9728329377.
- CHANGEUX, Jean-Pierre - **O homem neuronal**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1991. ISBN 9722003895.
- CINZIA, Di Dio & VITTORIO, Gallese - Neuroaesthetics: a review. In Current opinion in Neurobiology [PDF]. Volume 19 (6), p. 682-687. Outubro /2009, [consulta em 2010-07-01]. Disponível em URL: «http://www.sciencedirect.com/science?_ob=PublicationURL&_tockey=%23TOC%236251%232009%23999809993%231578353%23FLA%23&_cdi=6251&_pubType=J&_auth=y&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=d2b1c260151f264dc8c6d234e3c7e2d9». ISSN 0959-4388.

COTTERILL, Rodney M.J. - Cooperation of the basal ganglia, cerebellum, sensory cerebrum and hippocampus: possible implications for cognition, consciousness, intelligence and creativity. Progress in Neurobiology [PDF]. Volume 64, nº 1, Maio, 2001. P. 1-33. [Consulta em 2010-10-03]. Disponível em URL: «[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T0R-42HNM4H-1&_user=10&coverDate=05%2F31%2F2001&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=browse&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_srch=doc-info\(%23toc%234869%232001%23999359998%23234916%23FLA%23display%23Volume\)&_cdi=4869&_sort=d&_docanchor=&_ct=5&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=3299b51e915f068d5b9040371981942b&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6T0R-42HNM4H-1&_user=10&coverDate=05%2F31%2F2001&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=browse&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_srch=doc-info(%23toc%234869%232001%23999359998%23234916%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=4869&_sort=d&_docanchor=&_ct=5&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=3299b51e915f068d5b9040371981942b&searchtype=a)»
ISSN 0301-0082.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly – **Creatividad**. 1º ed. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1998. ISBN 8449305101.

DAMÁSIO, António - **O erro de descartes: emoção, razão e cérebro humano**. 18ª Edição. Mem Martins: Publicações Europa-América, 1995/1998. ISBN 11807997.

DAMÁSIO, António - **O sentimento de si: o corpo, a emoção e a Neurobiologia da consciência**. 3ª Edição. Mem Martins: Publicações Europa-América, 2000. ISBN 15253900.

DAMÁSIO, António – Some notes on brain, imagination and creativity. In PFENNINGER, Karl H. e SHUBIK, Valerie R. - **The origins of creativity**. New York: Oxford University Press, 2001. ISBN 0198507151. P. 59-68.

DEACON, Terrence - The aesthetic faculty. In. TURNER, Mark - **The artful mind: cognitive science and the riddle of human creativity**. Nova York: Oxford University Press, 2006. ISBN 0195306368. P. 21-53.

DERGACHOV, Oleg – **Clever Boy**.(2009).[Web site]. Disponível em URL «<http://www.worldpresscartoon.com>» [consulta em 2010/09/19].

DIETRICH, Arne – The cognitive neuroscience of creativity. Psychonomic Bulletin & Review [PDF]. Volume 11, nº 6, Dezembro de 2004, p. 1011-1026. [Consulta em 2009-11-23]. Disponível em URL: «<http://pbr.psychonomic-journals.org/content/11/6/1011.full.pdf+html>». ISSN: 1531-5320.

DIETRICH, Arne - Who's afraid of a cognitive neuroscience of creativity?. Methods [PDF]. Volume 42 nº 1 (2007), p. 22–27. [Consulta em 2010.05-13]. Disponível em URL: «http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WN5-4NGKTJP-

5&_user=10&_coverDate=05%2F31%2F2007&_rdoc=5&_fmt=high&_orig=browse&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_srch=doc-info(%23toc%236953%232007%23999579998%23649704%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=6953&_sort=d&_docanchor=&_ct=14&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=dd9af9d0a50628d6f3a3f2748b16f86c&searchtype=a» ISSN 1046-2023.

DONALD, Merlin - Art and cognitive evolution. In TURNER, Mark - **The artful mind: cognitive science and the riddle of human creativity**. Nova York: Oxford University Press, 2006. ISBN 0195306368. p. 3-20.

DUCH, W. - Intuition, Insight, Imagination and Creativity. IEEE Computational Intelligence Magazine [PDF]. Volume 2, nº 3, Agosto, 2007, pp. 40-52. [Consulta em 2010-03-04]. Disponível em URL: «http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4274795» ISSN 1556-603X.

DURIE, Bruce - Portas da Percepção. Revista mente e cérebro/Edição Especial. São Paulo. ISSN 18079431. Volume 12 (2007), p. 6-9.

EDELMAN, Gerald, e TONONI, Giulio - **El universo de la conciencia: cómo la materia se convierte en imaginación**. Barcelona: Crítica, 2005. ISBN 8484323749.

FARO, Pedro - Viagem sinestésica. Revista L+Arte. Lisboa. ISSN 26616107. Nº 65 (Novembro de 2009). P. 36-39.

FIORI, Nicole - **As neurociências cognitivas**. Lisboa: Instituto Piaget, 2009. ISBN 9789727719976.

FONSECA, Vitor da - **Cognição e Aprendizagem**. Lisboa: Âncora Editora, 2001. ISBN 9727800637.

FRIJDA, Nico - Emotion Process: How emotions work. SIMPÓSIO DA FUNDAÇÃO BIAL, 7, Porto, 2008 - Aquém e Além do Cérebro: acta. Porto: Fundação Bial, Março de 2008, p.23-32. ISBN 9789729928628.

GARDNER, Howard - **A nova ciência da mente**. Lisboa: Relógio d'água, 1985/2002. ISBN 18160002.

GARDNER, Howard - **Mentes que criam**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1996. ISBN 8573071206.

GARDNER, H. - Creators: multiple intelligences. In PFENNINGER & SHUBIK (ed.) - **The origins of creativity**, Nova York: Oxford University Press, ISBN 0198507151. p. 117-143.

- GAZZANIGA, Michael S. – Pílulas da Inteligência. Revista mente e cérebro. São Paulo. ISSN 18071562. Nº 156, ano XIV (Janeiro 2006). p. 62-67.
- GRABNER, Roland H., FINK, Andreas and NEUBAUER, Aljoscha C. - Brain Correlates of Self-Rated Originality of Ideas: Evidence From Event-Related Power and Phase-Locking Changes in the EEG. Behavioral Neuroscience. Washington: American Psychological Association. ISSN 0735-7044. Volume 121, No. 1, 2007. P. 224–230.
- GUILFORD, J. P. - **The nature of human intelligence**. Nova York : McGraw-Hill, 1967. ISBN 978-0070251359.
- HEILMAN, Kenneth et alt. - Creative Innovation: Possible Brain Mechanisms. Neurocase [PDF]. Volume 9, No. 5, 2003, pp. 369–379. [Consulta em 2010- 07-20]. Disponível em URL: «<http://www.informaworld.com/smpp/content~db=all~content=a714017626~frm=titlelink>» ISSN 1465-3656.
- HEILMAN, Kenneth M. - **Creativity and the brain**. New York: Psychology Press, 2005. ISBN 1841694258.
- HOUZEL, Suzana H. - Uma breve história da relação entre o cérebro e a mente. In LENT, Roberto (coord.) - **Neurociência da mente e do comportamento**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. ISBN 9788527713795. p. 2-17.
- JUNG-BEEMAN, M., et al. – A Brain Mechanism for Facilitation of insight by Positive affect. Journal of Cognitive Neuroscience. Massachusetts. ISSN 0898929X. Volume 21, nº 3 (2009). p.415-432.
- JUNG, Rex E. et al. - Biochemical support for the “threshold” theory of Creativity: a magnetic resonance spectroscopy study. The Journal of neuroscience [PDF]. Volume 29, nº 16, p. 5319–5325. Abril, 2009. [consulta em 2010-06-30]. Disponível em URL: «<http://www.jneurosci.org/cgi/reprint/29/16/5319>» ISSN 15292401.
- JUNG, Rex E., Et al. - Neuroanatomy of Creativity. Human Brain Mapping [PDF]. Volume 31, nº 3, Março de 2010. P. 398– 409. [Consulta em 27-05-2010]. Disponível em URL: «<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/hbm.20874/abstract>» ISSN 10970193.
- KLAUS, Manhart - Os limites da simultaneidade. Revista Mente & Cérebro. São Paulo. ISSN 18071562. Nº 142, Ano XIII (Novembro de 2004). p. 38

- KNOBLICH, Günther e ÖLLINGER, Michael – Percepção súbita. Revista mente e cérebro. São Paulo. ISSN 18071562. Nº 156, ano XIV (Janeiro 2006). P.32-39.
- KRAFT, Ulrich - Em busca do gênio da lâmpada. Revista viver mente e cérebro. São Paulo. ISSN 18071562. Nº142, ano XIII (Novembro 2004). p. 41-51.
- KRAFT, U. – Unleashing creativity. Scientific American. Nova York. ISSN 10480943. Volume 16, nº1 (2005). P. 16-23.
- KRAFT, U., - O eixo degenerado. Revista mente e cérebro. São Paulo. ISSN 18071562. Nº 156, ano XIV (Janeiro 2006). P.74-79.
- LAMBERT, Kelly – Depressingly Easy. Scientific American Mind. Nova York. ISSN 15552284. Volume 19, nº 4 (Ago./Set. 2008), p. 31-37.
- LEDOUX, Joseph E. - Emotion circuits in the brain. Annual Reviews Neuroscience [PDF]. Volume 23. P.155-184. Março/2000. [Consulta em 2010-08-09]. Disponível em URL: «<http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.neuro.23.1.155>» ISSN 1545 4126.
- LEHRER, Jonah - **Proust era um neurocientista**. Alfragide: Lua de Papel, 2009. ISBN 9789892302348.
- LENT, Roberto - **Neurociência da mente e do comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008a. ISBN 9788527713795.
- LENT, Roberto - A Estrutura do Sistema Nervoso. In LENT, Roberto (coord.) - **Neurociência da Mente e do Comportamento**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008b. ISBN 9788527713795. p. 19 -42.
- LENT, Roberto – Neuroplasticidade. In LENT, Roberto (coord) - **Neurociência da Mente e do Comportamento**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008c. ISBN 9788527713795. p. 111 – 132.
- LENZEN M. e LESSMÖLLMANN A. – A reconstrução do passado. Revista mente e cérebro. São Paulo. ISSN 18071562. Nº 156, ano XIV (Janeiro 2006). P.52 – 55.

- LEONTIEV, D. A. – Funções da arte e educação estética. In FRÓIS, J.P. - **Educação Estética e Artística: abordagens transdisciplinares**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2000. ISBN 9723109050. P. 127-145.
- MAESTU, F., et al. Cognición y redes neurales: una nueva perspectiva desde la neuroimagem funcional. Revista de Neurología [PDF]. Volume 37 (10), 962 – 966. 2003-11-16.[Consulta em 2009-09-07]. Disponível em URL: «<http://www.revneurol.com/sec/resumen.php?or=web&i=e&id=2003069>» ISSN 1576-6578.
- MALDONATO, Mauro, ANZOISE, Ilaria & DELL'ORCO, Silvia - Desvendando a Mente Estética. Scientific American Brasil. São Paulo. ISSN 16769791. Volume 90 (8), 2009, p. 74 a 79.
- MANHART, Klaus - Os limites da simultaneidade. Revista Mente & Cérebro. São Paulo. ISSN 18071562. Ano XIII, nº 142. (Novembro de 2004). p. 38.
- MAYER, Richard E. - Problem Solving. In RAMACHANDRAN, Vilanayur (ed.) - **Encyclopedia of the Human Brain**. Volume 4. Nova York [etc.]: Academic Press, 2002, ISBN 978-0-12-227210-3. P. 61-66.
- MENDES, Ana Bela – La créativité graphique chez l'enfant de 10 à 12 ans. Universidade de Toulouse-Le-Mirail, 2002. Tese de Doutorado.
- MENDONZA, J.-L. Juan - **Cérebro esquerdo, cérebro direito**. Lisboa: Instituto Piaget, 1995. ISBN 9727710107.
- MILLER, B., et al. - Frontal Lobe. In RAMACHANDRAN, Vilanayur (ed.) - **Encyclopedia of the Human Brain**. Volume 4. Nova York [etc.]: Academic Press, 2002, ISBN 978-0-12-227210-3. p. 317 – 325.
- MONDILLON, Laurie; MERMILLOD, Martial – Emozioni malate. Revista Mente & cervello, Roma. Nº 64, ano VIII (Abril, 2010). ISSN 17220726. P. 52-59.
- MORENO, J. L. – **Psicodrama**. São Paulo: Cultrix, 1997. ISBN 8531603218.
- MUNAR, E, et al. - Modelos teóricos y neurociencia cognitiva de la percepción. In MAESTÚ, F. et al. (coord.) - **Manual de neuropsicología**. Barcelona: Viguera Editores, 2008. ISBN 9788485424719. pp. 59 -95.
- NEUBAUER, U. – Chaves da Inteligência. Revista viver mente e cérebro. São Paulo. ISSN 18071562. Nº142, ano XIII (Novembro 2004). p. 58 -63.

- NOGUEIRA, S. I. - A sobredotação e o génio. Revista Lusófona de Ciências da mente e do comportamento, Lisboa: Edições Universitárias Lusófonas.Nº1 (8), 2006. ISSN 16463587. p.9 – 43.
- NOGUEIRA, Sara Ibérico & BAÍA, Sara - A avaliação da criatividade ou a necessária criatividade na avaliação. Revista Lusófona de Ciências da mente e do comportamento. Lisboa: Edições Universitárias Lusófonas.Nº1 (8), 2006. ISSN 16463587. p. 45 a 88.
- NUNES, Maria Vânia, CALDAS, Alexandre Castro - **Introdução às neurociências**. Lisboa: Universidade Católica Editora, 2010. ISBN 9789725402658.
- OLIVEIRA, L.; PEREIRA, M. & VOLCHAN, E. - Processamento Emocional no Cérebro humano. In. LENT, Roberto - **Neurociência da Mente e do Comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. ISBN 9788527713795. pp.253-269.
- OLIVERIO, Alberto - Brain and Creativity. Progress of Theoretical Physics Supplement [PDF]. No. 173, 2008,p. 66-78. [Consulta em 2010-05-27]. Disponível em URL: «<http://ptp.ipap.jp/link?PTPS/173/66>» ISSN 1347-4081.
- PENNA, A.G.- **Introdução à Psicologia cognitiva**, São Paulo: EPU, 1984. ISBN 8512621206.
- PEREIRA, Jr - Comentário a respeito das bases neurológicas da aprendizagem. Interface – comun.,saúde, educ. [PDF]. V.2, nº 2 (1998), p. 233-236.[consulta em 2010-09-20].Disponível em URL: «<http://www.interface.org.br/>». ISSN 1414-3283.
- PFENNINGER, Karl – The evolving brain. In PFENNINGER, Karl H. e SHUBIK, Valerie R. - **The origins of creativity**. New York: Oxford University Press, 2001. ISBN 0198507151. P. 89-97.
- PFENNINGER, Karl H. e SHUBIK, Valerie R. - **The origins of creativity**. New York: Oxford University Press, 2001. ISBN 0198507151.
- PHILLIPS, Helen - Por todos os sentidos. Revista mente e cérebro São Paulo. ISSN18071562. Volume 156 (XIV), 2006, p.70-73.
- PINHEIRO, Igor Reszka - Modelo Geral da Criatividade. Psicologia: Teoria e Pesquisa [PDF]. Vol. 25, nº 2, Abr-Jun 2009, pp. 153-160. [Consulta em 2010-06-30].

Disponível em URL: «<http://www.scielo.br/pdf/ptp/v25n2/a02v25n2.pdf>» ISSN 0c. 102-3772.

PUNSET, Eduardo - **A alma está no cérebro, uma radiografia da máquina de pensar**. Alfragide: Dom Quixote, 2008. ISBN 9789722036207.

ROBERT, Jacques-Michel - **O cérebro**. Lisboa: Instituto Piaget, 1994. ISBN 9728245777.

ROCHE, Richard A.P., COMMINS, Seán & DOCKREE, Paul M. - Cognitive Neuroscience: Introduction and historical perspective. In ROCHE, Richard & COMMINS, Sean (ed.) - **Pioneering studies in cognitive neuroscience**. Berkshire: Open University Press, 2009. ISBN 9780335233557. p. 1-18.

ROLLS, E.T. - The functions of the orbitofrontal cortex. Brain and Cognition. St. Louis. ISSN 0278-2626. Volume 55, nº 1 (Junho,2004). P. 11–29.

RUNCO, Mark A.– Creativity. In RAMACHANDRAN, Vilanayur (ed.) - **Encyclopedia of the Human Brain**. Volume 4. Nova York [etc.]: Academic Press, 2002, ISBN 978-0-12-227210-3. P. 83 – 87.

SÁ, Sara - A ciência da decisão. Revista Visão. Lisboa. ISSN 08723540. Ed. Nº 884 (11 Fev.2010), p. 83 – 91.

SCHACTER, Daniel - Os sete pecados. Revista Mente e Cérebro. São Paulo, nº 183 Ano XV (Abril, 2008). ISSN 18071562. p. 46-49.

SCHÖNBERG, T. et al.,- Reinforcement Learning Signals in the Human Striatum Distinguish Learners from Nonlearners during Reward- Based Decision Making. The Journal of Neuroscience [PDF], Volume 27 (47), p. 12860 – 12867. 21-11-2007. [consulta em 2010-09-15]. Disponível em URL: «<http://www.jneurosci.org/cgi/content/abstract/27/47/12860?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=1&author1=SCH%D6NBERG&andorexacttitle=and&andorexacttitleabs=and&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&volume=27&resourceType=HWCIT>» ISSN 15292401.

SCLIAR, Moacyr - Á beira da insanidade. Revista mente e cérebro. São Paulo, nº 183 Ano XV (Abril, 2008). ISSN 18071562. p 82.

SHRAGER, et al. - Working Memory and the Medial Temporal Lobe – The Journal of Neuroscience [PDF], Volume 28 (18), p. 4818–4822. 30-04-2008. [consulta em 2010-09-15]. Disponível em URL: «<http://www.jneurosci.org/cgi/content/abstract/28/18/4818?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORM>

AT=1&author1=Shrager&andorexacttitle=and&andorexacttitleabs=and&andorexactfulltext=and&searchid=1&FIRSTINDEX=0&sortspec=relevance&volume=28&resourcetype=HWCIT»ISSN 15292401.

SIKSOU, Maryse - **Introdução à neuropsicologia**. Lisboa: Climepsi Editores, 2008. ISBN 9789727962952.

STIX, Gary – O cérebro turbinado. Scientific American Brasil. São Paulo. ISSN 16769791. Volume 90 (8), 2009, p. 36 a 45.

SILVEIRA, L.C.L., - Os sentidos e a Percepção. In LENT, Roberto (coord.) - **Neurociência da Mente e do Comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. ISBN 9788527713795. p.133 – 181.

SIMPÓSIO DA FUNDAÇÃO BIAL, 7, Porto, 2008 - Aquém e Além do Cérebro: actas. Porto: Março de 2008. ISBN 9789729928628.

SOLSO, Robert – **Cognition and the visual arts**. 3º ed. Londres: MIT Press, 1999. ISBN 0262691868.

SOUSA, Alberto B - **Educação pela arte e artes na educação**. Lisboa: Instituto Piaget, 2003. ISBN 9727716164.

SOUZA, R. O., IGNÁCIO, F. A. e MOLL, J., et al. - Contribuição À Neuropsicologia Do Comportamento Executivo: Torre De Londres E Teste De Wisconsin Em Indivíduos Normais. Arquivo Neuro-Psiquiatria [PDF]. Volume 59, Nº.3ª, .Set. 2001[Consulta em 2010-05-20].Disponível em URL: «http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0004282X2001000400008&Ing=en&nrm=iso&tIng=pt» ISSN 0004-282X

STICKGOLD, Robert & ELLENBOGEN, J. M. - Quiet! Sleeping brain at work. Scientific American Mind. Nova York. ISSN 15552284. Volume 19, nº 4, (Ago/Set. 2008), p, 23-29.

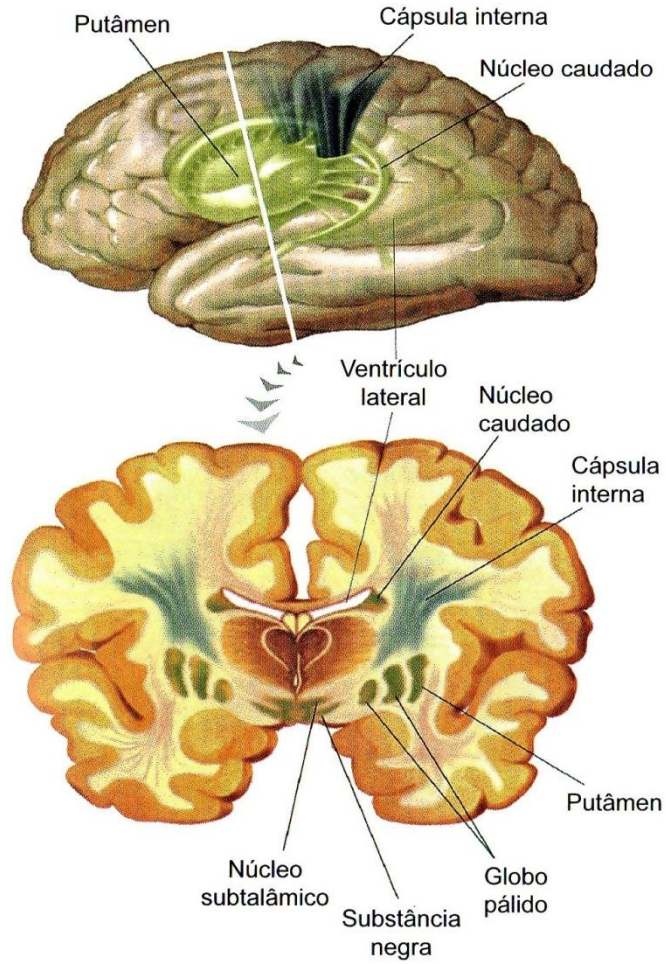
TSIEN, Joe - Códigos da Memória. Revista Mente e cérebro, São Paulo, nº 183 Ano XV (Abril, 2008).ISSN 18071562, p.52 -59.

ULLSPERGER, M. – (Minding) Mistakes. Scientific American Mind. Nova York. ISSN 15552284. Volume 19, nº 4 (Ago./Set. 2008), p. 52-59.

VERSTICHEL, P. e LARROUY P. - Drowning Mr. M. Scientific American Mind. Nova York. ISSN 1048-0943, Volume 16, Number 1, (2005). P.38-41.

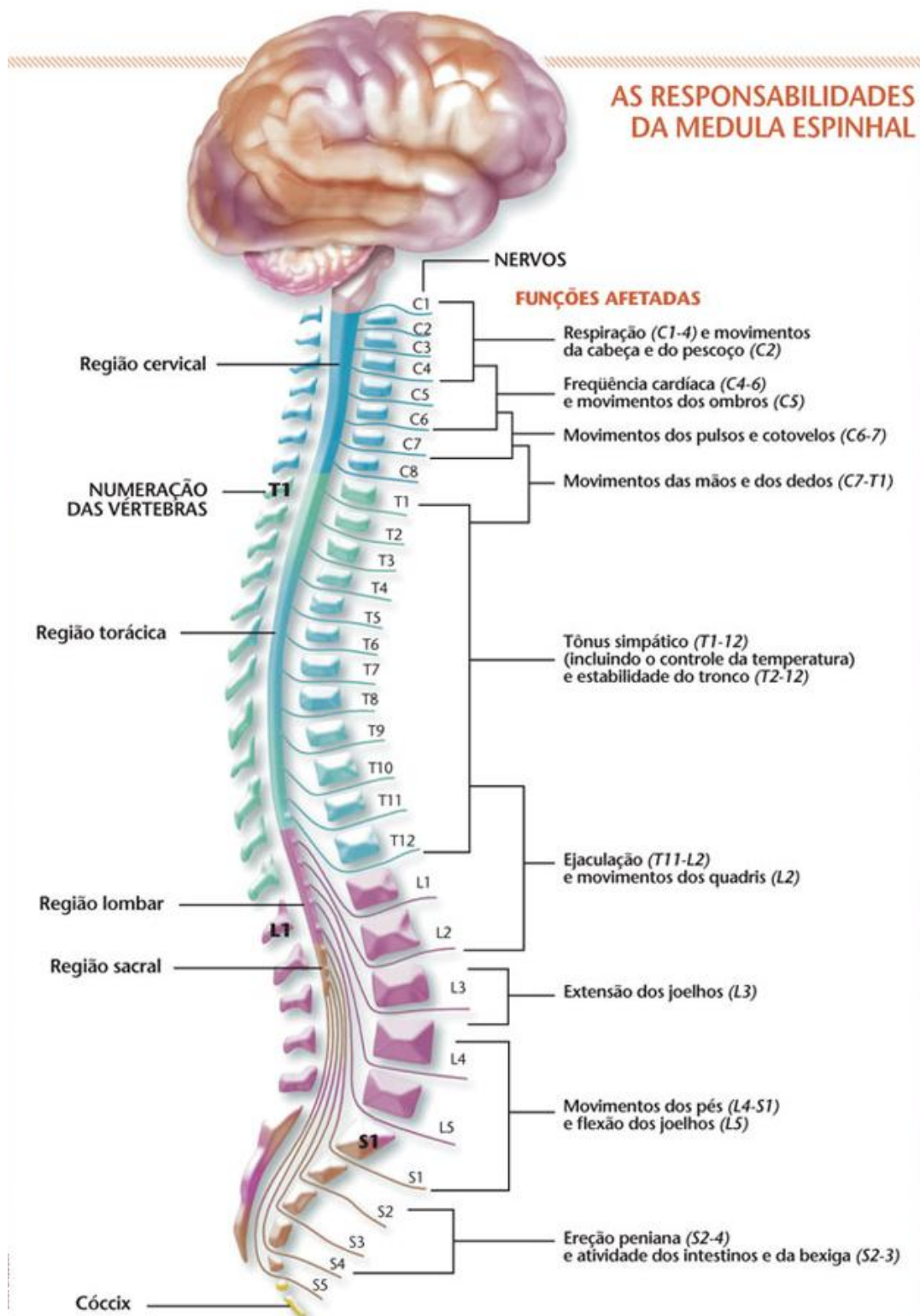
- VIGOUROUX, Roger - **A Fábrica do belo**. Lisboa: Dinalivro, 1999. ISBN 9725761863.
- WARD, Jamie et al. - Synaesthesia: The prevalence of atypical cross-modal experiences. Perception [PDF], volume 35, nº 8, (2006), p. 1024 – 1033.[Consulta em 2010-06-30]. Disponível em URL: «<http://www.perceptionweb.com/abstract.cgi?id=p5469>» ISSN 1468-4233.
- WARD, Thomas B. - Creative cognition as a window on creativity. Methods [PDF]. Volume 42, nº 1, (2007), p. 28–37. [Consulta em 2010-03-04].Disponível em URL: «[http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WN5-4NGKJJP-6&_user=10&_coverDate=05%2F31%2F2007&_rdoc=6&_fmt=high&_orig=browse&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_srch=doc-info\(%23toc%236953%232007%23999579998%23649704%23FLA%23display%23Volume\)&_cdi=6953&_sort=d&_docanchor=&_ct=14&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=8f2e1e2a988953fb4681fcdc50446bb5&searchtype=a](http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WN5-4NGKJJP-6&_user=10&_coverDate=05%2F31%2F2007&_rdoc=6&_fmt=high&_orig=browse&_origin=browse&_zone=rslt_list_item&_srch=doc-info(%23toc%236953%232007%23999579998%23649704%23FLA%23display%23Volume)&_cdi=6953&_sort=d&_docanchor=&_ct=14&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=8f2e1e2a988953fb4681fcdc50446bb5&searchtype=a)» . ISSN 1046-2023.
- WELZER, Harald – As guerras da memória. Revista mente de cérebro. São Paulo. ISSN 18071562. Nº 156, ano XIV (Janeiro 2006). p. 44-51.
- XIMENDES, Ellen - Arte Abstrata. Um foco histórico com ênfase na compreensão popular. São Paulo: FAMEC, 2004. Dissertação de Licenciatura.
- ZEKI, Semir – **Inner Vision: an exploration of art and the brain**. Oxford: University Press, 1999. ISBN 0198505191.
- ZEKI, S., - **Splendors and miseries of the brain: love, creativity and the quest for human**. Chichester: Willey-Blackwell, 2009. ISBN 9781405185585.

Anexo 1



Anexo 1 - (A) Estrutura tridimensional dos núcleos basais. (B) Corte oblíquo fora dos planos padrões, para mostrar todos os núcleos basais simultaneamente. (Lent, 2008b, p. 33).

Anexo 2



Anexo 2 - Espinal Medula - representação dos nervos e vértebras. (Kraft, 2006).

Anexo 3

[FAZENDO MEMÓRIAS MELHORES]

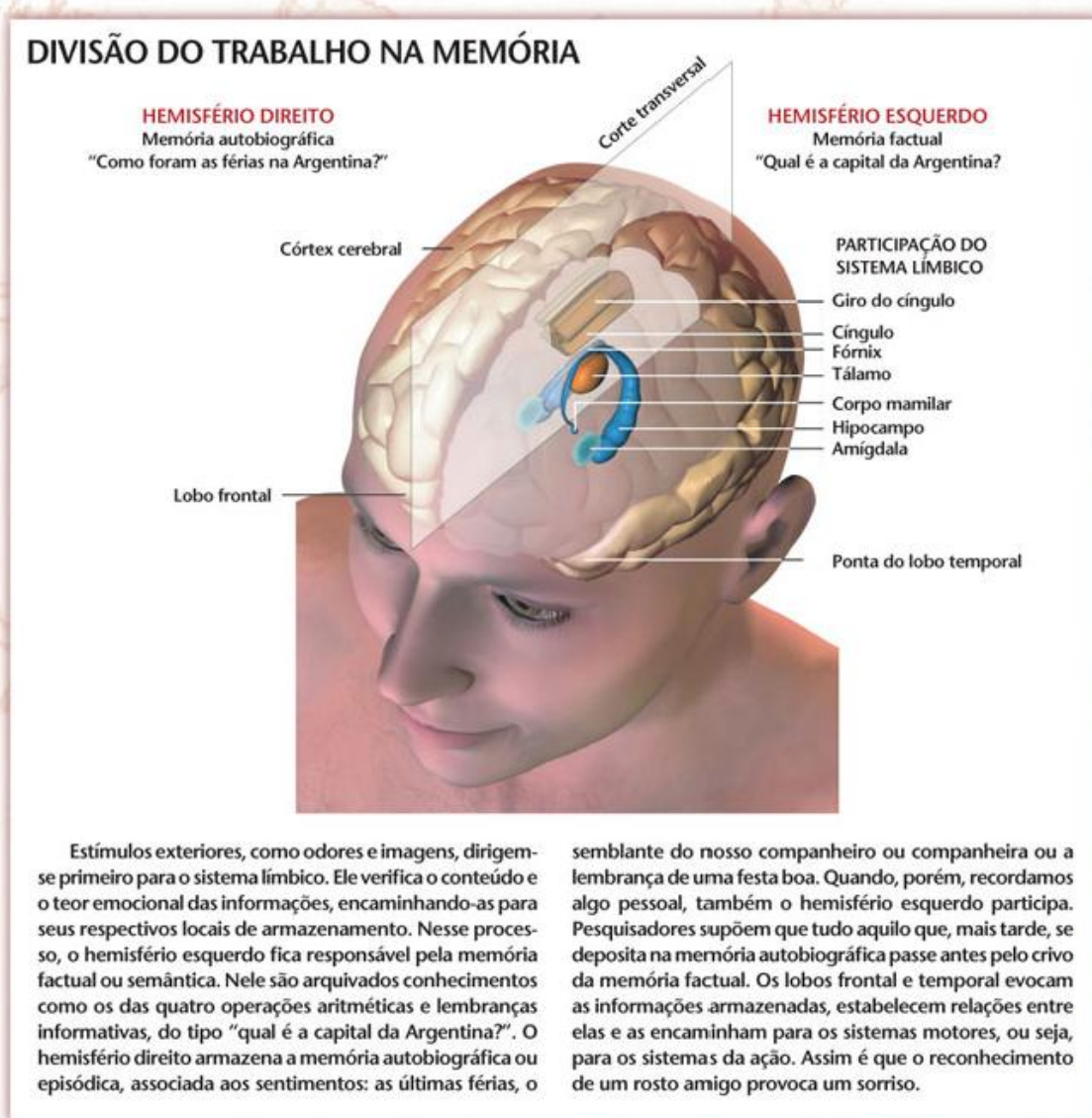
COMO SE FOSSE ONTEM

Os pesquisadores trabalharam, em um caso até durante 20 anos, em medicamentos que aumentem a cognição agindo em moléculas envolvidas na memória de longo prazo.

Neurocientistas postulam que a memória de longo prazo envolve a ligação do neurotransmissor glutamato a dois tipos de receptores nos neurônios que recebem a sinapse. Após se ligar ao receptor AMPA **1**, ele faz com que outro receptor ligado – o de tipo NMDA – abra um canal, permitindo o influxo de cálcio **2**. O cálcio inicia uma cascata de sinalização que ativa uma molécula, o AMP cíclico **3**, que, por sua vez, ativa outras moléculas que migram para o núcleo da célula e ativam a proteína CREB **4**. A CREB age no DNA, disparando a síntese de proteínas que, então, vão de volta para a sinapse e reforçam a conexão de sinalização entre o neurônio emissor de glutamato e o receptor de glutamato **5**. Medicamentos que fazem esse processo ser mais eficiente – tanto aumentando a sinalização através dos receptores de AMPA ou mantendo o AMP cíclico trabalhando por mais tempo – já passaram por alguns testes clínicos.

Anexo 3 - Representação de LTP (Stix, 2009)

Anexo 4



Anexo 4 - Divisão do trabalho na memória (Lenzen M. e Lessmöllmann A., 2006).

Anexo 5

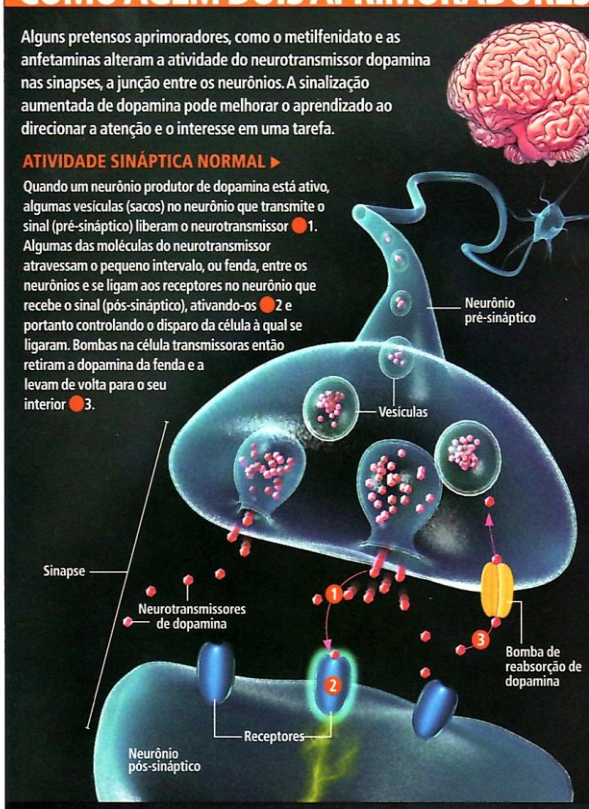
[MECANISMOS]

COMO AGEM DOIS APRIMORADORES

Alguns pretensos aprimoradores, como o metilfenidato e as anfetaminas alteram a atividade do neurotransmissor dopamina nas sinapses, a junção entre os neurónios. A sinalização aumentada de dopamina pode melhorar o aprendizado ao direcionar a atenção e o interesse em uma tarefa.

ATIVIDADE SINÁPTICA NORMAL >

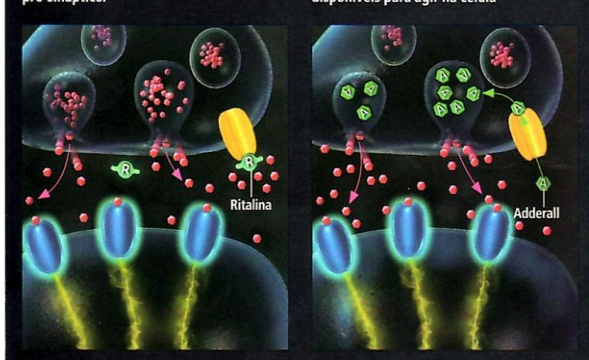
Quando um neurónio produtor de dopamina está ativo, algumas vesículas (sacos) no neurónio que transmite o sinal (pré-sináptico) liberam o neurotransmissor 1. Algumas das moléculas do neurotransmissor atravessam o pequeno intervalo, ou fenda, entre os neurónios e se ligam aos receptores no neurónio que recebe o sinal (pós-sináptico), ativando-os 2 e portanto controlando o disparo da célula à qual se ligaram. Bombas na célula transmissoras então retiram a dopamina da fenda e a levam de volta para o seu interior 3.



ATIVIDADE SINÁPTICA AUMENTADA POR DROGAS







O metilfenidato (Ritalina e Concerta, por exemplo) bloqueia a reabsorção de dopamina. Uma quantidade maior de dopamina fica disponível para se ligar a um neurónio pós-sináptico, o que amplifica a força do sinal transmitido pelo neurónio pré-sináptico.

O Adderall e outras anfetaminas entram no neurónio pré-sináptico através dos mecanismos de bombeamento e fazem com que a dopamina seja despejada na fenda sináptica, aumentando a quantidade de neurotransmissores disponíveis para agir na célula



Anexo 5 – A acção dos aprimoradores (Stix, 2009)

Anexo 6

Torrance Test	Starting Shapes	Completed Drawing	
		More Creative	Less Creative
<p>In a standardized Torrance Test of Creative Thinking, subjects are given simple shapes (<i>left column</i>) and are asked to use them (<i>top row</i>) or combine them (<i>middle row</i>) in a picture or to complete a partial picture (<i>bottom row</i>). Evaluators judge whether the results are more or less creative.</p>	Use	 Mickey Mouse	 Chain
	Combine	 King	 Face
	Complete	 A fish on vacation	 Pot

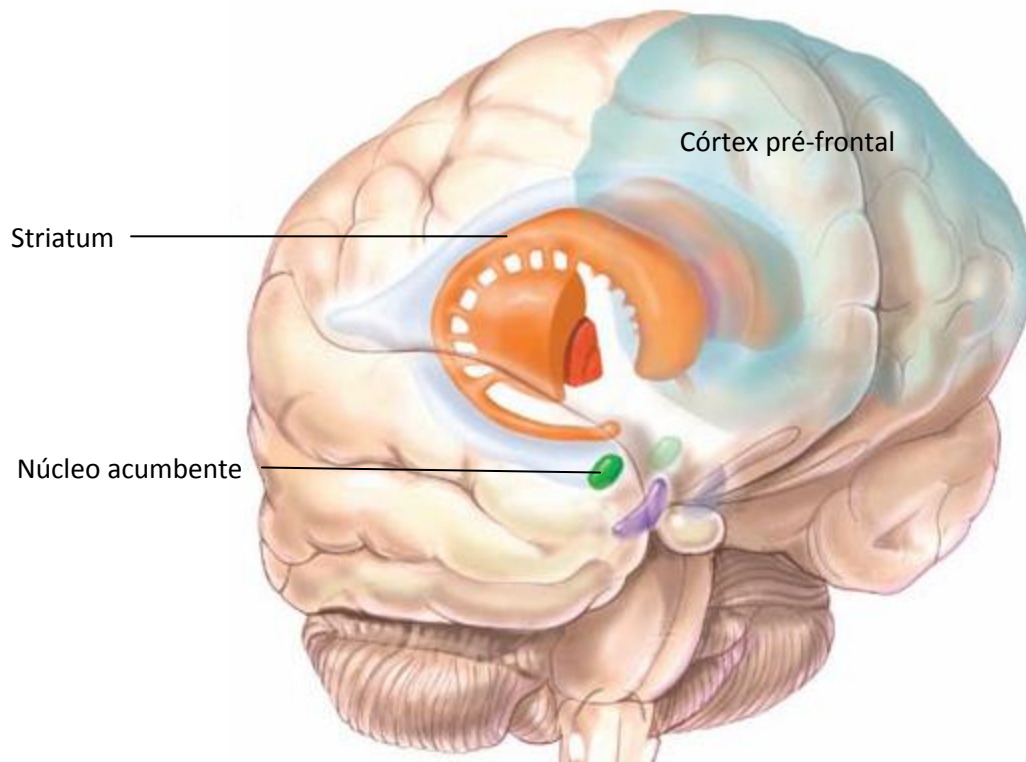
Anexo 6 - Exemplo pequeno de uma parte do Teste figural de criatividade de Torrance (Kraft, 2005)

Anexo 7

XXXX	XXXX	AZUL	AMARELO
XXXX	XXXX	VERMELHO	AMARELO
XXXX	XXXX	AZUL	VERMELHO
XXXX	XXXX	AMARELO	AZUL
XXXX	XXXX	VERDE	VERMELHO
XXXX	XXXX	VERMELHO	VERDE
XXXX	XXXX	AZUL	AZUL
XXXX	XXXX	VERDE	AMARELO
XXXX	XXXX	AMARELO	VERDE
XXXX	XXXX	VERDE	VERMELHO

Anexo 7 - Teste Stroop - Nas duas primeiras colunas o objectivo é informar o nome da cor que esta impressa dentro dos quadrados. Nas duas colunas da direita o mesmo objectivo é proposto, porém o tempo que utilizado para realizar esta tarefa é bem maior do que a anterior, isto porque a cor que está impressa não corresponde ao nome escrito e ocorre uma interferência entre dois processos psicológicos. Reconhecer as cores é um processo primário e exige o controlo consciente. Ler já é um processo automático, e só é possível de ser evitado com um certo esforço. Quando ambas são solicitadas simultaneamente, sofrem interferências e a execução do processo primário é retardado. (Klaus, 2004)

Anexo 8



Anexo 8 – O núcleo acumbente forma uma interface entre o striatum e córtex pré frontal(Lambert, 2008).