

Neuroimagem e Psicopatia: Avanços e Críticas

Neuroimaging and Psychopathy - advances and criticisms

Carlos Eduardo Batista de Sousa^{1,*}, Marselle Soares S. Klem de Mattos

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

Resumo

Pesquisas recentes na área de neurociência cognitiva buscam encontrar evidências que confirmem a hipótese de que as bases causais da psicopatia residem na neurobiologia. Contudo, há grande controvérsia nesta área, por exemplo, o neurocientista James Fallon, embora arbitre que a biologia (*nature*) seja responsável por 80% do comportamento, propõe que a psicopatia pode ser explicada pela epigenética (biossociais). Não há uma conclusão definitiva sobre qual a real causa do comportamento psicopático, embora a base neurobiológica desempenhe papel importante. Um dos problemas da associação da psicopatia com a neurobiologia se refere ao uso do neuroimageamento como evidência em favor da posição biológica, pois a neuroimagem aplicada ao estudo do comportamento social possui diversos questionamentos. Neste texto, apresentamos uma discussão sobre o tema e apontamos algumas críticas. A contribuição da neurociência cognitiva nos estudos da mente e do comportamento é inegável, porém há obstáculos a serem considerados, como o emprego de neuroimageamento para identificar bases causais de comportamentos desviantes.

Palavras chaves: neurociência, epigenética, metodologia, biossocial.

Abstract

*Recent research in cognitive neuroscience seeks to find evidences to support the hypothesis that psychopathy has biological causes. However, there is wide controversy in this area. For example, the neuroscientist James Fallon, contends that biology (*nature*) is responsible for 80% of behavior and proposes that psychopathy may have epigenetic (*biossocial*) causes. There is no conclusive evidences about the real cause of psychopathic behavior, although the neurobiological basis plays a central role. A problem associated with psychopathy and the neurobiological basis refers to the use of neuroimaging as evidence in favor of the biological position; neuroimaging applied to the study of social behavior raises several questions. In this text we present a discussion about this theme and point out some criticisms. The contribution of cognitive neuroscience to the studies of mind and behavior is undeniable, but there are some issues to be considered as the use of neuroimaging to identify causal bases of deviant behavior.*

Keywords: neuroscience, epigenetics, methodology, biosocial.

* C. E. de Sousa" E-mail: cdesousa@uenf.br

Introdução

Era uma tarde fria. Ele tocou a campainha. Uma senhora de cabelos grisalhos abriu a porta e o convidou a entrar. Ela estava sozinha. O jovem entrou e lhe entregou um pequeno embrulho. Mensalmente, a cena se repetia quando ele ia pagar o aluguel, mas naquele dia era diferente. Enquanto a idosa abria o embrulho, ele retirou o machado de dentro do sobretudo e golpeou a cabeça da indefesa senhora com as costas do machado. Ela soltou um gemido abafado e caiu de costas no chão. O rapaz então desferiu mais dois golpes, com as costas do machado, dilacerando a cabeça dela. O sangue, rapidamente, tingiu os cabelos brancos de vermelho. Uma grande poça vermelho escuro formou-se no chão. Estava morta.

A história descrita acima é um breve resumo do crime cometido por Raskólnikov no romance *Crime e Castigo*, de Fiódor Dostoiévski (1866/2016). Frente a alguns crimes, é comum ouvir que o assassino é um psicopata. O que não se segue com frequência, pois a maioria dos assassinos não são psicopatas, mas, sim, pessoas que não apresentam comprometimento emocional ou disfunção cognitiva ao ponto de causar algum tipo de prejuízo na compreensão dos eventos ou na capacidade de empatia.

Entretanto, existe um pequeno grupo de pessoas, cerca de 1% da população mundial (Abdalla-Filho, Chaloub & Telles, 2016), que intriga os estudiosos da mente. Estes são os psicopatas, pessoas que agem de forma fria e premeditada, não sentem remorso ou culpa, são egoístas e não possuem a capacidade de compreender os sentimentos do outro. Desta forma, pesquisadores do tema buscam entender onde estão e quais são as possíveis disfunções cerebrais que possam explicar o comportamento dos psicopatas.

Com o advento das técnicas de neuroimageamento, foi possível investigar o cérebro em atividade, de modo não-invasivo. A imagem cerebral é obtida por meio de equipamentos sofisticados, como a ressonância magnética funcional (IRMf) e a tomografia computadorizada por emissão de pósitrons (PETscan). As imagens produzidas por estes equipamentos, permitem investigar o padrão de atividade neuronal em tarefas conscientes, como a tomada de decisão e comportamento social (Moll et al., 2002; Blair, 2008; Fallon, 2014). Estes estudos revelaram que o cérebro funciona de maneiras distintas dependendo da tarefa cognitiva desempenhada, mas exige a ativação de grupos neuronais especializados. Uma disfunção neurofuncional ou ativação dessincronizada de neurônios pode produzir alterações nos estados conscientes que supostamente são responsáveis pelo comportamento. Entretanto, o comportamento humano resulta de um conjunto de fatores, *e.g.*, a herança genética, organização neurofuncional, criação, alimentação e outras influências do meio (*nurture*). Essas influências ambientais podem modificar a expressão gênica e, conseqüentemente, o comportamento.

É indiscutível que a neuroimagem é fundamental no diagnóstico de patologias que provocam alterações cerebrais (traumas e tumores, por exemplo), que podem culminar em mudanças de comportamento. Conforme ocorreu nos emblemáticos casos de Phineas Gage (trauma crânio-encefálico) e Charles Whiteman (glioblastoma), citados por Eagleman (2012).

Contudo, pesquisas atuais buscam a relação causa-efeito não mais entre danos cerebrais estruturais e alterações de comportamento; mas, sim, em como indivíduos aparentemente saudáveis ou sem doença neurológica evidente, manifestam desvios comportamentais. Raine (2015) e Fallon (2014) demonstraram, por exames de PETscan e IRMf, que há uma diminuição de fluxo sanguíneo no córtex pré-frontal de psicopatas que cumpriam pena por homicídios. Ou seja, indivíduos sem danos ou traumas cerebrais aparentes, tinham uma anormalidade na neurofuncionalidade mais evidente no córtex pré-

frontal. As neuroimagens serviram de suporte para correlacionar, causalmente, alteração comportamental com disfunções cerebrais.

Outros estudos com neuroimagem estabeleceram correlações entre comportamento desviante e áreas do cérebro (Davidson, Putnam & Larson, 2000). Tais estudos trazem à tona a ideia determinista de que o cérebro é o único fator causal no comportamento. É preciso admitir que grande parte do comportamento humano é, de fato, determinada e controlada pelo cérebro. Porém, há zonas ainda obscuras que exigem pesquisas mais robustas, como a neurociência social que visa explicar o comportamento social recorrendo às bases neurobiológicas. O problema não está na ideia ou hipótese em si, mas nas fraquezas detectadas nas evidências experimentais.

É altamente provável que o cérebro seja o real causador do comportamento, mas é necessário um conjunto de evidências confiáveis para sustentar esta afirmação. As pesquisas em neurociência social utilizam o neuroimageamento como ferramenta de produção de conhecimento. Contudo, o neuroimageamento se mostra eficaz e confiável em estudos com cérebros que apresentam alguma patologia neurológica, cuja identificação de alteração é direta (e.g., Alzheimer). Por outro lado, estudos com cérebros de sujeitos saudáveis se mostram duvidosos, porque não há identificação explícita de alterações funcionais. Pesquisas nesta área exigem protocolos e políticas rígidas para diferenciar conhecimento de mera opinião.

Em suma, a associação causal de fatores neurobiológicos (evidenciados por neuroimageamento) para o comportamento violento, suscitam argumentos opostos e muitos questionamentos que exigem amplo debate para se estabelecer consenso científico baseado em evidências confiáveis. Em última instância, o *homo sapiens* é um ser (i) bio (ii) psico (iii) social e o estudo do seu comportamento deve levar em consideração estes três pilares.

Neste ensaio crítico, inicialmente, será apresentada uma discussão em torno do conceito de psicopatia. Em seguida, pretende-se descrever, sucintamente, as técnicas de neuroimageamento funcional e quais são as mais usadas nos estudos de psicopatia. Por fim, é feita uma análise crítica da associação dos exames de neuroimagem cognitiva ao comportamento psicopático, assim como as possibilidades de aplicação e controvérsias. Salientamos que o objetivo não é desconstruir as pesquisas sobre neurociência da psicopatia, pelo contrário, é garantir que estas pesquisas prossigam de modo confiável cumprindo protocolos rígidos e que sejam baseadas em evidências robustas e em consensos científicos que minimizem as contradições e lancem luz no tema.

1. O que é um psicopata?

Quando se formula esta pergunta, geralmente tem-se como resposta a seguinte afirmação: “é uma pessoa fria, sem sentimentos, que só pensa em si mesmo”. Contudo, para conceituar a psicopatia, é necessária uma resposta mais abrangente. Uma tarefa complexa, porque há divergência em termos conceituais entre os especialistas, como demonstrado a seguir.

Não existe a designação ‘psicopatia’ no CID-10¹ e nem no DSM-5². Por este motivo, é afirmado que “não existe diagnóstico psiquiátrico de psicopatia” (Fallon, 2014, p. 09, tradução livre). Esta afirmação é endossada pela maioria dos psiquiatras forenses no Brasil e exterior (Abdalla-Filho et al., 2016).

Uma possibilidade de definição da psicopatia seria a associação ao transtorno de personalidade antissocial (F60.2 pelo CID-10 e 301.7 pelo DSM-5). Mas, ‘psicopatia’ e

‘transtorno de personalidade’ (TP) antissocial não são a mesma entidade devido a diferenças de apresentação e da gravidade das ações praticadas por aquelas pessoas:

“É preciso considerar que os TP podem se apresentar como um espectro de disposições psíquicas que, em grau muito acentuado, seria realmente difícil distingui-los da psicopatia que, por sua vez, não constitui um diagnóstico médico, mas um termo psiquiátrico-forense. Não obstante, foi plausível configurar diferenças significativas de padrão, por meio dos dados da Prova de Rorschach e do ponto de corte da escala de Hare” (Morana, Stone & Abdala-Filho, 2006, p. 76).

A mesma opinião que ‘psicopatia’ e ‘transtorno de personalidade antissocial’ não correspondem à mesma entidade é apresentada no livro *Psiquiatria Forense de Taborda*, um dos principais livros de psiquiatria forense no Brasil: “Apesar de semelhanças conceituais, existem diferenças significativas entre os transtornos de personalidade antissocial e psicopatia, de forma que esses dois termos não podem ser considerados sinônimos.” (Abdalla-filho *et al.*, 2016, p. 506).

Entretanto, há autores que concordam com a complexidade do assunto, mas apresentam opinião diferente das citadas acima, porque consideram todos os transtornos de personalidade (F60 do CID-10) como psicopatias:

“Mas um grande contingente de transtornos mentais – se assim podemos nomear tais entidades – fica inteiramente fora da aplicação do modelo biomédico. Estamos falando das neuroses e das psicopatias (transtornos de personalidade). Não é possível estabelecer uma etiologia definida e incontestável, a patogenia é inteiramente desconhecida, e a evolução, imprevisível” (Mecler, 2015, p. 11).

Quando se recorre à possível origem da palavra, Simon (2009) menciona que o termo ‘psicopatia’ era utilizado para todos os transtornos de personalidade. Porém, em 1941, o psiquiatra americano Hervey Cleckley publicou o livro *The Mask of Sanity*, em que o autor faz a distinção entre um tipo de personalidade à parte daquelas identificadas nos transtornos de personalidade:

“Ele [Cleckley] descreveu o psicopata como alguém que mostra sinais de ausência de sentimento de culpa, charme superficial, egocentrismo (egoísmo extremo), incapacidade para amar, ausência de vergonha ou remorso, falta de percepção psicológica e incapacidade para aprender com experiências passadas” (Simon, 2009, p. 53).

Desta forma, com a possibilidade de conceituação prática oferecida acima, parece que o conceito de psicopatia ficou delimitado. Todavia, encontra-se na literatura (Damasio, Tranel & Damasio, 1990) outra palavra que, por vezes, é usada com o mesmo significado de psicopatia: a ‘sociopatia’. À primeira vista, esta confusão semântica parece ter sido esclarecida pelo psicólogo canadense Robert Hare ao entrevistar um detento do sistema prisional americano, que respondeu da seguinte maneira a pergunta de Hare sobre se ele seria um psicopata ou um sociopata: “Veja bem, o sociopata faz coisas erradas porque foi criado de modo errado. Então quer comprar briga com a sociedade. Eu não quero comprar briga com ninguém. Não alimento hostilidade. Eu sou assim e pronto. Acho que devo ser um psicopata.” (Hare, 2013, p. 40).

Deste modo, na visão de Hare (2013), sociólogos e criminologistas preferem o termo ‘sociopata’, pois acreditam que esta alteração comportamental seja resultante de forças

sociais e experiências de negligência e abandono na infância. Por outro lado, autores como Fallon (2014) e Raine (2015) consideram fatores psicológicos e biológicos como *causais* na geração do comportamento transgressor, e preferem o termo ‘psicopata’.

Apesar dos questionamentos sobre a definição do termo *psicopatia*, uma grande evolução para identificação e quantificação do grau de periculosidade dos psicopatas é o PCL-R (*Psychopathy checklist revised*), também conhecido como Escala de Hare. Esta escala é uma avaliação psicométrica que visa identificar pessoas com traços de psicopatia a partir de *scores*. O *checklist* é composto de 20 perguntas, “(...) o ponto de corte para o diagnóstico é trinta, embora algumas vezes 25 é usado” (Fallon, 2014, p. 12, tradução livre).

Para finalizar esta discussão conceitual, é importante esclarecer que psicopatas “não são loucos, seus atos resultam não de uma mente perturbada, mas de uma racionalidade fria e calculista, combinada com uma deprimente incapacidade de tratar os outros como seres humanos” (Hare, 2013, p. 23).

2. O neuroimageamento

O termo ‘neuroimagem’ refere-se a um grupo de tecnologias não-invasivas que analisa a estrutura, a bioquímica e funcionamento cerebral (The Royal Society, 2012, p. 03). Existem várias técnicas para obtenção de imagens do cérebro, sendo que as mais utilizadas são a tomografia computadorizada³ e a ressonância magnética.⁴ Inicialmente, as imagens obtidas com tais técnicas permitiam apenas o estudo da estrutura anatômica e bioquímica do cérebro.

Entretanto, frente às várias pesquisas sobre os estudos da mente, essas técnicas de imagem estrutural foram aperfeiçoadas. Hoje, existem máquinas que permitem a produção de imagens classificadas como funcionais, que detectam de forma indireta, a atividade neuronal de determinada área do cérebro.

Os exames utilizados para a aquisição das neuroimagens funcionais são: PETscan (tomografia por emissão de pósitrons), IRMf (imagem de ressonância magnética funcional), SPECT (tomografia computadorizada por emissão de fóton único), ERM (espectroscopia de ressonância magnética e MEG (magnetoencefalografia). Contudo, os mais utilizados são PETscan e IRMf.

Resumidamente, o PETscan utiliza glicose enriquecida por um isótopo, geralmente a fluorina (F-18). Essa glicose é absorvida pelas células, emitindo pósitrons, uma forma de radiação, cuja imagem é captada por *scanners*. A PETscan tem a vantagem de detectar a atividade cerebral por intermédio do fluxo sanguíneo e do metabolismo local. Quanto maior a atividade cerebral, maior o fluxo sanguíneo e metabolismo na área. Consequentemente, maior será a atividade captada pelo equipamento⁵ (Orison, Lewine, Sanders, & Hartshorne, 1985).

As imagens obtidas pela IRMf possuem, em relação ao PET-scan, a vantagem de apresentar imagens mais nítidas, devido a maior resolução espacial (dependendo da resolução do equipamento), e não utilizar radiação. Estas imagens detectam atividade neuronal a partir do nível de oxigênio local, técnica conhecida como BOLD (*Blood Oxygenation Level Dependent*):

“Quando os neurônios são ativados, consomem oxigênio, isto leva a mudanças compensatórias no fluxo sanguíneo local da área ativada. As variações BOLD são capturadas por imagens de ressonância magnética enquanto o participante realiza alguma tarefa, permitindo aos pesquisadores associar a atividade cerebral com processo motor e cognitivo” (The Royal Society, 2012, p. 03) (tradução livre).

As duas técnicas são, contudo, custosas, o que compromete a reprodutibilidade dos experimentos e a confiabilidade dos resultados. Bufkin & Luttrell (2005) realizaram uma revisão com dezessete estudos de neuroimagem com assassinos. Destes estudos, oito foram realizados com PETscan, seis com IRMf e três com SPECT.⁶ As autoras chegaram a alguns dados que merecem destaque, por exemplo, nos estudos de SPECT e PETscan, houve correlação de 100% entre déficit de atividade pré-frontal ou frontal no grupo com histórico de agressividade e crime em comparação com o grupo controle.

Estas pesquisas de neuroimageamento com pessoas condenadas por vários homicídios e que apresentam o padrão de diminuição de circulação sanguínea em algumas partes do cérebro, também são uma forma de argumentação positiva causa-efeito para a hipótese de que a psicopatia advém de uma disfunção de atividade dos neurônios espelho.⁷ Estes neurônios seriam afetados por esta circulação sanguínea comprometida nas áreas identificadas nas imagens:

“Os circuitos de neurônios espelho permitem que nós nos coloquemos na ‘pele dos outros’, ou seja, fazem com que sejamos capazes de sentir o sofrimento alheio. Quanto mais uma pessoa sente empatia, mais acentuada é a resposta dos seus neurônios espelho. E quanto mais fraca é a resposta dos neurônios espelho, menos empatia a pessoa manifesta. Personalidades psicopáticas têm escassez de neurônios espelho” (Simon, 2009, p. 55).

À primeira vista, parecia que a neurociência tinha encontrado uma possível correlação causal entre falta de empatia e agressividade na psicopatia com alteração funcional em um grupo de neurônios. Neste caso, o sistema límbico e o lobo frontal destas pessoas estariam com a atividade comprometida em razão da diminuição de perfusão sanguínea; o que explicaria, inclusive, porque pessoas oriundas de famílias abastadas, com pais cuidadosos e afetuosos podem se tornar psicopatas cruéis. Entretanto, o comportamento humano é complexo e sujeito a algumas variáveis intervenientes, em virtude das experiências positivas e negativas adquiridas ao longo da vida, que podem alterar a expressão gênica e desencadear comportamentos imprevisíveis, como apresentado no caso seguinte.

3. O caso James Fallon

James Fallon é neurocientista e professor da Universidade da Califórnia. Após a realização de pesquisas sobre neuroimagens em cérebros de assassinos com perfil de psicopatas (análises de imagens cerebrais de PETscan de condenados), o autor relatou a existência de um padrão de hipoperfusão cerebral em certas partes dos lobos frontal e temporal, áreas sabidamente associadas ao autocontrole e empatia.

Concomitantemente ao estudo sobre neuroimagem de psicopatas, seu laboratório também estava desenvolvendo pesquisas sobre a doença de Alzheimer. Para estas pesquisas, foram produzidas neuroimagens de pessoas portadoras da doença e saudáveis (incluindo o próprio autor, pessoas de sua família e seus alunos para o grupo controle).

Enquanto analisava as imagens da pesquisa sobre Alzheimer, chamou-lhe a atenção uma imagem surpreendentemente ímpar. Esta imagem, certamente, pertencia a algum dos psicopatas da outra pesquisa e estava por engano junto à pesquisa sobre Alzheimer, pois o padrão de imagem de psicopata estava presente.

Seguindo protocolos obrigatórios de pesquisa, cada imagem foi identificada por um código numérico que correspondia ao nome da pessoa e estava na ficha de identificação à

parte. Desta forma, o anonimato dos participantes era mantido. O autor, então, solicitou ao técnico do laboratório a quebra do código e a visualização da identidade do participante do exame, para ter certeza de que pertencia à pesquisa sobre psicopatas. Para o espanto de Fallon, a referida imagem pertencia a ele mesmo. Esta descoberta levou o autor a escrever o livro *The Psychopath Inside - A Neuroscientist's Personal Journey into the Dark Side of the Brain*, onde expõe o tema considerado bastante polêmico.

Fallon (2014) empreendeu um trabalho de garimpagem em sua vida para tentar identificar características de psicopatia em si mesmo, de forma a corroborar sua hipótese de correlação entre neuroanatomia e neurofunção alteradas, detectadas pelas neuroimagens e psicopatia. Fallon também queria entender por que não desenvolveu a personalidade psicopática, apesar da comprovação empírica a partir de suas neuroimagens. O autor avaliou sua árvore genealógica, seu processo de criação e educação, interrogou amigos e familiares sobre seu comportamento e questionou seu entendimento sobre si, para tentar responder sua dúvida se, de fato, ele seria um psicopata, visto que o “diagnóstico” de imagem estava presente, embora não possuísse comportamento característico, na sua opinião.

Diante deste fato, contudo, emerge a antiga pergunta: ações humanas e comportamentos são resultantes do determinismo genético ou das influências do meio? E se resultarem da interação de ambos, qual desses fatores possui maior força de expressão? Segundo Fallon “(...) *nature* (genética) determina 80% da nossa personalidade e comportamento, e *nurture* (como e em qual meio ambiente somos criados) apenas 20 %” (Fallon, 2014, p. 06) (tradução livre). Ao longo do livro, o assunto natureza (*bios*) versus criação é discutido. A proposta do autor é no sentido de que há uma interseção causal entre genética e ambiente (criação) que forma a personalidade dos indivíduos. Em seu caso, apesar de carregar em seus genes informação associada à psicopatia, ele não manifestou tal comportamento (pelo menos ainda), devido à criação familiar que serviu como contrapeso à genética que o predispunha a ser psicopata. Esta é a suposição de Fallon.

Entretanto, a quantificação proposta acima mostra-se problemática (quase um palpite), porque não há menção a referências sobre esta proporção. Há outros autores, como Raine (2015), que também mencionam uma preponderância neurobiológica no resultado do somatório de forças entre *nature x nurture*, porém de forma mais cautelosa e quase equânime: “(...) quero salientar que os fatores sociais são fundamentais tanto para causar o crime, por meio da interação com forças biológicas, como para produzir diretamente as mudanças biológicas que predisõem à violência” (Raine, 2015, p.07).

Portanto, pode-se inferir que não é devido ao fato de um exame de imagem cerebral (realizado em um determinado momento da vida do indivíduo, numa máquina com calibragem e resolução específicas) identificar um padrão funcional que, necessariamente, todos que apresentam tal padrão, terão o mesmo comportamento. Outros fatores externos podem estar envolvidos na expressão ou na contenção de um determinado comportamento (neste caso o psicopático):

“Primeiro, embora a alteração pré-frontal tenha sido consistentemente relatada ao comportamento agressivo e violento, esta associação deve refletir apenas uma predisposição, necessitando outros fatores ambientais, psicológicos e sociais para expressar ou diminuir o risco biológico” (Bufkin & Luttrell, 2005, p. 178) (tradução livre).

Uma possível forma de interação dos fatores intrínsecos e extrínsecos para resultar no comportamento humano é a epigenética. Por epigenética, entende-se um conjunto de processos hereditários e reversíveis que não alteram a sequência de DNA. O que ocorre é a

alteração da expressão genômica, principalmente através da metilação do DNA e de histonas. Metilação é um processo bioquímico no qual há a transferência de grupos metila para alguns pares de bases nitrogenadas (Vara, 2013).

Percebe-se, assim, que a influência ambiental (cuidado ou negligência parental, alimentação, radiação e intoxicações exógenas, para citar alguns exemplos) é um fator estressor que pode interferir na regulação genética, de forma a resultar em estimulação ou silenciamento de genes. Neste caso, genes envolvidos na atividade cerebral e mental, como, por exemplo, na produção ou ativação dos neurônios espelho, que refletem comportamentos, neste caso psicopático.

Ainda não foi identificado um gene da psicopatia. A epigenética, até o momento, é a principal teoria científica mais plausível para explicar a expressão gênica nos indivíduos com características pessoais diversas dos seus genitores e demais antecessores, no caso de psicopatas oriundos de criação adequada. Os psicopatas provenientes de famílias com pais psicopatas, agressores e negligentes, ou outras condições traumáticas já estão expostos aos fatores estressores que funcionam como gatilho ambiental desencadeador da expressão de redes epigenéticas que controlam certos comportamentos. Isto ocorre em virtude de possuírem traços hereditários para a psicopatia.

4. Exame Crítico

Algumas ponderações são necessárias quando avaliamos pesquisas a partir de neuroimagem. Primeiro, embora o equipamento seja o mais moderno e haja o emprego de técnicas padronizadas e protocolos internacionais durante a produção na imagem, a interpretação da neuroimagem depende da experiência do leitor do exame. De acordo com Bennett, Miller & Wolford (2009, p. 01): “Com o enorme dimensionamento de informações da neuroimagem funcional, vem um grande risco de falso positivo. Através dos 130.000 voxels⁸, em uma típica fMRI, a probabilidade de pelo menos um falso positivo é quase certo” (tradução livre).

Segundo, a reprodutibilidade é comprometida, haja vista serem exames dispendiosos e uma nova realização depende também de que o examinado esteja nas mesmas condições do exame primário; não é frequente a reprodução de experimentos de neuroimagem. Terceira e última ponderação, é a presença de outras comorbidades (como a adicção ou outras patologias psiquiátricas) que poderiam contribuir para o resultado final da imagem. Há, ainda, outros aspectos não comentados neste texto como a geração de artefatos, multiplicidade de protocolos experimentais, variação de sujeitos, amostras pequenas e erros estatísticos (tipos I e II) (Carp, 2012; Sullivan, 2009; Button *et al.*, 2013).

As opiniões sobre o dimensionamento da utilização prática do resultado dos exames se dividem. De um lado, há autores (Bufkin & Luttrell, 2005) defendendo que apenas a identificação isolada de um padrão em exames de imagem não pode ser considerada determinante de expressão comportamental. De outro, há aqueles (Eagleman, 2012) que afirmam que não podemos ser responsáveis por nosso comportamento, pois já estariam pré-determinados geneticamente.

Portanto, em concordância com os críticos da neuroimagem associada ao comportamento, Patterson (2016) questiona o fato de que a ação voluntária é decorrente de uma extensa e complexa atividade cerebral, e não apenas de uma área determinada do cérebro evidenciada por um exame. É preciso ter em mente que as neuroimagens não são fotografias do cérebro; são justaposições feitas por meio de cálculos a partir das unidades tridimensionais que compõem a imagem (os voxels) baseadas em detecção de processos

físicos nucleares, ocorrendo nas células nervosas. Em outras palavras, são aproximações estatísticas de eventos físico-químicos.

Ainda por esta seara, há críticas mais incisivas sobre as possibilidades de respostas inovadoras e a utilização do neuroimageamento cognitivo. Além de questionar os métodos de estudos e interpretação dos resultados, que são mascarados pelo “neurojargão”, comparam o neuroimageamento moderno ao obsoleto estudo de frenologia (Ginther, 2016). Uttal (2001) faz um exame crítico da neurociência cognitiva e afirma que a tentativa de localizar processos mentais em áreas específicas do cérebro são como a frenologia do século XIX. Além disso, afirma que o neurorreducionismo contemporâneo é nebuloso porque termos típicos como “processos mentais” são mal definidos ou vagos, o que compromete qualquer tentativa de reduzir algo mal definido a outro algo proximamente definido.

No extremo oposto, pesquisadores, como o neurocientista Eagleman (2012), afirmam que a consciência é um fenômeno biológico e determinado geneticamente. Desta forma, o cérebro controla todos os comportamentos conscientes e inconscientes de forma incógnita. Assim, não teríamos consciência de grande parte de nossos atos, e as influências do meio interferem pouco na resposta comportamental porque o DNA e o cérebro seriam estruturas autocontidas.

É importante considerar que as neurociências cognitiva e social também precisam cumprir requisitos metodológicos necessários, que as demais ciências cumprem. Mas, no caso da neuroimagem, torna-se mais difícil (como a replicabilidade). Isto porque, é necessário que o indivíduo se encontre no mesmo estado mental e emocional do exame primário, os aparelhos devem estar calibrados com as mesmas programações anteriores, sem falar nos custos de execução de uma neuroimagem funcional repetida várias vezes, além de inexistir grupo controle, porque não há um padrão na funcionalidade cerebral.

Portanto, além dos questionamentos associados à metodologia de execução e a interpretação da neuroimagem, tem-se os problemas associados à filosofia da ciência. Segundo Carlos de Sousa (2016, p. 475), “Reduzir o comportamento a partes do cérebro é um reducionismo ingênuo e grosseiro, um erro mereológico em desconsiderar vários fatores causais que participam da produção do comportamento consciente”. Há procedimentos típicos que as ciências consolidadas cumprem como, por exemplo, reprodução dos experimentos, exame crítico de teorias e confirmação de evidências, análises e correções estatísticas de falsos positivos, formulação de modelos representacionais sobre o objeto de estudo que guiam as pesquisas. Até onde foi possível investigar, poucos experimentos em neurociência social executam tais procedimentos. Alguns autores (Vul, Harris, Winkielman & Pashler, 2009; Sullivan, 2009; Eklund, Nichols, & Knutsson, 2016; Button et al., 2013; Begley & Ioannidis, 2015) já identificaram fraquezas sérias nos experimentos em neurociência cognitiva. Portanto, é preciso elaborar protocolos mais rígidos que permitam transparência e confiabilidade nos dados e conhecimento na área.

Quanto às possibilidades de utilização das neuroimagens, além de auxílio para os diagnósticos de doenças e pesquisas para a compreensão da formação do pensamento pelo cérebro, estas técnicas vêm sendo utilizadas como meio de prova nos tribunais de alguns países. A utilização dos recursos e descobertas da neurociência pelo direito é conhecido como *neurolaw*, ou neurodireito (Picozza, 2011). Os limites técnicos, éticos e jurídicos fazem parte de um debate imprescindível, todavia extrapola a abrangência deste trabalho.

Considerações finais

A identificação de um padrão relacionado ao comportamento psicopata em exames de neuroimagem cognitiva não pode ser considerada patognômico de uma entidade psicológica. É preciso considerar outros fatores influenciadores no resultado do exame e que o próprio exame de neuroimagem pode conter erros. O caso James Fallon serve de evidência deste fato, pois embora o autor do livro tenha apresentado neuroimagens características de um psicopata assassino, Fallon, no entanto, não desenvolveu o comportamento psicopático típico, embora tenha apresentado condutas antissociais ao longo de sua vida e tenha descoberto, na sua árvore genealógica, antepassados assassinos.

O caso de Fallon, portanto, é evidência suficientemente forte em favor da adoção de uma postura cautelosa sobre este tema. Provavelmente, influências externas como o apoio familiar e investimento parental (alimentação, saúde, educação e afeto) façam diferença na expressão/silenciação genética e na modulação do comportamento. Seria imprudente afirmar que a biologia ou o meio social, isoladamente, determinam o comportamento humano. O mais apropriado seria defender a hipótese de que há uma interação destes fatores, como propõe a epigenética.

Deve-se considerar, ainda, que além dos fatores pessoais, questões práticas na execução dos exames e limitações da tecnologia, também podem influenciar a até modificar o resultado ou a sua interpretação, gerando falsos positivos e falsos negativos.

Em suma, atribuir o comportamento violento e ausência de empatia a uma disfunção emocional identificada por um padrão em um exame de imagem, sem considerar as influências ambientais, seria uma inferência prematura frente aos recursos tecnológicos disponíveis. O recomendado nesta área é cautela e avançar gradualmente, a partir de evidências confiáveis baseadas em replicação e consenso científico.

Referências

- Abdalla-Filho, E; Chaloub, M.; & Telles, L.E.B. (2016). *Psiquiatria Forense de Taborda*. Porto Alegre: Artmed.
- Bennett, C.; Miller, M. & Wolford, G. (2009). Neural correlates of interspecies perspective taking in the post-mortem Atlantic Salmon: an argument for multiple comparisons correction. *Journal of Serendipitous and Unexpected Results*, 1(1), 1-5.
- Begley, C.G., & Ioannidis, J.P.A. (2015). Reproducibility in science: Improving the standard for basic and preclinical research. *Circulation Research*, 116(1), 116–126. Disponível em <http://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.114.303819>. Acesso em 24 fev 2020.
- Blair, R.J.R. (2008). The amygdala and ventromedial prefrontal cortex: functional contributions and dysfunctional in psychopathy. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, 2557-2565.
- Bufkin, J.L., & Luttrell, V.R. (2005). Neuroimaging studies of aggressive and violent behavior: current findings and implications for criminology and criminal justice. *Trauma, Violence & Abuse*, 6(2), 176–191.
- Button, K.S.; Ioannidis, J.P.; Mokrysz, C.; Nosek, B.; Flint, J.; Robinson, E.S.J.; & Munafò, M.R. (2013). Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience. *Nature Reviews. Neuroscience*, 14(5), 365–76. Disponível em <http://doi.org/10.1038/nrn3475>. Acesso em 24 fev 2020.
- Carp, J. (2012). On the plurality of (methodological) worlds: Estimating the analytic flexibility of fmri experiments. *Frontiers in Neuroscience*. Disponível em <http://doi.org/10.3389/fnins.2012.00149>. Acesso em 24 fev 2020.

- Damasio, A. R; Damasio, H & Tranel, D. (1990). Individuals with sociopathic behavior caused by frontal damage fail to respond autonomically to social stimuli. *Behavioural brain research*, 41 (2), 81-94.
- Davidson, J.R.; Putnam, K.M.; Larson, C.L. (2000). Dysfunction in the neural circuitry of emotion regulation—a possible prelude to violence. *Science*, 289 (5479), 591-594.
- de Souza, C. E. B. (2016). Resenha crítica do livro *Incógnito – As vidas secretas do cérebro*, David Eagleman. *Educação e Filosofia*, v. 30 (59), p. 467–478.
- Dostoevsky, F. (2016). *Crime e Castigo*. 7ª ed. São Paulo: Editora 34. Original publicado em 1866.
- Eagleman, D. (2012). *Incognito*. The secret lives of the brain. NewYork: Vintage Books.
- Eklund, A.; Nichols, T.E.; & Knutsson, H. (2016). Cluster failure: Why fMRI inferences for spatial extent have inflated false-positive rates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(28). Disponível em <http://doi.org/10.1073/pnas.1602413113>. Acesso em 24 fev 2020.
- Fallon, J.H. (2014). *The psychopath inside: a neuroscientist's personal journey into the dark side of the brain*. NewYork: Current.
- Ginther, M. (2016). Neuroscience or neurospeculation? Peer commentary on four articles examining the prevalence of neuroscience in criminal cases around the world. *Journal of Law and the Biosciences*, V. 3(2), 324–329. Disponível em <https://doi.org/10.1093/jlb/lsw030>. Acesso em 24 fev 2020.
- Hare, R.D. (2013). *Sem Consciência*. O Mundo Perturbador dos Psicopatas que Vivem Entre Nós. Porto Alegre: Artmed.
- Mecler, K. (2015). *Psicopatas do cotidiano*. Como reconhecer, como conviver, como se proteger. Rio de Janeiro: Casa da Palavra.
- Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Eslinger, P.J., Bramati, I.E., Mourão-Miranda, J., Andreiuolo, P.A., Pessoa, L. (2002). The neural correlates of moral sensitivity: a functional magnetic resonance imaging investigation of basic and moral emotions. *The Journal of neuroscience*, 22 (7), 2730-2736.
- Morana, H.C.P.; Stone, M.H.; & Abdalla-Filho, E. (2006). Transtornos de personalidade, psicopatia e serial killers. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 28(2), 74-79.
- Orrison, W.W., Lewine, J.D., Sanders, J.A., & Hartshorne, M.F. (1985). *Functional brain imaging*. St. Louis (EUA): Mosby-Year Book.
- Patterson, D. (2016). Criminal law, neuroscience, and voluntary acts. *Journal of Law and The Biosciences*, 3, (2), 355-358.
- Picozza, E. (2011). *Neurolaw: an introduction*. Switzerland: Springer.
- Raine, A. (2015). *A Anatomia da Violência*. As raízes biológicas da criminalidade. Porto Alegre: Artmed
- Simon, R. I. (2009). *Homens maus fazem o que homens bons sonham*. Um psiquiatra forense ilumina o lado obscuro do comportamento humano. Porto Alegre: Artmed.
- Storey, P. (2006). Introduction to Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy. p. 3-9. In: Prasad, P.V. *Magnetic Resonance Imaging: Methods and Biologic Applications*. New Jersey: Humana Press.
- Sullivan, J.A. (2009). The multiplicity of experimental protocols: A challenge to reductionist and non-reductionist models of the unity of neuroscience. *Synthese*, 167(3), 511–539. Disponível em <http://doi.org/10.1007/s11229-008-9389-4>. Acesso em 24 fev 2020.
- The Royal Society (2012). *Brain Waves Module 3: Neuroscience, conflict and security*. Londres: The Royal Society. Disponível em <https://royalsociety.org/topics-policy/projects/brain-waves/conflict-security/>. Acesso em 24 fev 2020, 18:08.

- Uttal, W.R. (2001). *The new phrenology: the limits of localizing cognitive processes in the brain*. MIT Press.
- Vara, J.M.C. (2013). Epigenética: potencialidades na genética forense. Dissertação de mestrado, departamento de biologia, Universidade de Aveiro. Disponível em <http://hdl.handle.net/10773/12031>. Acesso em 24 fev 2020.
- Vul, E.; Harris, C.; Winkielman, P.; & Pashler, H. (2009). Puzzlingly High Correlations in fMRI Studies of Emotion, Personality, and Social Cognition. *Perspectives on Psychological Science*, 4(3), 274–290. Disponível em <http://doi.org/10.1111/j.1745-6924.2009.01125.x> Acesso em 24 fev 2020.

Notas

- (1) Classificação Internacional de Doenças – 10ª edição. 1993.
- (2) Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais – 5ª edição. 2014.
- (3) Em 1972, após a criação dos computadores, Godfrey Newbold Hounsfield desenvolveu uma nova técnica de exames de imagem, o scanner CT, ou tomografia computadorizada (TC). Por este método, vários raios X sequenciais eram processados para gerar uma imagem tridimensional da estrutura que estava sendo examinada.
- (4) O Imageamento por Ressonância Magnética (IRM) é uma técnica amplamente empregada na medicina clínica e sua eficiência na detecção de traumas e danos nos tecidos do corpo é inegável. O princípio físico subjacente à IRM é o fenômeno de ressonância magnética nuclear (RMN). Resumidamente, ocorre quando é aplicado um pulso de corrente elétrica em uma bobina que induz um campo magnético, oscilando na frequência das ondas de rádio sobre uma amostra de tecido que está sob a ação de um campo magnético constante de alta intensidade. O campo magnético oscilante interage com os spins dos prótons dos átomos de hidrogênio – presentes nos tecidos do corpo humano –, gerando um sinal característico. Isso ocorre porque certos núcleos possuem pequenos momentos magnéticos, semelhantes aos de um ímã de barra comum. Na presença de um campo magnético aplicado, os momentos magnéticos são submetidos a um movimento rotacional conhecido como precessão, o que é análogo à oscilação lenta exibida por um topo giratório ou giroscópio. A explicação da precessão nuclear reside na relação entre o momento magnético do núcleo e seu spin (Storey 2006, p.4). Quando o paciente permanece sob ação do campo magnético constante do aparelho, os momentos magnéticos dos prótons dos hidrogênios (presentes nas moléculas da água, que compõe cerca de 60% do corpo) irão se orientar de acordo com a direção do campo aplicado. Esse processo cria condições para que o corpo gere sinais que formarão um espectro. Os principais átomos que constituem o tecido humano são: hidrogênio, oxigênio, carbono, fósforo, cálcio, flúor, sódio, potássio e nitrogênio. Contudo, o hidrogênio é o que possui núcleo mais simples e está presente em maior quantidade no corpo humano. O hidrogênio é o escolhido por três motivos básicos: é o mais abundante no corpo humano; as características de RMN se diferem bastante entre o hidrogênio presente no tecido normal e no tecido patológico; o próton do hidrogênio possui o maior momento magnético e, portanto, a maior sensibilidade a RMN.
- (4) Tecnicamente, não se trata de uma imagem, mas da detecção do decaimento do isótopo radioativo (meia-vida). A substância com o isótopo radioativo circula pelo sangue e se estabiliza tornando-se não-radioativa porque passa a liberar partículas positivamente carregadas chamadas de pósitrons. Quando pósitrons viajam pelas células, colidem com elétrons (negativamente carregados), produzindo aniquilamento mútuo. A seguir, há a

liberação de energia, gerando dois fótons de luz que viajam em trajetórias opostas exatamente a 180°. Áreas cerebrais com alta atividade metabólica emitem muitos fótons de luz, enquanto aquelas menos ativas emitem menos. Os detectores (anéis com fotocélulas) na máquina captam este processo.

- (5) SPECT é a tomografia computadorizada por emissão de fóton único. Assim como no PET-scan, utiliza o átomo de flúor que, por ser radioativo, emite um pósitron. Quando este pósitron colide com o elétron, ocorre a liberação de raios gama, que são captados pelo aparelho de PET-scan. Mas quando a emissão não é pósitron, mas, sim, fóton (outra partícula do átomo), o método se chamará SPECT.
- (6) No final dos anos 90, o neurofisiologista italiano chamado Giacomo Rizzolatti, descreveu e batizou um grupo de células neuronais cerebrais, responsáveis pelo comportamento de imitação, de 'neurônios-espelho'.
- (7) Voxel é uma unidade de medida tridimensional, usada em exames de imagem. O nome é o resultado das palavras volume e pixel. O pixel (*picture and element*) é a unidade que compõe a imagem.