



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA

Fundada em 18 de Fevereiro de 1808



---

## **MONOGRAFIA**

**AS BASES NEURAIIS DA MORAL: O que já sabemos?**

**Marcos Oliveira Carvalho Alves**

**Salvador (Bahia),  
Março, 2013**

### Ficha catalográfica

(elaborada pela Bibl. SONIA ABREU, da Bibliotheca Gonçalo Moniz :

Memória da Saúde Brasileira/SIBI-UFBA/FMB-UFBA)

Alves, Marcos Oliveira Carvalho

A474 As bases neurais da moral: o que já sabemos?/ Marcos Oliveira Carvalho Alves. Salvador: 2013.

ix; 32 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Ailton de Souza Melo.

Monografia (Conclusão de Curso) Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Medicina da Bahia,

Salvador, 2013.

1. Neurociência cognitiva. 2. Moral. 3. Ética. 4. Julgamento (ética). 5. Processo decisório.  
I. Melo, Ailton de Souza. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Medicina da Bahia.  
III. Título.

CDU - 616.8



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA

Fundada em 18 de Fevereiro de 1808



## **MONOGRAFIA**

### **AS BASES NEURAIAS DA MORAL: O que já sabemos?**

**Marcos Oliveira Carvalho Alves**

**Professor orientador:** Ailton de Souza Melo

**Monografia de Conclusão do Componente Curricular MED-B60, e como pré-requisito obrigatório e parcial à conclusão do curso médico da Faculdade de Medicina da Bahia da Universidade Federal da Bahia, apresentada ao Colegiado do Curso de Graduação em Medicina.**

**Salvador (Bahia),  
Março, 2013**

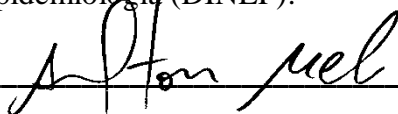
**Monografia:** As bases neurais da moral: O que já sabemos?, **Marcos Oliveira Carvalho Alves**

Professor orientador: **Ailton de Souza Melo**

**COMISSÃO REVISORA**

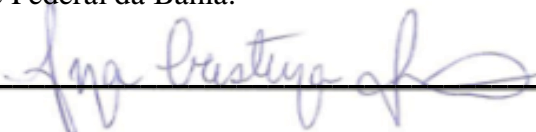
- Ailton de Souza Melo (Presidente), Professor adjunto e livre docente em neurologia do Departamento de Neurociências e Saúde Mental da Faculdade de Medicina da Bahia - Universidade Federal da Bahia e coordenador da Divisão de Neurologia e Epidemiologia (DINEP).

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



- Ana Cristina Feres, Doutoranda do Curso de Doutorado do Programa de Pós graduação em Medicina e Saúde da Faculdade de Medicina da Bahia - Universidade Federal da Bahia.

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



Membro suplente

- Paulo Afonso Batista Santos, Professor vinculado ao Departamento de Cirurgia Experimental e Especialidades Cirúrgicas da Faculdade de Medicina da Bahia - Universidade Federal da Bahia.

**TERMO DE REGISTRO ACADÊMICO:** Monografia aprovada pela Comissão, e julgada apta à apresentação pública no IV Seminário Estudantil da Faculdade de Medicina da Bahia, com posterior homologação do registro final do conceito, pela coordenação do Núcleo de Formação Científica. Chefia do Departamento de neurociências e saúde mental da FMB-UFBA. Salvador (Bahia), em \_\_\_ de \_\_\_\_\_ 2013.

## **INSTITUIÇÕES PARTICIPANTES**

### **Universidade Federal da Bahia**

- Faculdade de Medicina da Bahia – Departamento de Neurociências e Saúde mental;

<b>FONTES DE FINANCIAMENTO</b>
--------------------------------

<b>1. Recursos Próprios.</b>
------------------------------

## AGRADECIMENTOS

- Ao professor Ailton de Souza Melo pelos ensinamentos e solicitude durante toda a formulação dessa Monografia, agindo como um verdadeiro mestre.
- À doutoranda Ana Cristina Feres, pelos ensinamentos e amizade durante meus primeiros passos em produções científicas.
- Aos colegas e amigos Bruno Raone, Raísa Dourado e Alberto Alcântara pela amizade e companheirismo demonstrados nesses anos de trabalho em conjunto, permitindo momentos de muito aprendizado.
- Ao professor José Tavares Neto pela solicitude quando procurado para esclarecer dúvidas durante a produção desta Monografia.

**“Existo onde não penso existir”  
(Lacan)**

**Acima de tudo, a meus pais,  
irmãos, familiares e amigos,  
responsáveis por me  
oferecer apoio e inspiração  
para continuar tendo em  
vista a concretização dos  
meus mais simples aos mais  
absurdos objetivos.**



## **EQUIPE**

- ❖ **Marcos Oliveira Carvalho Alves**, Acadêmico de Medicina da Faculdade de Medicina da Bahia (FMB) da Universidade Federal da Bahia (UFBA);
  
- ❖ **Ailton de Souza Melo**, Professor orientador. Professor Adjunto e livre docente em neurologia do Departamento de Neurociências e Saúde Mental da Faculdade de Medicina da Bahia - Universidade Federal da Bahia e coordenador da Divisão de Neurologia e Epidemiologia (DINEP)

## ÍNDICE

<b>I. JUSTIFICATIVA</b>	<b>2</b>
<b>II. RESUMO</b>	<b>3</b>
<b>III. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>IV. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>5</b>
<b>IV.1. Conceituando moral</b>	<b>5</b>
<b>IV.2. A evolução da moral</b>	<b>5</b>
<b>IV.3. Processo racional e/ou emocional?</b>	<b>7</b>
<b>IV.4. O córtex pré-frontal</b>	<b>7</b>
<b>IV.5. O assim chamado sistema límbico</b>	<b>8</b>
<b>IV.5.1. Córtex orbitofrontal</b>	<b>9</b>
<b>IV.5.2. Amígdala</b>	<b>10</b>
<b>IV.5.3. A interação entre o córtex orbitofrontal e a amígdala</b>	<b>11</b>
<b>V. METODOLOGIA</b>	<b>12</b>
<b>VI. RESULTADOS</b>	<b>13</b>
<b>VI.1. O caso de Phineas P. Gage</b>	<b>13</b>
<b>VI.1.2. Phineas Gage já não era mais o mesmo</b>	<b>15</b>
<b>VI.1.3. A reconstrução do cérebro de Phineas Gage</b>	<b>16</b>
<b>VI.2. Outros casos de lesão pré-frontal</b>	<b>17</b>
<b>VI.2.1. O doente de Damásio</b>	<b>17</b>
<b>VI.2.2. O doente de Brickner</b>	<b>19</b>
<b>VI.2.3. O doente de Ackerly e Benton</b>	<b>19</b>
<b>VI.3. Casos com lesões não restritas ao córtex frontal</b>	<b>20</b>
<b>VI.4. Dilemas morais</b>	<b>21</b>
<b>VII. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>24</b>
<b>IX. SUMMARY</b>	<b>28</b>
<b>XI. REFERÊNCIAS</b>	<b>29</b>
<b>XII. ANEXOS</b>	<b>33</b>
<b>XII.1. Uma breve reflexão do autor sobre o tema</b>	<b>33</b>

## I. JUSTIFICATIVA

A capacidade de agir de acordo com uma moral, ou seja, o desenvolvimento de um juízo moral, é algo fundamental na construção da personalidade do indivíduo, pois isso explica seus valores de certo e errado, suas ações, sua conduta social. Sendo assim, a convivência de um sujeito em uma sociedade com normas é totalmente dependente dos conceitos morais que o regem.

Entretanto, é difícil imaginar que a moral pode estar localizada ou fortemente relacionada com alguma ou algumas regiões específicas do sistema nervoso central, por ser uma função mais complexa do que outras que já se tem uma explicação neural mais clara, como, por exemplo, a capacidade de se mover, ouvir, falar, ver.

Apesar disso, é comum na prática clínica de neurologistas e psiquiatras pacientes que possuem comprometimento na sua capacidade de seguir seus conceitos morais previamente estabelecidos, sendo, portanto, obscenos, irresponsáveis com os outros, agressivos, irreverentes, características não presentes antes da doença ou lesão localizadas no sistema nervoso central.

Além disso, existe, hoje, um grande avanço nas pesquisas em neurociência cognitiva, mas que não estão aos olhos de grande parte do meio médico, inclusive daqueles cujas práticas clínicas estão fortemente relacionadas com o tema. Esse avanço já pôde ter sido suficiente para fornecer ferramentas para a compreensão de como se dá o desenvolvimento julgamento moral.

Dessa forma, levando em consideração que a construção da moral em um indivíduo tem uma grande importância na sua personalidade e no seu convívio social, além de ser uma função comumente afetada em distúrbios neurológicos e/ou psiquiátricos, essa revisão se apresenta como um importante papel na tentativa de esclarecer, por meio dos conhecimentos atuais da neurociência cognitiva, a possibilidade da existência de bases neurais da moral.

## II. RESUMO

**Justificativa:** Levando em consideração que a construção da moral em um indivíduo tem uma grande importância na sua personalidade e no seu convívio social, além de ser uma função comumente afetada em distúrbios neurológicos e/ou psiquiátricos, essa revisão se apresenta como um importante papel na tentativa de esclarecer, por meio dos conhecimentos atuais da neurociência cognitiva, a possibilidade da existência de bases neurais da moral. **Fundamentação teórica:** Moral pode ser entendida como o conjunto de valores, de normas e de noções do que é certo ou errado, proibido e permitido, dentro de uma determinada sociedade, de uma cultura. Ao se observar a maneira pela qual se deu a evolução da moral nas sociedades humanas, fica evidente que a ausência de regras sociais daria carta branca à coerção, manipulação e violência interpessoal sem obstáculos, em detrimento de todos. O conhecimento existente a respeito do córtex pré-frontal e do sistema límbico, os colocam como possíveis estruturas com um papel importante para o desenvolvimento do juízo moral. **Objetivo:** Verificar se existem evidências sobre o papel do sistema nervoso na construção da moral. **Métodos:** Levantamento de dados na literatura já existente. Foram utilizados artigos científicos, relatos de casos e livros, por meio de buscas na base de dados do MEDLINE/PubMed e LILACS-BIREME, periódicos online ou acervo da Biblioteca de Saúde da Universidade Federal da Bahia. Foram selecionados artigos e relatos que relacionassem lesões no sistema nervoso central em humanos e alterações no juízo moral. **Palavras-chaves:** moral/moral, morality/moralidade, moral judgment/juízo moral, social conduct/conduta social, brain lesions/lesões cerebrais, decision making/tomada de decisões. **Resultados e discussão:** Os doentes apresentados possuíam previamente à lesão um sentido de responsabilidade pessoal e social. Entretanto, após as lesões, eles, de uma maneira geral, deixaram de demonstrar respeito pelas convenções sociais e os princípios éticos eram muitas vezes violados. Nos casos de lesões frontais, o córtex pré-frontal ventromedial se mostrou uma região importante para a integridade do juízo moral. Lesões na região dorsolateral também alterou essa função. Nos casos de lesões não frontais, o complexo somatossensorial e as amígdalas também mostraram ter um papel no desempenho do juízo moral.

## **OBJETIVOS**

### **III.1 Objetivo**

**Verificar se existem evidências sobre o papel do sistema nervoso na construção da moral.**

### III. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### IV.1. Conceituando a moral

A moral e a ética são dois conceitos que possuem uma relação muito estreita. Do latim *mores*, moral significa "relativo aos costumes". Etimologicamente, a palavra moral teve origem na tentativa dos romanos de traduzirem a palavra grega *êthica*. Entretanto, a tradução não foi plena, pois para os gregos *êthica* possuía dois sentidos complementares: o primeiro derivava de *êthos*, significando a interioridade do ato humano, aquilo que gera uma ação genuinamente humana e que brota a partir de dentro do sujeito moral (o âmago do agir, o sentido da intenção). Por outro lado, *êthica* significava também *êthos*, indicando a questão dos hábitos, costumes, usos e regras, o que se materializa na assimilação social dos valores <sup>(1)</sup>. Nessa revisão, o segundo sentido de *êthica* é o que mais se aproxima do nosso objetivo.

Portanto, moral pode ser entendida como o conjunto de valores, de normas e de noções do que é certo ou errado, proibido e permitido, dentro de uma determinada sociedade, de uma cultura. Dessa forma, a moral está associada com os valores que regem a ação humana enquanto inserida na convivência social, tendo, assim, um caráter normativo.

Julgamentos morais são definidos como decisões que avaliam a adequação de seu comportamento de acordo com as percepções de certo e errado socializadas <sup>(2)</sup>.

#### IV.2. A evolução da moral

A evolução da moral acompanhou o desenvolvimento das organizações sociais. Ou seja, à medida que as tribos primitivas foram aumentando de tamanho e complexidade, com conseqüente divisão mais especializada do trabalho, a colaboração entre os indivíduos passou a ser necessária em um âmbito além do familiar. Isso favoreceu a perpetuação dos indivíduos mais colaborativos e seguidores das normas sociais. Por outro lado, os indivíduos egoístas que não eram capazes de evitar punições por descumprir o contrato social tinham menos probabilidade de sobreviver <sup>(3)</sup>.

O primatologista Frans de Waal e sua colaboradora Sarah Brosnan mostraram evidências da evolução desse comportamento investigando sentimentos morais de

primatas não humanos. Eles treinaram pares de macacos capuchinhos marrons para trocarem fichas por comida, e normalmente os animais trocavam uma ficha por um pepino. No entanto, a observação de outros macacos em situações de “injustiça” deixava os animais revoltados. Ao observar outro macaco ser recompensado sem entregar a ficha ou receber uma passa de uva, o que é equivalente a uma iguaria, em vez de um modesto pepino pela entrega de uma ficha, o macaco injustiçado rebelava-se em 4 de cada 5 casos, ou jogando o pedaço de pepino para fora da jaula, ou se recusando a entregar sua ficha, ou mesmo jogando-a com arrogância no pesquisador <sup>(4)</sup>.

Uma observação notável foi realizada pelo primatologista Marc Hauser em suas pesquisas com macacos Rhesus (*Macaca mulatta*), conduzidas em uma colônia com 90 desses animais na pequena ilha de Caya Santiago, em Porto Rico. Quando um macaco descobre comida, depois de uma inspeção no ambiente, emite, em geral, um chamado para os outros, que logo aparecem para dividir o alimento. No entanto, Hauser observou que alguns macacos mantinham-se em silêncio e comiam antes de chamar os outros. Esses animais mostravam sinais de apreensão e vasculhavam o ambiente para verificar se não estavam sendo observados. O primatologista descreve ainda que, quando os mentirosos são pegos em flagrante, são agressivamente atacados e feridos pelos membros da comunidade que tentavam enganar <sup>(5)</sup>.

Pesquisas recentes têm demonstrado que o impulso para punir os trapaceiros está enraizado em nosso sistema nervoso. Sabe-se que os mecanismos dopaminérgicos são ativados quando punimos alguém que trapaceia em um jogo <sup>(6)</sup>. Em outros experimentos, os participantes pagam, com o dinheiro que poderiam retirar ao final da experiência, para punir aos violadores das regras estabelecidas no jogo.

Dessa forma, todo esse cenário evolutivo aponta para a necessidade da existência e do seguimento de regras para estruturar o comportamento dos membros de um grupo. E a punição dos transgressores ajuda a garantir a obediência às regras em uma sociedade.

Como observa Smith <sup>(7)</sup>, a ausência de regras sociais daria carta branca à coerção, manipulação e violência interpessoal sem obstáculos, em detrimento de todos. É apenas limitando os interesses individuais que os sistemas sociais humanos podem ser sustentados.

### **IV.3. Processo racional e/ou emocional?**

Durante a revolução cognitiva dos anos 1950 e 1960, teorias freudianas e behavioristas se tornaram os modelos mentais e de processamento de informações mais preferidos no âmbito da psicologia. No domínio da moral, Lawrence Kohlberg fez parte desta revolução. De acordo com Kohlberg, a construção da moral não é dirigida apenas por uma simples maturação cerebral, mas também pela experiência em “role taking”, ou seja, olhar para um problema a partir de múltiplas perspectivas. “Role taking” estimula o raciocínio moral, e o raciocínio moral, de acordo com Kohlberg, conduz os julgamentos morais. Dessa forma, por muito tempo se pensou que o julgamento moral fosse um processo estritamente racional <sup>(8)</sup>.

Mas, com a revolução cognitiva já amadurecida na década de 1980, muitos pesquisadores começaram a alertar para uma “revolução afetiva” complementar. O foco de Kohlberg no raciocínio moral parecia ignorar a importância das emoções morais. Ao mesmo tempo, novas descobertas em psicologia evolutiva e primatologia começaram a apontar para as origens da moralidade humana em um conjunto de emoções (ligada à expansão de habilidades cognitivas) que fizeram com que os indivíduos se preocupassem com o bem estar dos outros, incluindo sentimentos de simpatia, e com a cooperação, a fraude, e o seguimento de normas, incluindo sentimentos de gratidão, vergonha e vingança <sup>(8)</sup>.

Quando algum indivíduo transgredir alguma norma, desperta um sentimento de vingança nos outros e de vergonha nele mesmo. Como são sentimentos negativos, isso acaba estimulando que os indivíduos não transgridam normas. Por outro lado, atitudes de cooperação despertam sentimentos de gratidão nos outros, que é um sentimento positivo, o que reforça um comportamento cooperativo.

Dessa forma, tanto o raciocínio quanto as emoções parecem estar envolvidos na construção da moral nos indivíduos.

### **IV.4. O córtex pré-frontal**

O córtex pré-frontal constitui-se de uma rede maciça que se liga a regiões motoras, perceptivas e límbicas do cérebro <sup>(9)</sup>. Existem extensas projeções para essa região de quase todas as áreas dos córtices parietal e temporal, além de algumas projeções de regiões pré-estriatais do córtex occipital. Estruturas subcorticais, incluindo



os núcleos da base, o cerebelo e vários núcleos do tronco encefálico, projetam-se indiretamente para o córtex pré-frontal via conexões talâmicas.

Na realidade, quase todas as áreas corticais e subcorticais influenciam o córtex pré-frontal diretamente ou através de algumas sinapses. O córtex pré-frontal também envia conexões recíprocas a quase todas as áreas que se projetam a ele e para áreas motoras e pré-motoras. O córtex pré-frontal tem muitas projeções para o hemisfério contra-lateral – não somente projeções para áreas pré-frontais homólogas por meio do corpo caloso, mas também projeções bilaterais para regiões pré-motoras e subcorticais (10,11,12).

Dessas considerações neuroanatômicas, pode-se supor que o córtex pré-frontal se encontra em uma excelente posição para coordenar o processamento através de amplas regiões do sistema nervoso central. Toda essa complexa rede de conexões dá subsídios à participação fundamental dessa região em funções complexas, como raciocínio, aprendizado, comportamento, linguagem e tomada de decisões (10,11,12).

#### **IV.5. O assim chamado sistema límbico**

Em 1937, James Papez propôs uma teoria do circuito do cérebro e da emoção, sugerindo que respostas emocionais envolvem uma rede de regiões cerebrais, incluindo o hipotálamo, tálamo anterior, giro do cíngulo e hipocampo. Paul MacLean, posteriormente, nomeou essas estruturas como *circuito de Papez*, além de incluir à rede, ainda, a amígdala, córtex orbitofrontal e porções dos núcleos da base. Por fim, nomeou esse circuito neural de sistema límbico (10).

O trabalho inicial de MacLean identificando o sistema límbico como o cérebro “emocional” foi muito influente. Até os dias de hoje, não é incomum ver referências ao “sistema límbico” ou às estruturas “límbicas” em estudos sobre as bases neurais da emoção. A popularidade duradoura do termo em trabalhos mais recentes se deve principalmente à inclusão do córtex orbitofrontal e da amígdala (11,13). Entretanto, o conceito de sistema límbico como delineado por MacLean não tem sido sustentado com o passar dos anos (12,14). Embora muitas das estruturas límbicas sejam conhecidas por participarem na emoção, tem sido impossível determinar um critério para definir quais estruturas e vias devem ser incluídas. Além disso, áreas límbicas clássicas, como o

hipocampo, têm se mostrado mais importantes para outros processos “não-emocionais”, como a memória <sup>(11)</sup>. Sem uma clara compreensão de por que algumas regiões cerebrais, e não outras, são partes do sistema límbico, esse conceito provou ser mais descritivo e histórico do que funcional em nossa compreensão atual das bases neurais da emoção.

Essas tentativas iniciais de identificar os circuitos neurais da emoção tendiam a vê-la como um circuito específico, como o sistema límbico, separando, assim, este “cérebro emocional” do resto do cérebro. Com o passar do tempo, as investigações sobre a emoção tornaram-se mais detalhadas e complexas. Hoje, sabe-se que a emoção é um comportamento multifacetado que talvez não possa ser capturado por uma única definição, colocado em um único circuito neural ou sistema cerebral. Estudos recentes têm focado tipos específicos de tarefas emocionais identificando os sistemas neurais subjacentes a comportamentos emocionais específicos <sup>(10,11,12)</sup>. Ou seja, não se pensa mais em um único sistema neural para a emoção.

Portanto, dependendo da tarefa, podemos esperar que diferentes sistemas neurais estejam envolvidos no processo. Esses sistemas podem envolver algumas regiões cerebrais que são mais ou menos especializadas para o processamento emocional, junto a outras que servem a muitas funções. Estudos de neurociência cognitiva invocam um número de regiões cerebrais relacionadas a diferentes tarefas, algumas mencionadas anteriormente e outras como o córtex insular e córtex somatossensorial. Por fim, vale destacar que o córtex orbitofrontal e a amígdala têm emergido como duas regiões nas quais as funções primordiais estão relacionadas com o processo da emoção <sup>(10)</sup>.

#### **IV.5.1. Córtex orbitofrontal**

É a parte do córtex pré-frontal que forma a base do lobo frontal e fica na parede superior da órbita acima dos olhos. Essa região, algumas vezes, é dividida em duas áreas. A parte mais central do córtex orbitofrontal é referida como córtex pré-frontal ventromedial. O restante, a porção mais lateral, é referida também como córtex pré-frontal látero-orbital <sup>(12)</sup>.

A função comportamental do córtex orbitofrontal é difícil de ser definida porque ela falha em se encaixar em uma única categoria identificável. Mas, ao mesmo

tempo, todos os comportamentos relacionados ao córtex orbitofrontal parecem estar relacionados. O desafio dos neurocientistas é achar um meio preciso de caracterizar o papel dessa região de uma maneira que inclua a grande variedade de comportamentos que dependem dela. Atualmente, pesquisas sobre o papel do córtex orbitofrontal caem em domínios separados, mas relacionados. Cada um desses domínios é relacionado ao papel do córtex orbitofrontal em regular nossas habilidades de inibir, avaliar e agir com informação emocional e social <sup>(10,11,12)</sup>.

Dessa forma, o córtex orbitofrontal tem um papel significativo em nossa habilidade para responder e agir. Embora tenhamos um bom entendimento de alguns dos déficits que resultam dos danos ao córtex orbitofrontal, nossa compreensão do papel preciso dessa região em tomadas de decisão normais ainda é amplamente teórica. Um aspecto que está claro, entretanto, é que o córtex orbitofrontal deve basear-se em informações aprendidas sobre as qualidades emocionais dos estímulos para poder acessar a utilidade de nossas ações. Pensa-se que o aprendizado e a memória emocional devem basear-se em outras estruturas cerebrais interconectadas. Uma das estruturas neurais principais que, aparentemente, interage com o córtex orbitofrontal neste papel é a amígdala <sup>(10,11)</sup>.

#### **IV.5.2. Amígdala**

A amígdala é uma estrutura pequena, do formato de amêndoa, localizada no lobo temporal medial adjacente à porção anterior do hipocampo. As estruturas do lobo temporal medial foram apontadas por seu importante papel na emoção na primeira parte do século passado, quando Klüver e Bucy documentaram respostas emocionais não-usuais em macacos após sofrerem dano nessa região <sup>(15)</sup>. O déficit observado foi chamado “cegueira psíquica”, e uma das características proeminentes era a tendência a se aproximar de objetos que normalmente provocam uma resposta de medo. Somente após a década de 1950 a amígdala foi identificada como a estrutura principal do lobo temporal medial envolvida nos déficits observados, os quais tornaram-se conhecidos como “Síndrome de Klüver-Bucy” <sup>(16)</sup>. Desde então, a amígdala tem sido foco de pesquisas sobre processos relacionados a diversos comportamentos. Embora humanos com danos na amígdala não mostrem os sinais clássicos da síndrome de Klüver-Bucy, eles mostram muitos sinais mais sutis de comprometimento em diversas atividades <sup>(10)</sup>.

A amígdala tem sido descrita, em primeiro lugar, como sendo importante para o aprendizado e a memória. Isso se dá porque o dano à amígdala nem sempre leva a respostas a estímulos nocivos por natureza ou recompensadores, mas, ao invés disso, leva a um subgrupo de respostas aprendidas. Esse papel da amígdala no aprendizado afeta uma variedade de comportamentos relacionados ao aprendizado implícito, memória explícita, respostas sociais e vigilância <sup>(11)</sup>.

É incorreto sugerir que a amígdala só responde a estímulos negativos. Ela também possui um papel importante na resposta a estímulos positivos em circunstâncias de alguma forma mais limitadas. Por exemplo, os efeitos da amígdala na modulação do hipocampo parecem ser mediados pelo alerta, resposta a eventos negativos ou positivos <sup>(17)</sup>. Adicionalmente, a amígdala atua em algumas tarefas de aprendizado nas quais um estímulo de recompensa está associado a um estímulo neutro <sup>(18)</sup>. Dessa forma, como já foi dito, seria incorreto dizer que a amígdala está envolvida somente na resposta a estímulos negativos ou aversivos, embora pareça ser particularmente sensível a esses tipos de estímulos.

#### **IV.4.3. A interação entre a amígdala e o córtex orbitofrontal**

Estudos a respeito da amígdala e do córtex orbitofrontal evidenciaram o quanto essas duas estruturas cerebrais operam independentemente. Entretanto, algumas pesquisas recentes estão começando a mostrar como essas regiões trabalham juntas para produzir respostas comportamentais e vegetativas normais. Por exemplo, enquanto a aquisição de condicionamento aversivo requer a amígdala, a extinção normal de uma resposta condicionada envolve a interação da amígdala e do córtex pré-frontal <sup>(19)</sup>. Estudos examinaram a habilidade de associar uma recompensa a um estímulo e concluíram que a amígdala e o córtex orbitofrontal podem agir juntos nesse tipo de tarefa <sup>(20)</sup>. Um modelo neuroanatômico de depressão sugere que um circuito de estruturas (amígdala, córtex orbitofrontal e tálamo) está hiperativo na depressão e que essas estruturas trabalhando conjuntamente, levam a alguns dos sintomas da depressão <sup>(21)</sup>.

Finalmente, a hipótese do marcador somático de Damásio propõe que a amígdala e o córtex orbitofrontal interagem e fazem importantes contribuições nas tomadas de decisões.

#### **IV. METODOLOGIA**

Esse estudo foi realizado por meio do levantamento de dados na literatura já existente, tendo início em junho de 2012 e sendo finalizada em janeiro de 2013. Foram utilizados artigos científicos, relatos de casos e livros, por meio de buscas na base de dados do MEDLINE/PubMed e LILACS-BIREME, periódicos online ou acervo da Biblioteca de Saúde da Universidade Federal da Bahia.

Os termos procurados foram: moral/moral, morality/moralidade, moral judgment/juízo moral, social conduct/conduta social, brain lesions/lesões cerebrais, decision making/tomada de decisões. Por fim, foram selecionados artigos e relatos que relacionassem lesões no sistema nervoso central em humanos com alterações no juízo moral, sendo que os casos possuem particularidades, ou seja, não possuem o mesmo padrão de lesões e alterações. Seguindo essa linha, foram selecionados 6 casos. Não houve limitação de datas, pois alguns casos que foram amplamente descritos são antigos. Além disso, vale destacar que não foram achados casos em que houve lesões frontais, mas não acompanhadas de alterações comportamentais no âmbito da preservação moral dos sujeitos. Estudos de neuroimagem também foram incluídos nos resultados.

## V. RESULTADOS

### VI.1 O caso de Phineas P. Gage

No verão de 1848, na Nova Inglaterra, a vida de Phineas Gage, 25 anos de idade e capataz da construção civil, sofreu uma reviravolta. Um século e meio mais tarde, a sua ruína ainda é rica em ensinamentos <sup>(22,23)</sup>.

Em um 13 de setembro de 1848, como quase todo dia, o jovem Phineas Gage saiu de casa para o trabalho. Por suas virtudes pessoais, seu senso de responsabilidade, liderança, eficiência e companheirismo, tinha sido nomeado capataz de um grupo de trabalhadores responsáveis pela construção da via férrea. Seus superiores o definem como o homem “mais eficiente e capaz” que está a seu serviço <sup>(24)</sup>. Características muito importantes, já que o trabalho requer destreza física e concentração apurada, pois é preciso executar vários passos de forma metódica.

A missão do grupo, explodir grandes rochas para permitir assim a colocação dos trilhos. Como de rotina, buracos de uns 30 centímetros eram feitos na pedra e posteriormente preenchidos com pólvora. Para empurrar a pólvora, Phineas utilizava uma barra de ferro de mais de um metro de comprimento e quase 3 centímetros de diâmetro.

Mas para seu azar, nesse dia, ao empurrar a barra de ferro no interior do orifício, uma faísca detonou a pólvora. A barra, lançada como um projétil, atravessou a cabeça de Phineas. O ponto de impacto foi na bochecha, logo abaixo do osso zigomático. A barra perfurou depois sua órbita empurrando o globo ocular para fora. Destruindo parte da região anterior do cérebro, finalmente saindo pela região superior do crânio, o que provocou um orifício de quase seis centímetros de diâmetro entre os ossos parietais e frontal. A barra foi parar a mais de 30 metros de distância, junto com fragmentos de ossos e massa encefálica.

Incrivelmente, Phineas não morreu. Embora desmaiasse pelo impacto, minutos depois estava em pé conversando com os colegas. Chamando a atenção para o fato de Gage não ter morrido instantaneamente e para a surpresa que isso causou, o artigo médico no jornal de Boston informa que: “imediatamente após a explosão, o doente foi projetado para trás, logo depois exibiu alguns movimentos convulsivos nas

extremidades e falou passado poucos minutos. Seus homens o levaram em braços para a estrada, apenas a algumas varas de distância, colocando-o em um carro de bois, no qual ele viajou, firmemente sentado, cerca de um quilômetro até a estalagem do Sr. Joseph Adams. Gage saiu sozinho do carro com uma pequena ajuda dos seus homens”.

Levado ao médico da pequena cidade onde vivia, este tentou recolocar os fragmentos de osso em seu lugar e suturou da melhor forma possível o couro cabeludo. O Dr. Willians, colega mais novo do Dr. Harlow, descreve assim a cena: “Nessa altura, ele estava sentado numa cadeira na *piazza* da estalagem do Sr. Admas, em Cavendish. Quando parei a carriagem, ele disse: ‘Doutor, tem aqui um trabalho que vai dar o que fazer’. Reparei logo na ferida existente na cabeça, antes mesmo de descer da minha carruagem, sendo as pulsações do cérebro claramente visíveis; a ferida tinha também um aspecto que, antes de eu ter examinado a cabeça, não consegui compreender de imediato: o topo da cabeça assemelhava-se, em certa medida, a um funil invertido; tal circunstância devia-se, descobri em seguida, ao fato de o osso estar fraturado em redor do orifício numa distância de cerca de cinco centímetros em todas as direções. Devia ter mencionado anteriormente que o orifício através do crânio e dos integumentos não andava longe dos quatro centímetros de diâmetro; as arestas desse orifício estavam reviradas e a totalidade da ferida apresentava-se como se um corpo cuneiforme tivesse passado de baixo para cima. O Sr. Gage, durante o tempo em que estive a examinar o ferimento, ia descrevendo aos circunstantes o modo como tinha sido ferido; falava de uma forma tão racional e mostrava-se tão disposto a responder às perguntas que lhe faziam, que lhe coloquei diretamente as minhas questões, em vez de as dirigir aos homens que o acompanhavam na altura do acidente e que agora nos rodeavam. O Sr. Gage relatou-me então algumas das circunstâncias, tal como a partir daí sempre as descreveu; e posso afirmar com segurança que nem nessa altura, nem em qualquer outra ocasião subsequente, exceto uma, o deixei de considerar perfeitamente racional. A única ocasião à qual me refiro ocorreu cerca de quinze dias depois após o acidente, quando insistiu em me chamar John Kirwin; ainda assim, respondia corretamente a todas as minhas perguntas”<sup>(25)</sup>.

Alguns dias depois, a enorme ferida infeccionou e Phineas entrou em coma. Esperando pelo pior, sua família já preparava o enterro, porém, aos cuidados de Dr. Harlow, Gage se recuperou, e para o mês de janeiro, estava levando uma vida normal.

### **VI.1.2. Phineas Gage já não era mais o mesmo**

Dr. Harlow elaborou, vinte anos após o acidente, um relato sobre Gage, descrevendo o modo como ele recuperou suas forças e como seu restabelecimento físico foi completo. Gage podia tocar, ouvir, sentir, sem nenhum déficit motor. Havia perdido a visão do olho esquerdo, mas a do direito estava preservada. Caminhava firmemente, utilizava as mãos com destreza e não tinha nenhuma dificuldade assinalável, na fala e na linguagem.

Entretanto, de acordo com Harlow, o “equilíbrio, por assim dizer, entre suas faculdades intelectuais e suas propensões animais fora destruído. As mudanças tornaram-se evidentes assim que amainou a fase crítica da lesão cerebral. Mostrava-se agora caprichoso, irreverente, usando por vezes a mais obscena das linguagens, o que não era anteriormente seu costume, manifestando pouca deferência para com os colegas, impaciente relativamente a restrições ou conselhos quando eles entravam em conflito com seus desejos, por vezes determinadamente obstinado outras ainda caprichoso e vacilante, fazendo muitos planos para ações futuras que tão facilmente eram concebidas como abandonadas... Sendo uma criança nas suas manifestações e capacidades intelectuais, possui as paixões animais de homem maduro”<sup>(24)</sup>. Sua linguagem obscena era de tal forma degradante que as senhoras eram aconselhadas a não permanecer durante muito tempo na sua presença, para que ele não ferisse suas sensibilidades.

Os novos traços de personalidade estavam claramente contrastando com os “hábitos moderados” e a “considerável energia de caráter” que Phineas Gage possuía antes do acidente. Tinha “uma mente bastante equilibrada e era considerado, por aqueles que o conheciam, um homem de negócio astuto e inteligente, muito enérgico e persistente na execução de todos os seus planos de ação”. Seus amigos e conhecidos observavam que “Gage já não era Gage”.

Seus patrões o dispensaram pouco tempo depois de ter regressado ao trabalho, pois “consideram a alteração de sua mente tão acentuada que não lhe podiam conceder seu antigo lugar”. O problema residia no seu novo caráter.

Sem emprego, esposa ou amigos, Phineas decidiu ganhar dinheiro com sua desgraça, exibindo-se com sua barra de ferro em cidades dos Estados Unidos e, provavelmente, Europa. Posteriormente, trabalhou como instrutor e condutor de



carruagens, mudando para o Chile e lá vivendo por sete anos. Com problemas de saúde, voltou à casa materna nos Estados Unidos, onde morreu no dia 20 de maio de 1860, treze anos após o acidente, devido a complicações provocadas por ataques epilépticos.

### **VI.1.3. A reconstrução do cérebro de Phineas Gage**

Não foi realizada nenhuma autópsia após a morte de Phineas Gage, sendo que seu médico, Dr. Harlow, só soube da sua morte cinco anos depois. Em 1867, o corpo de Gage foi exumado e o crânio junto com a barra de ferro são exibidos hoje em uma sala especial no museu da Faculdade de Medicina de Harvard.

Hanna Damásio analisou o crânio de Gage e, a partir da neuroanatomia moderna e das tecnologias de ponta no campo da neurovisualização, conseguiu recriar o crânio sob a forma de coordenadas tridimensionais, e dessas derivar as coordenadas mais prováveis do cérebro que melhor se ajustava a esse crânio. Com consequente diminuição do leque de possíveis trajetórias da barra de ferro no crânio de Gage, foi possível simular o dano gerado pelo acidente.

Encontrou-se que a barra de ferro não atingiu as regiões cerebrais responsáveis pelas funções motoras e pela linguagem, ou seja, estavam inatas em ambos os hemisférios as áreas dos córtices motor e pré-motor e o opérculo frontal (área de Broca), que possui papel importante na linguagem.

Os danos foram mais extensos no hemisfério esquerdo do que no direito, abrangendo mais os setores anteriores do que os posteriores da região frontal. A lesão comprometeu principalmente os córtices pré-frontais nas superfícies ventral e internas de ambos os hemisférios, preservando as partes laterais. Sendo assim, houve danos em parte do córtex pré-frontal ventromedial em Phineas Gage, que é a parte medial do córtex orbitofrontal <sup>(26)</sup>.

Portanto, os trabalhos de Hanna Damásio concluíram que foi uma lesão seletiva dos córtices pré-frontais do cérebro de Phineas Gage que comprometeu, além das outras alterações comportamentais, sua capacidade de se conduzir de acordo com as regras sociais que tinha previamente aprendido.

## **VI.2. Outros casos de lesão pré-frontal**

### **VI.2.1. O doente de Damásio**

O paciente A, atendido e acompanhado por Antônio Damásio, com idade em torno de trinta anos, era incapaz de manter um emprego, vivia com a ajuda da família. Entretanto, aos olhos dos outros, ele era um homem inteligente, competente e robusto (22).

Era um bom marido e pai, teve um excelente emprego numa firma comercial e foi um exemplo para os irmãos e colegas mais novos. Tinha atingido um invejável estatuto pessoal, profissional e social. Entretanto, sua vida começou a mudar. Ele passou a sentir fortes dores de cabeça e a capacidade de concentração tinha diminuído em um curto intervalo de tempo. Com a evolução do quadro, ele passou a perder o sentido de responsabilidade, e seu trabalho tinha de ser concluído ou corrigido por outros. O médico da família suspeitou da existência de um tumor cerebral e, infelizmente, ele estava correto. Era um meningioma, que é originado das meninges, membranas que revestem a superfície do cérebro. O tumor começou a crescer na linha mediana, logo acima do nariz, e, à medida que ia crescendo, comprimia ambos os lobos frontais. Uma cirurgia para remoção do tumor foi realizada com sucesso, entretanto A permaneceu com alterações em sua personalidade.

Ele passou a ser irracional em relação a planos mais amplos, que dizia respeito a sua prioridade principal, enquanto planos menores, que diziam respeito a tarefas subsidiárias, suas ações eram desnecessariamente pormenorizadas. Ele estava ainda fisicamente apto e a maioria de suas capacidades mentais estava intata. Porém, sua aptidão para tomar decisões estava prejudicada, assim como sua capacidade para elaborar um planejamento eficaz das horas, meses e anos que tinha pela frente. Essas alterações não eram comparáveis a erros rotineiros que qualquer indivíduo comete em suas decisões. As alterações não eram o resultado de uma prévia insuficiência de caráter e não estavam certamente sob o controle intencional do doente. Além disso, as alterações possuíam um caráter crônico.

Seu mecanismo de tomada de decisões estava tão defeituoso que ele já não podia funcionar efetivamente como ser social. Mesmo quando posto em confronto com

os resultados desastrosos de suas decisões, não aprendia com os erros. Damásio chega a o comparar com um transgressor incurável que profere sincero arrependimento quando sai da prisão, mas comete outro crime pouco tempo depois.

Em alguns aspectos, o paciente A era muito próximo de Phineas Gage, caído em desgraça social, incapaz de raciocinar e de decidir de forma que conduzisse à manutenção e ao melhoramento pessoal e de sua família. Já não era capaz de funcionar como ser humano independente e, tal como Gage, também tinha desenvolvido ato de colecionador. Em outros aspectos, no entanto, era diferente. Era menos intenso e nunca recorria à obscenidade.

Os testes neuropsicológicos aplicados no paciente A mostraram que, em suma, a capacidade perceptiva, a memória de longo prazo e de curto prazo, a aprendizagem de novos fatos, a linguagem e a capacidade de efetuar cálculos aritméticos estavam inalteradas. A atenção e a memória de trabalho também não tiveram alterações.

Estudos de tomografia computadorizada e ressonância magnética efetuados no pacientes revelaram que os lobos frontais direito e esquerdo tinham sido afetados e que a lesão do direito era muito superior a do esquerdo. Os danos sofridos no lado esquerdo concentravam-se no setor orbital e mediano. No lado direito, esses setores estavam também danificados, porém, além deles, o cerne do lobo (massa branca que se encontra por baixo do córtex cerebral) tinha sido destruído. Uma grande parte do córtices frontais direitos tinha perdido qualquer viabilidade funcional. Em ambos os lados, as partes do lobo frontal responsáveis pelo controle dos movimentos (regiões motora e pré-motora) estavam intactas. Também, de acordo com o esperado, os córtices frontais relacionados com a linguagem (área de Broca e seus arredores) estavam inalterados. A região imediatamente atrás da base do lobo frontal, o prosencéfalo basal (participa do processo de aprendizagem e memória), estava igualmente intacta. As regiões temporal, occipital e parietal estavam sem nenhum dano em ambos os hemisférios, esquerdo e direito, o mesmo para os núcleos da base e o tálamo.

As lesões estavam concentradas nos córtices pré-frontais e, tal como em Phineas Gage, o setor ventromedial tinha sofrido a maior parte da lesão. No entanto, nesse paciente, diferentemente de Gage, o lado direito foi o mais afetado.

### **VI.2.2. O doente de Brickner**

Esse paciente foi estudado em 1932 por Brickner. Era um corretor da Bolsa, vivia em Nova York, tinha 39 anos e era pessoal e profissionalmente bem sucedido. Esse doente também desenvolveu, como no caso anterior, um tumor cerebral, meningioma. O tumor comprimiu os lobos frontais e produziu resultados semelhantes ao caso do doente A. Uma cirurgia foi realizada, conseguindo remover o tumor, mas já havia lesões extensas nos córtices cerebrais nos lobos frontais esquerdo e direito <sup>(27)</sup>.

O doente B possuía uma percepção normal. Sua orientação em relação a pessoas, locais e tempo era normal, assim como a memória convencional de fatos recentes e remotos. As capacidades linguísticas e motoras não tinham sido afetadas, e a inteligência parecia inalterada, de acordo com testes psicológicos disponíveis na época.

Mas, apesar de sua saúde física e das capacidades mentais preservadas, o doente A nunca regressou ao trabalho. A personalidade dele se alterou profundamente. Era um homem cortês e ponderado, mas agora seus comentários sobre outras pessoas, incluindo a mulher, eram desrespeitosos e, por vezes, cruéis. Vangloriava-se de suas façanhas profissionais, físicas e sexuais, embora não trabalhasse, não praticasse qualquer esporte e tivesse cessado a atividade sexual. Em certas ocasiões, quando frustrado, agia de forma verbalmente insultuosa, embora nunca fisicamente violenta. A vida emocional do doente B parecia ser empobrecida. Não existem sinais de que nutria sentimentos por outros, nem sinal de vergonha, tristeza ou angústia perante a reviravolta trágica de sua vida.

As áreas afetadas incluíam todas aquelas também perdidas nos casos anteriores, mas de forma um pouco mais extensa. No lado esquerdo, todos os córtices frontais localizados à frente das áreas responsáveis pela linguagem foram removidos. No lado direito, a excisão foi maior e incluiu todo o córtex em frente das áreas que controlam o movimento. Os córtices na superfície ventral (orbital) e na parte inferior da superfície interna (mediana) de ambos os lados dos lobos frontais foram também removidos. A circunvolução do ângulo foi poupada.

### **VI.2.3. O doente de Ackerly e Benton**

Em 1948, S. S. Ackerly e A. L. Benton descreveram um doente que sofreu uma lesão do lobo frontal pouco depois do nascimento. Seu comportamento foi sempre

anormal. Embora não fosse uma criança retardo mental e os instrumentos básicos de sua mente parecessem intactos, nunca adquiriu um comportamento social normal. Ele nunca foi capaz de se manter empregado. Após alguns dias de boa disciplina, perdia o interesse pela atividade e acabava mesmo por roubar ou se comportar de forma desordeira. Qualquer saída da rotina facilmente o induzia em frustração e poderia provocar-lhe uma explosão de mau humor, embora, em geral, tendesse a ser dócil e educado. Seus interesses sexuais eram reduzidos e nunca se envolveu emocionalmente com nenhuma companhia. O comportamento era estereotipado, desprovido de imaginação, destituído de iniciativa. Nunca adquiriu capacidades profissionais ou *hobbies*. A recompensa ou a punição não pareciam influenciar seu comportamento. A memória era caprichosa, falhava quando se esperava que tivesse aprendido e aprendia espetacularmente em matérias de menor importância, como, por exemplo, o conhecimento detalhado de marcas de automóveis. O doente não era nem feliz e nem triste, e tanto o prazer como a dor pareciam ser de curta duração <sup>(28)</sup>.

Uma exploração neurocirúrgica, quando ele tinha 19 anos, mostrou que o lobo frontal esquerdo era um pouco mais do que uma cavidade oca e que a totalidade do lobo frontal direito estava ausente devido a um atrofiamento. Ou seja, a maior parte dos córtices frontais estavam danificados.

### **VI.3. Casos com lesões não restritas ao córtex frontal**

Em 1975, um juiz do Supremo Tribunal americano sofreu um acidente vascular no hemisfério direito <sup>(29)</sup>. A ausência de deficiências na linguagem gerava uma boa expectativa para o seu regresso ao cargo de juiz. O fato dele ter saído do hospital pelos seus próprios meios, contra a opinião dos médicos, além da maneira graciosa com a qual ele atribuía sua hospitalização a uma “queda” e repudiava a paralisia do lado esquerdo como um mito, foram atribuídos ao seu bom humor. Quando foi forçado a admitir, numa entrevista coletiva, que não conseguia andar ou sair da cadeira de rodas sem ajuda, afastou o assunto dizendo: “Andar tem muito pouco a ver com o trabalho do Tribunal”. Ainda assim, convidou os jornalistas para dar um passeio a pé com ele no mês seguinte. Mais tarde, após os esforços renovados de reabilitação se terem revelado infrutíferos, ele respondeu a um visitante que lhe perguntara pela sua perna esquerda: “Tenho marcado gols de quarenta metros de distância com ela” e precisou que tinha a

intenção de assinar um contrato com um time de futebol americano. Quando o visitante respondeu que sua idade avançada poderia dificultar tal projeto, o juiz riu e disse: “Sim, mas você tem de ver como eu os marco”. Embora estivesse incapacitado de desempenhar suas funções, recusava-se firmemente a apresentar a demissão e, mesmo depois de ter sido demitido, comportava-se frequentemente como se ainda estivesse trabalhando. Esse estado de não reconhecimento do seu estado de doença é conhecido como anosognosia. Vale ressaltar que, nesse caso, a região cerebral lesada era o hemisfério direito, mais precisamente o complexo de córtices somatossensoriais.

Doentes com lesões bilaterais confinadas à amígdala, componente fundamental no sistema límbico, são bem raros. Um desses doentes é uma mulher com longa história de inadaptação pessoal e social <sup>(30,31)</sup>. A amplitude e a adequação de suas emoções estão prejudicadas e as situações problemáticas em que ela se envolve pouco a preocupam. A insensatez de seu comportamento não pode ser atribuída a uma inteligência inferior, já que ela completou o ensino secundário e possui um QI dentro dos limites normais. Além disso, em uma série de experiências essa paciente demonstrou uma apreciação dos aspectos sutis da emoção anormais.

#### **VI.4. Dilemas morais**

Os julgamentos morais são dependentes de fatores emocionais e de processos cognitivos controlados, ou seja, conscientes. Entretanto, alguns deles são mais dependentes de processos emocionais e, portanto, inconscientes, já outros são processos mais controlados, conscientes. Os primeiros são chamados de dilemas morais pessoais e os segundos chamados de dilemas morais impessoais <sup>(32)</sup>. Abaixo estão os exemplos clássicos desses dilemas morais. O dilema do bonde se apresenta como um dilema impessoal e o do bebê chorando como um dilema pessoal.

O dilema do bonde: Você está conduzindo um bonde se aproximando rapidamente de uma bifurcação no trilho. Sobre os trilhos que se estendem para a esquerda se encontra um grupo de cinco operários ferroviários. Sobre os trilhos estendendo-se para a direita se encontra um único operário ferroviário. Se você não fizer nada, o bonde passará para a esquerda, causando a morte de cinco operários. A única maneira de evitar a morte desses trabalhadores é acionando um botão no painel que fará

com que o carrinho siga para a direita, matando um único operário. Você acha certo acionar o botão para evitar a morte dos cinco operários?

O dilema do bebê chorando: Soldados inimigos invadiram sua cidade. Eles têm ordens para matar todos os civis restantes. Você e alguns dos outros moradores buscaram refúgio no porão de uma casa grande. Você ouviu vozes de soldados que entraram na casa a procura de objetos de valor. O seu bebê começa a chorar em voz alta. Você cobre a boca do bebê para abafar o som. Se você tirar a mão da sua boca, o choro vai chamar a atenção dos soldados que vão matar você, seu filho e os outros que estão escondidos no porão. Para salvar a si mesmo e os outros, você deve sufocar a criança até a morte. Você acha certo sufocar seu filho para salvar a si mesmo e as outras pessoas da cidade?

O pensamento moral é impulsionado em grande parte por dispositivos sócio-emocionais que nós herdamos de nossos ancestrais primatas. Além disso, os seres humanos têm uma capacidade única de raciocínio abstrato sofisticado que pode ser aplicado a qualquer tema subjetivo. Pode-se supor, então, que o julgamento moral não é um tipo apenas de processo, mas de uma interação complexa entre, pelo menos, dois tipos distintos de processos: respostas sócio-emocionais e processos racionais aplicados a contextos morais.

Dessa forma, os julgamentos morais que envolvem dilemas mais pessoais (matar um bebê ou ser descoberto pelo exército inimigo) devem estar associados a regiões envolvidas nos processos emocionais, ou seja, o sistema límbico e suas estruturas, além da parte medial do córtex pré-frontal, teriam um papel ativo nesse sentido. Por outro lado, nos dilemas impessoais, cujo processamento racional é mais evidente (matar uma pessoa ou várias), a região dorso-lateral do córtex pré-frontal estaria mais ativada.

Para testar esta hipótese, <sup>(33)</sup> Greene et al. pediu para indivíduos lerem uma série de dilemas morais pessoais e impessoais e indicarem qual alternativa que escolheria. Os resultados revelaram que julgamentos morais pessoais provocaram atividade no medial PFC entre outras regiões, replicando achados anteriores <sup>(34)</sup>. Em contraste, os juízos morais impessoais provocaram atividade no córtex pré frontal

dorsolateral. Aumento da atividade do dorsolateral foi também evidente quando os indivíduos fizeram escolhas impessoais em dilemas morais pessoais como, por exemplo, indicando que iria sufocar o bebê até a morte para salvar a vida de muitos.



## VI. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A observação de que convenções sociais e regras éticas previamente adquiridas poderiam ser perdidas como resultado de uma lesão cerebral, mesmo quando nem o intelecto de base nem a linguagem mostravam estar comprometidos, é evidenciada quando nós analisamos os casos apresentados. Todos os casos indicaram que algo no cérebro está envolvido especialmente em propriedades humanas únicas e que entre elas se encontra a capacidade de antecipar o futuro e de elaborar planos de acordo com essa antecipação no contexto de um ambiente social complexo, o sentido de responsabilidade perante si próprio e perante os outros e a capacidade de orquestrar deliberadamente sua própria sobrevivência sob o comando do livre-arbítrio.

Um ponto importante e que também é comum entre os relatos de casos de lesões cerebrais é a discrepância entre a estrutura da personalidade normal que precedeu o acidente e as características de personalidade distorcidas que emergiram e permaneceram para o resto da vida. Os doentes possuíam previamente um sentido de responsabilidade pessoal e social que se refletia no modo como se relacionavam com seus familiares e colegas de trabalho. Estavam bem adaptados em termos de convenções sociais e pareciam seguir princípios éticos em suas condutas. Entretanto, após as lesões, eles, de uma maneira geral, deixaram de demonstrar respeito pelas convenções sociais, os princípios éticos eram violados e as decisões que tomavam não levavam em consideração seus interesses mais fundamentais.

Todas essas alterações foram oriundas de lesões pontuais no sistema nervoso central. No caso de Phineas Gage a lesão comprometeu principalmente os córtices pré-frontais nas superfícies ventral e internas de ambos os hemisférios, preservando as partes laterais. Sendo assim, houve danos em parte do córtex pré-frontal ventromedial, que é a parte medial do córtex orbitofrontal. Em relação ao doente de Damásio, as lesões estavam concentradas nos córtices pré-frontais e, tal como em Phineas Gage, o setor ventromedial tinha sofrido a maior parte da lesão. No entanto, nesse paciente, diferentemente de Gage, o lado direito foi o mais afetado. O doente de Brickner teve, como áreas afetadas, todas aquelas também perdidas nos casos anteriores, mas de forma um pouco mais extensa. No lado esquerdo, todos os córtices frontais localizados à frente das áreas responsáveis pela linguagem foram removidos. No lado direito, a excisão foi

maior e incluiu todo o córtex em frente das áreas que controlam o movimento. Os córtices na superfície ventral (orbital) e na parte inferior da superfície interna (mediana) de ambos os lados dos lobos frontais foram também removidos. O fato de sua lesão ter sido mais extensa pode explicar as repercussões mais profundas que ocorreram em sua personalidade quando comparado a Gage e ao doente de Damásio. O lobo frontal esquerdo do doente de Ackerly e Benton era um pouco mais do que uma cavidade oca e a totalidade do lobo frontal direito estava ausente devido a um atrofiamento. Ou seja, a maior parte dos córtices frontais estavam danificados. Nesse caso em específico, devido à idade em que houve a lesão, um pouco depois do nascimento, o doente atravessou a infância e a adolescência desprovido de muitos dos sistemas cerebrais necessários para a emergência de uma personalidade humana normal.

Vale destacar que existem diferenças entre as repercussões das lesões nas personalidades dos indivíduos dos casos apresentados. Alguns tiveram uma alteração mais clara e, portanto, profunda, sendo mais vulgares, agressivos, irreverentes, irresponsáveis. Essas diferenças podem corresponder a localizações diferentes das lesões ou até mesmo ligeiramente diferentes, como foi o caso de Phineas Gage e o doente de Damásio. No entanto, deve-se também levantar a hipótese de que podem ter sido resultado de diferenças existentes nos respectivos passados socioculturais dos doentes, a diferentes personalidades em termos de tendências mórbida ou até a diferentes idades, mas, ainda, é uma questão pela qual, por enquanto, não se tem uma resposta <sup>(22)</sup> 11.

Um outro aspecto importante, quando se analisa esses doentes, está na discrepância entre o caráter perturbado e a integridade dos vários instrumentos da mente – atenção, percepção, memória, linguagem, inteligência. Os doentes possuíam uma capacidade de comunicação preservada, conseguiam aprender novas tarefas, prestavam atenção ao que estava sendo dito. Ou seja, eram cognitivamente normais, entretanto possuíam alterações em seus juízos morais. Isso indica que devem existir regiões cujas funções estejam predominantemente envolvidas na capacidade de tomada de decisões em âmbito pessoal e social, mas pouco envolvidas com as outras funções mentais. Sendo assim, lesões nessas áreas podem comprometer especificamente o padrão moral do indivíduo.

Nos casos de lesões não restritas aos córtices frontais, existem dois sistemas que parecem estar também envolvidos no processo de tomada de decisão social e pessoal e, portanto, no juízo moral. Essas regiões são o complexo somatossensorial lesado em um dos doentes, gerando, diferentemente dos outros casos, um déficit motor no lado esquerdo do corpo, contralateral ao local da lesão no cérebro. E o outro sistema lesionado e que também gerou alterações no âmbito da conduta social é constituído pelas amígdalas, estruturas que desempenham um papel fundamental no sistema límbico e que possui interações com o córtex pré-frontal, mais precisamente, o córtex orbitofrontal.

Dessa forma, com base nos casos apresentados pode-se observar que convenções sociais, comportar-se segundo princípios éticos e tomar decisões vantajosas para a própria sobrevivência e progresso requerem o conhecimento de normas e estratégias comportamentais e a integridade de sistemas específicos do cérebro. Nessa linha, é possível levantar duas hipóteses: ou o sistema de valores passou a ser diferente após a lesão ou, se era o mesmo, não existe mais maneira dos antigos valores influenciarem as decisões tomadas <sup>(22)</sup> 11.

Em relação aos estudos com os dilemas morais, existe uma sugestão de que processos morais são produzidos pela integração do conhecimento do contexto social, conhecimento da semântica social, e da base emocional e unidades emocionais. É a interação desses três fatores que permite o julgamento moral. Além disso, as regiões cerebrais que estão relacionadas com os julgamentos morais correspondem com os achados dos estudos de lesões cerebrais, sendo que houve um destaque para o papel de córtex pré-frontal ventromedial nos processos morais com uma base emocional mais efetiva (dilemas pessoais) e o córtex pré-frontal dorsolateral em processos morais mais racionais, controlados (dilemas impessoais) <sup>(35)</sup>.

Sumarizando, parece existir um conjunto de sistemas no cérebro humano consistentemente dedicados ao processo de pensamento orientado para um determinado fim, ao qual chamamos de raciocínio, e à seleção de uma resposta, a que chamamos de tomada de decisão, com uma ênfase especial no domínio pessoal e social. Ou seja, esse conjunto de sistemas seria a base neural do que se chama de moral. Essa base seria responsável pela construção e manutenção do julgamento moral das pessoas. Esse

conjunto parece ser constituído pelos seguintes sistemas: córtex pré-frontal (dorsolateral e ventromedial), complexo somatossensorial e as amígdalas. Entretanto, ainda não se tem uma resposta exata de como esses sistemas se relacionam entre si, qual é o papel de cada um deles no processamento de informações morais no sistema nervoso central, se existe um sistema dominante ou se existem ainda outros sistemas envolvidos.

## VII. SUMMARY

**Rationale:** Given that the construction of an individual's moral has a great importance in his personality and in his social life besides being a function commonly affected in neurological and / or psychiatric disorders. This review presents an important role in trying to clarify, by means of current knowledge of cognitive neuroscience, the possibility of neural bases of moral. **Theoretical basis:** Morale can be understood as a set of values, norms and notions of what is right or wrong, prohibited and permitted, within a given society, a culture. By observing the way in which it gave the evolution of morality in human societies, it is evident that the absence of social rules would give carte blanche to coercion, manipulation and interpersonal violence without hindrance, to the detriment of all. The existing knowledge concerning the prefrontal cortex and limbic system put them as possible structures with an important role for the development of moral judgment. **Objective:** To determine whether there is evidence of the role of the nervous system in the construction of morality. **Methods:** Survey data in the existing literature. Were used scientific articles, case reports, and books by searching the database of MEDLINE / PubMed and LILACS-BIREME, online journals or Library of Health from Federal University of Bahia. Were selected articles and reports that related lesions in the central nervous system in humans and changes in moral judgment. **Keywords:** moral/moral, morality/moralidade, moral judgment/juízo moral, social conduct/conduita social, brain lesions/lesões cerebrais, decision making/tomada de decisões. **Results and Discussion:** The patients presented had previously to injury a sense of personal and social responsibility. However, after the injury, they, in general, failed to demonstrate respect for social conventions and ethical principles were often violated. In cases of frontal lesions, the ventromedial prefrontal cortex was shown as an important region for the integrity of moral judgment. Lesions in the dorsolateral region also changed this function. In cases of non-frontal lesions, the somatosensory complex and tonsils also shown to have a role in the performance of moral judgment.

## VIII. REFERÊNCIAS

1. Alves, J. A. Éthos/êthos, o ser e o dever. O desenvolvimento de um conflito. *J Ciências Cognitivas* [periódicoonline]. 2007 [acesso em: 20 out 2011]. Disponível em: [http://jcienciascognitivas.home.sapo.pt/07-04\\_alves.html](http://jcienciascognitivas.home.sapo.pt/07-04_alves.html)
2. Moll J., Zahn R., de Oliveira-Souza R., Krueger F, Grafman J. Opinion: the neural basis of human moral cognition. *Nat. Rev. Neurosci.* 2005;6:799–809.
3. Callegaro, M. O novo inconsciente. 1ª Ed. São Paulo: Artmed; 2011.
4. Brosnan, S. F., De Waal, F. B M. Monkeys reject unequal pay. *Nature*, 2003;425, 297-9.
5. Hauser, M. Minding the behavior of deception. In A. Whiten, & R. Byrne, (Eds.), *Machiavellian intelligence II: Extensions and evaluations*. Cambridge: Cambridge University Press, 1997.
6. Shermer, M. *The science of good and evil*. New York: Times Books; 2004.
7. Ferh, E., & Renninger, S. V. O paradoxo do samaritano. *Viver Mente e Cérebro*; 2005;144, 80-7.
8. Greene, J., Haidt, J. How (and where) does moral judgment work?, *Trends in Cognitive Sciences*, Volume 6, Issue 12, 2002;517-523.
9. Passingham, R. *The Frontal Lobes and Voluntary Actions*. New York: Oxford University Press; 1993.
10. Gazzaniga, S. M., Ivry, B. R., Mangun, R. G. *Neurociência cognitiva: a biologia da mente*. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2006.
11. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. *Principles of Neural Science*, 4th ed. McGraw-Hill, New York. 2000.
12. Brodal, A. *Neurological Anatomy*. New York: Oxford University Press; 1982

13. Le Doux, J. E. Emotion and the Amygdala. In. J. P. Aggleton (Ed.), *The Amygdala: Neurobiological Aspects of Emotion, Memory, and Mental Dysfunction*. New York: Wiley-Liss; 1992; 339-351.
14. Kotter, R., Mayer, N. The limbic system: A review of its empirical foundation. *Behav. Brain Res*, 1992;52:105-127.
15. Klüver, H., Bucy, L. A. Preliminary analysis of functions of the temporal lobes in monkeys. *Arch. Neuro. Psychiatry Chicago*, 1939;42:979-1000.
16. Weiskrantz, L. Behavioral changes associated with ablation of the amygdaloid complex in monkeys. *J. Comp. Physiol. Psychol.*, 1956;49:381-391.
17. Hamann, S. B., Ely, T. D., Grafton, S. T., Kilts, C.D. Amygdala activity related to enhanced memory for pleasant and aversive stimuli. *Nat. Neurosci.*, 1999;2:289-293.
18. Johnsrude et al. Impaired preference conditioning after anterior temporal lobe resection in humans. *J. Neurosci.*, 2000;20:2649-2656.
19. Baxter, M. G., Parker, A., Linder, C. C., Izquierdo, A. D., Murray, E. A. Control of response selection by reinforce value requires interactions of amygdale and orbital prefrontal cortex. *J. Neurosci.*, 2000;20:4311-4319.
20. Sigmund, K., Ferh, E., Nowak, M. A. The economics of fair play. *Scientific American*, 2002;286(1), 82-7.
21. Drevets, W. C. Functional neuroimaging studies of depression: The anatomy of melancholia. *Annu. Rev. Med.*, 1998;49:341-361.
22. Damásio, R. A. *O erro de Descartes*. 2ª Ed. São Paulo: Companhia das letras; 1996.
23. Macmillan M. *An odd kind of fame: stories of Phineas Gage*. Cambridge: MIT Press; 2000.
24. Harlow, J. M. Passage of an iron bar through the head. *Boston Medical and Surgical Journal*, 1868;39:389.

25. Bigelow, H. J. Dr. Harlow's case of recovery from the passage of an iron bar through the head. *American Journal of the Medical Sciences*, 1850;19:13-22.
26. Damásio, H., Grabowski, T., Frank, R., Galaburda, A. M., Damásio, A. R. The return of Phineas Gage: clues about the brain from the skull of a famous patient. *Science*; 264:1102-5. 1994. 24 Harlow, J. M. Passage of an iron bar through the head. *Boston Medical and Surgical Journal*, 1868;39:389.
27. Brickner, R. M. An interpretation of frontal lobe function based upon the study of a case of partial bilateral frontal lobectomy. *Research Publications of the Association for Research in Nervous and Mental Diseases*, 1934;13:259-351.
28. Ackerley, S. S. e Benton A. L. Report of a case of bilateral frontal lobe defect. *Research Publications of the Association for Research in Nervous and Mental Diseases*, 1948;27:479-504.
29. Woodward, B. e Armstrong, S. *The Brethren*. Nova York, Simon & Schuster; 1979.
30. Tranel, D. e Hyman, B. T. Neuropsychological correlates of bilateral amygdala damage. *Archives of Neurology*, 1990;47:349-55.
31. Adolphs, R., Tranel, D., Damásio H., Damásio, A. Bilateral damage to the human amygdala impairs the recognition of emotion in facial expressions. *Nature*, 1994;372:669-72.
32. Greene J.D., Morelli S.A., Lowenberg K., Nystrom L.E., Cohen J.D. Cognitive load selectively interferes with utilitarian moral judgment. *Cognition* 2008;107:1144-54.
33. Greene J.D., Nystrom L.E., Engell A.D., Darley J.M., Cohen J.D. The neural bases of cognitive conflict and control in moral judgment. *Neuron*., 2004;44:389-400.
34. Greene J.D., Sommerville R.B., Nystrom L.E., Darley J.M., Cohen J.D. An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, 2001;293:2105-8.



35. Forbes C.E., Grafman J. The Role of the Human Prefrontal Cortex in Social Cognition and Moral Judgment. *Annual Review of Neuroscience*, 2010;33:299-324.

## **XII. ANEXOS**

### **XII.1. Uma breve reflexão do autor sobre o tema**

Essa revisão nos faz perceber que traços tão complexos de nossa personalidade, como o senso do que é certo e errado, podem ser modificados ou até mesmo perdidos, após alguma lesão no sistema nervoso central. Não só esse senso, mas outros estudos mostram que nossas funções cognitivas ditas complexas, como a capacidade de raciocínio, tomadas de decisão, sentimento, cognição social, entre outras, são dependentes de estruturas neurais.

Dessa forma, parece que toda a complexidade humana pode ser explicada por meio do estudo do objeto que a representa, o “cérebro”. Você deve estar achando que eu sou simplista e pragmático demais. Mas não é bem assim. O “cérebro” e suas centenas de bilhões de neurônios com suas centenas de trilhões de sinapses, constitui uma rede extremamente complexa de neurônios. É essa complexidade um dos principais motivos para ainda ser um sistema com várias lacunas de conhecimento para a ciência atual e também que permite uma variedade imensa de funções e possibilidades, como, por exemplo, a imaginação, a capacidade criativa. Vale destacar ainda, que bilhões desses intrincados “cérebros” estão hoje se conectando pelo mundo e o resultado disso é uma sociedade humana impressionantemente complexa em seus âmbitos culturais, políticos, econômicos, sociais e científicos.

Geralmente, não temos noção do quão é complexo e amplo o nosso sistema nervoso. Nesse exato momento, em que você lê essas palavras e as interpreta, formulando pensamentos, os quais despertam também sentimentos, toda essa rede está ativada. Entretanto, caso seja administrada alguma substância que altere a dinâmica de neurotransmissores das suas fendas sinápticas, todo esse processo será alterado, por sorte, geralmente, de forma reversível, até o seu “cérebro” retomar o equilíbrio. Mas nessa revisão vimos casos em que as lesões eram permanentes e geraram sequelas crônicas na capacidade de julgamento moral dos sujeitos, além de outros déficits. E outros casos de lesões cerebrais, também relatados na literatura, são acompanhados, por exemplo, de uma incapacidade de reconhecer faces (prosopagnosia), ou de reconhecer cores, ou até mesmo de não reconhecer sua condição de doente (anosognosia).

Entretanto, as alterações mais intrigantes são aquelas relacionadas a mudanças na personalidade. Como vimos durante todo esse texto, principalmente na parte de resultados, vários pacientes tiveram danos graves em suas personalidades após lesões neurológicas. Indo um pouco mais além, pacientes com transtornos psiquiátricos, em um quadro de psicose ou mania, estão claramente destoando daquilo que realmente os representam perante seus familiares e amigos, ou seja, suas personalidades estão significativamente alteradas. Existem casos também de neoplasias que alteram significativamente a personalidade do sujeito e que quando são retiradas o sujeito retorna a seu estado prévio. Tudo isso, como já se sabe, ocorre por desequilíbrios neurais. Há vários exemplos na literatura médica que demonstram isso.

É difícil imaginar e até mesmo aceitar a possibilidade de que tudo o que nos representa como sujeito esteja registrado em algo palpável, destrutível. Mas as evidências atuais apontam para isso. Talvez toda a crença que vem sendo alimentada durante todos esses anos de que existe uma separação entre o corpo e alma, ou entre cérebro e mente, nunca esteve tão ameaçada. Mas não encaro isso com uma simplificação da condição humana. Como já foi dito, nós ainda somos seres extremamente complexos e isso não diminui, a meu ver, toda a nossa capacidade de criar, amar, sentir, perceber e, acima de tudo, viver.