

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE DIREITO JACY DE ASSIS

LEONARDO KENZO YAMAGUTI

**A ADMISSIBILIDADE DA PROVA POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA
FUNCIONAL (FMRI) NO PROCESSO PENAL BRASILEIRO: LIMITES
EPISTÊMICOS, JURÍDICOS E CONSTITUCIONAIS**

Uberlândia / MG

2026

LEONARDO KENZO YAMAGUTI

**A ADMISSIBILIDADE DA PROVA POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA
FUNCIONAL (FMRI) NO PROCESSO PENAL BRASILEIRO: LIMITES
EPISTÊMICOS, JURÍDICOS E CONSTITUCIONAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Direito Jacy de Assis da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Direito.

Área de concentração: Direito Processual Penal

Orientador: Karlos Alves Barbosa

Uberlândia / MG

2026

LEONARDO KENZO YAMAGUTI

**A ADMISSIBILIDADE DA PROVA POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA
FUNCIONAL (fMRI) NO PROCESSO PENAL BRASILEIRO: LIMITES
EPISTÊMICOS, JURÍDICOS E CONSTITUCIONAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Direito Jacy de Assis da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
bacharel em Direito.

Área de concentração: Direito Processual Penal

Uberlândia, 15 de fevereiro de 2026.

Banca Examinadora:

Karlos Alves Barbosa - FADIR

Luiz Carlos Goiabeira Rosa - FADIR

Caio Crivelenti Raffaini Castro – FADIR

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho representa o encerramento de uma etapa profundamente significativa da minha trajetória acadêmica e pessoal. Por isso, os agradecimentos que seguem não se limitam a formalidades, mas expressam o reconhecimento àqueles que, direta ou indiretamente, tornaram este caminho possível.

À minha família, agradeço de maneira única. Pelo apoio incondicional, pela paciência nos momentos de ausência, pelas palavras de incentivo e, sobretudo, por acreditarem em mim em todos os momentos.

Aos meus amigos, agradeço por todas as histórias, pelas conversas, pelos conselhos e por se tornarem de certa forma “família” ao longo da graduação. Vocês tornaram a caminhada mais leve e deram sentido para tudo isso.

Aos meus professores, expresso minha profunda gratidão pela dedicação, pelo compromisso e em especial Karlos Alves e Luiz Carlos Goiabeira, por acreditarem em um propósito maior e comprarem sonhos que carregam histórias e sentimentos. Vocês mudaram o sentido da minha graduação e isso demonstra o trabalho impecável que vocês desempenham dentro e fora da sala de aula.

À FADIR, agradeço por ser abrigo, por ser um ambiente instigante. E à Universidade Federal de Uberlândia, enquanto instituição pública, gratuito e de excelência, registro meu reconhecimento pela oportunidade de acesso a um ensino de qualidade que vai além da sala de aula. Defender a universidade pública é, também, reconhecer o papel fundamental que ela desempenha na formação de cidadão críticos e conscientes.

À Associação Atlética Acadêmica de Direito da UFU, deixo um agradecimento especial. Mais do que um espaço de esporte, a AAADU foi um lugar de encontro, equilíbrio, sonhos e pertencimento durante toda a graduação. Foi ali que eu construí família, vivi experiências que marcaram minha trajetória e encontrei um ambiente que me permitiu sonhar, crescer e me reconhecer para além da sala de aula. A todos os amigos, atletas, diretoria que fiz durante esses anos, meu sincero obrigado por tornarem essa jornada mais memorável possível.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este trabalho fosse possível. Que este encerramento represente não apenas o fim de um ciclo, mas o início de muitos outros caminhos de aprendizado, reflexão e realização. Encerrar este trabalho é lembrar que sonhar sempre foi parte do caminho. Que este seja apenas o começo de novos sonhos, novas atitudes e novas histórias.

“Permita-se sonhar.”
(CUNHA, Murilo)

RESUMO

O presente arquivo científico tem por objetivo analisar a admissibilidade das provas neurocientíficas no processo penal brasileiro, com especial enfoque na ressonância magnética funcional (fMRI). Parte-se da compreensão de que o processo penal opera sob limites epistemológicos próprios, nos quais a verdade produzida não corresponde a uma realidade absoluta, mas a uma reconstrução racional dos fatos a partir das provas legitimamente produzidas. Nesse contexto, investiga-se de que forma as neurociências, especialmente a fMRI, podem contribuir para a formação da verdade processual sem incorrer em reducionismos biológicos ou em violações às garantias fundamentais. Para tanto, o trabalho percorre a evolução do conceito de prova e verdade no processo penal, examina os fundamentos do neurodireito, analisa o funcionamento técnico da fMRI e discute criticamente sua admissibilidade à luz da experiência estrangeira -com destaque para o padrão Daubert e casos paradigmáticos da jurisprudência norte-americana - e do debate jurídico brasileiro, notadamente a atipicidade dos meios de prova, o papel do juiz como *gatekeeper* e os paralelos com a prova genética. Conclui-se que a fMRI não deve ser compreendida como instrumento decisório autônomo, mas como meio técnico auxiliar, cuja admissibilidade depende de controle judicial rigoroso, confiabilidade científica mínima e estrita compatibilidade com o processo penal constitucional.

Palavras-chave: Prova penal. Neurodireito. Ressonância magnética funcional. Verdade processual. Admissibilidade da prova.

ABSTRACT

This study aims to analyze the admissibility of neuroscientific evidence in criminal proceedings, with particular emphasis on functional magnetic resonance imaging (fMRI). It is based on the premise that criminal procedure operates under inherent epistemological limits, in which the truth produced is not an absolute or ontological truth, but a rational reconstruction of facts grounded in legally admissible evidence. Within this framework, the research examines how neuroscience — especially fMRI — may contribute to the construction of procedural truth without leading to biological reductionism or violations of fundamental rights. The study explores the theoretical foundations of evidence and truth in criminal procedure, the emergence of neurolaw, and the technical functioning of fMRI, critically assessing its scientific limits and persuasive risks. It further analyzes foreign experiences, particularly in the United States, highlighting the Daubert standard and the role of judges as gatekeepers of scientific evidence, as well as the Brazilian legal debate on the admissibility of unconventional forms of proof. The conclusion reached is that fMRI should not be regarded as an autonomous or determinative evidentiary tool, but rather as a technical instrument with potential auxiliary value, whose admissibility must be conditioned upon minimum scientific reliability, strict judicial control, and full compatibility with constitutional guarantees. Neuroscience may enhance criminal justice only insofar as it remains subordinate to legal reasoning and the principles of due process.

Keywords: Criminal evidence. Neurolaw. Functional magnetic resonance imaging (fMRI). Procedural truth. Admissibility of evidence.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS	13
2.1. CONCEITO, OBJETO E FINALIDADE DA PROVA NO PROCESSO PENAL BRASILEIRO.....	13
2.2. A IDEIA CLÁSSICA DE VERDADE.....	15
2.3. A CRÍTICA À NOÇÃO DE “VERDADE REAL”	16
2.4. A VERDADE COMO CORRESPONDÊNCIA.....	17
2.5. AS GARANTIAS PROCESSUAIS COMO LIMITES EPISTEMOLÓGICOS DA BUSCA DA VERDADE.....	18
2.6. A BUSCA DA VERDADE NO PROCESSO MEDIANTE A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS CIENTÍFICAS E NEUROCIÊNCIAS	19
3. NEUROCIÊNCIA E O NEURODIREITO	20
3.1. CONCEITO E EVOLUÇÃO DA NEUROCIÊNCIA	20
3.2. NEURODIREITO: ASPECTOS GERAIS	22
3.3. SISTEMA NERVOSO, TOMADA DE DECISÃO E OS LIMITES DO DETERMINISMO NEUROBIOLÓGICO.....	23
3.4. O FASCÍNIO E SEDUÇÃO PELA IMAGEM CEREBRAL	24
4. A RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL (FMRI) NO PROCESSO PENAL	26
4.1. FUNDAMENTOS TÉCNICOS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL (FMRI).....	26
4.2. POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DA FMRI NO PROCESSO PENAL.....	28
4.3. LIMITES EPISTÊMICOS E RISCOS DA UTILIZAÇÃO DA FMRI NO PROCESSO PENAL	30
4.4. A FMRI COMO INSTRUMENTO TÉCNICO NO ÂMBITO DA PROVA PERICIAL	
31	
5. A ADMISSIBILIDADE DA PROVA NEUROCIÊNCIA NO PROCESSO PENAL BRASILEIRO: LIMITES, CRITÉRIOS E O PAPEL DO JUIZ	33
5.1. A ADMISSIBILIDADE DA PROVA NO PROCESSO PENAL	33
5.2. A PROVA NEUROCIÊNCIA E O ATUAL DEBATE NO DIREITO	

BRASILEIRO.....	34
5.3. A ATIPICIDADE DOS MEIOS DE PROVA, O ARTIGO 369 DO CPC E A PROVA NEUROCIENTÍFICA	35
5.4. A EXPERIÊNCIA DA PROVA GENÉTICA (DNA) NO PROCESSO PENAL BRASILEIRO COMO PARÂMETRO PARA A ADMISSIBILIDADE DE NOVAS TECNOLOGIAS PROBATÓRIAS	37
5.5. EXPERIÊNCIAS NORMATIVAS E COMPARADAS: CAUTELA INSTITUCIONAL DIANTE DAS PROVAS NEUROCIENTÍFICAS.....	38
5.6. O JUIZ COMO GATEKEEPER DA PROVA NEUROCIENTÍFICA	41
6. CONCLUSÕES.....	42
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

O avanço das neurociências nas últimas décadas representa um dos mais significativos desenvolvimentos científicos contemporâneos, com impactos que ultrapassam os limites da medicina e da biologia e alcançam, de maneira crescente, as ciências humanas e sociais. A possibilidade de observar, ainda que indiretamente, a atividade cerebral humana por meio de técnicas de neuroimagem, como a ressonância magnética funcional (fMRI), reacendeu debates clássicos acerca do comportamento, da tomada de decisão, da responsabilidade e dos limites do conhecimento científico quando transposto para esferas normativas. No campo jurídico, essas transformações deram origem ao denominado neurodireito, área interdisciplinar dedicada à análise das interfaces entre neurociência e Direito.

A ressonância magnética funcional (fMRI), enquanto técnica de neuroimagem, permite identificar variações no fluxo sanguíneo cerebral associadas à atividade neural, possibilitando a visualização de regiões com maior consumo de oxigênio em resposta a determinados estímulos cognitivos. A partir desses dados, estudos científicos têm buscado estabelecer correlações entre padrões de ativação cerebral e diferentes estados mentais ou comportamentos. Contudo, a transposição desses achados para o campo jurídico, especialmente para o processo penal, não ocorre sem profundas tensões teóricas e normativas.

No âmbito do processo penal, a incorporação de novas tecnologias probatórias apresenta desafios particularmente sensíveis. Trata-se de um ramo do Direito diretamente vinculado à proteção de direitos fundamentais, notadamente a liberdade individual, o que impõe cautela redobrada na admissão de meios de prova dotados de elevado potencial persuasivo. Nesse contexto, a fMRI destaca-se tanto pelo seu potencial explicativo quanto pelos riscos decorrentes de sua utilização acrítica, sobretudo quando empregada para inferir estados mentais complexos, intenções ou a veracidade de declarações.

Diante desse cenário, emerge o seguinte problema de pesquisa: é juridicamente admissível a utilização da ressonância magnética funcional (fMRI) como meio de prova no processo penal brasileiro, sem violar garantias fundamentais e sem comprometer a estrutura normativa da responsabilidade penal? A questão torna-se especialmente relevante na medida em que a fMRI se propõe a acessar dimensões internas do indivíduo, tradicionalmente protegidas pelo direito, como a esfera psíquica e a autonomia decisória, desafiando categorias centrais do direito penal, como imputabilidade, culpabilidade e livre convencimento do julgador.

Embora a aplicação prática da fMRI no processo penal ainda seja incipiente, especialmente no contexto brasileiro, a relevância do tema não se limita à análise de casos concretos já julgados. Ao contrário, a antecipação teórica dos problemas decorrentes da introdução de novas tecnologias probatórias revela-se essencial para a construção de critérios jurídicos capazes de evitar decisões pautadas exclusivamente pelo fascínio tecnológico ou pela importação acrítica de modelos estrangeiros. Nesse sentido, o direito não deve atuar apenas de forma reativa, mas também preventiva, estabelecendo limites e parâmetros antes da consolidação prática dessas ferramentas no âmbito judicial.

O presente trabalho parte da premissa de que o processo penal opera sob limites epistemológicos próprios, nos quais a verdade produzida não corresponde a uma verdade absoluta, mas a uma verdade processual, construída a partir de provas legitimamente produzidas e submetidas ao contraditório. Nesse contexto, sustenta-se como hipótese que a prova neurocientífica, especialmente a fMRI, não deve ser nem rejeitada de forma absoluta, nem admitida de maneira acrítica, sendo necessária a construção de critérios rigorosos de admissibilidade, capazes de compatibilizar o uso da tecnologia com as garantias fundamentais e com a autonomia do juízo jurídico.

Assim, o objetivo central desta pesquisa consiste em analisar criticamente a admissibilidade da ressonância magnética funcional no processo penal brasileiro, investigando suas potencialidades e limitações à luz da teoria da prova, da epistemologia jurídica, da doutrina penal e da literatura interdisciplinar sobre neurodireito, bem como a partir de experiências estrangeiras, com especial atenção ao contexto norte-americano.

Por fim, a relevância do estudo reside na busca por um equilíbrio entre ciência e direito, evitando tanto o ceticismo absoluto em relação às contribuições das neurociências quanto a adesão acrítica a discursos tecnocientíficos. Ao refletir sobre a admissibilidade da fMRI antes de sua ampla utilização no processo penal, pretende-se oferecer subsídios teóricos para que o sistema de justiça esteja preparado para enfrentar, de forma racional, crítica e garantista, os desafios decorrentes da evolução científica.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS

2.1. CONCEITO, OBJETO E FINALIDADE DA PROVA NO PROCESSO PENAL BRASILEIRO.

A investigação sobre a admissibilidade de provas neurocientíficas no processo penal, exige, antes de tudo, uma reflexão aprofundada sobre os conceitos fundamentais teóricos e conceituais que estruturam a atividade probatória no processo penal brasileiro: a busca da verdade e o regime jurídico da prova. Não tem como se falar em inserção de “prova nova”, ou melhor, de novos instrumentos probatórios - como as provas neurocientíficas - sem antes ter uma boa base sobre a produção e valoração das provas no sistema brasileiro.

A palavra “prova” tem a sua origem vinda do latim probatio, podendo traduzir-se por experimentação, verificação, exame, confirmação, reconhecimento etc., dando origem ao verbo probare.¹

A prova é o conjunto de atos praticados pelos sujeitos do processo penal - partes, juiz e por terceiros² - destinados a levar ao magistrado a comprovação da existência ou inexistência de um fato, ou ainda, a falsidade ou veracidade de uma afirmação. Em suma, a prova seria, portanto, todo e qualquer meio empregado pelos sujeitos com a finalidade de comprovar a verdade de uma alegação.

É por meio da prova que se tenta chegar à verdade.³

Provar é uma tentativa de aproximação com a verdade. Melhor dizendo: verdades. “A” verdade, no singular, será sempre incompleta, necessariamente contingente e dependente de referenciais (tempo, espaço e lugar)⁴

A finalidade da prova é demonstrar que determinado fato ocorreu ou não, de uma maneira ou de outra, e assim influenciar na convicção do magistrado sobre as alegações trazidas pela parte contrária.

A importância do tema se torna ainda maior quando falamos sobre o processo penal, área de conhecimento da presente pesquisa. Uma vez que, enquanto em procedimentos administrativos ou no processo civil a prova pode ser prescindível, no processo penal recai um papel central de todo o processo, rigorosamente ligado à alegação e à indicação dos fatos.

¹ ARANHA, Adalberto José Queiros Telles de Camargo. **Da prova no Processo Penal**. São Paulo: Saraiva, 2006.

² Um exemplo trazido por Fernando Capez seriam os peritos que integram o processo probatório. CAPEZ, Fernando. **Curso de Processo Penal** – 32ª edição 2025. 32. ed. Rio de Janeiro: SRV, 2025. E-book. p.256.

³ MARCÃO, Renato. **Curso de Processo Penal**. São Paulo: Saraiva Jur, 2023.

⁴ ÁVILA, Gustavo Noronha de. **Falsas memórias e sistema penal: A prova testemunhal em xeque**. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2013, p. 1

Ainda, em fundamentos iniciais é válido lembrar que para Guilherme de Souza Nucci⁵ existem 3 sistemas de avaliação da prova: livre convicção⁶, prova legal⁷ e persuasão racional⁸.

Na mesma linha, Nucci⁹ diz que são objetos de provas: os fatos que as partes pretendem demonstrar no interesse do processo para que no julgamento o juiz tenha a seu dispor meios para formar sua convicção proferindo sentença de forma justa. Diz ainda que somente os fatos que dão lugar a dúvida é que constituem objeto de prova, pois se não há dúvidas sobre o fato apontado não há o que se provar.

2.2. A IDEIA CLÁSSICA DE VERDADE

Na Grécia e na Roma antiga, a prova tinha um caráter persuasivo, argumentativo, voltada, fundamentalmente, a convencer o juiz dos fatos alegados pelas partes. Nesse momento histórico, o mais importante era o convencimento de alguém e não comprovar algo para alguém. Nesse sentido, aflorava nessa época, diversas técnicas para o exercício da retórica.

Com o passar dos anos, e a profissionalização da carreira dos magistrados e dos advogados, aludiu-se para uma mutação da concepção de prova, visando cada vez mais revestir-se de uma maior racionalidade e juridicidade. A exigência de fundamentação das decisões judiciais – característica do sistema de persuasão racional¹⁰ - obriga o magistrado a expor racionalmente os motivos pelos quais entendeu como “verdade” os fatos aduzidos por determinada parte. E para tanto, hodiernamente, não basta apenas alegar que foi convencido pela melhor retórica, mas deve explicitar a razão pela qual um conjunto probatório levou a ser preferível, sendo mais próximo da verdade.

5 NUCCI, Guilherme de S. **Código de Processo Penal Comentado** – 24ª edição 2025. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2025. E-book. p.342.

6 É o método concernente à valoração livre, não havendo a necessidade de motivação para suas decisões. É o sistema que prevalece no tribunal do júri, por exemplo, visto que os jurados não motivam o seu voto.

7 É o método em que se é preestabelecido um valor para cada prova produzida no processo, há resquícios desse sistema quando a lei exige determinada forma para a produção de alguma prova.

8 É um método misto, adotado pelo processo penal brasileiro, dando permissão ao juiz para decidir a causa de acordo com seu livre convencimento, devendo, fundamentá-lo, nos autos.

9 NUCCI, Guilherme de S. **Código de Processo Penal Comentado** – 24ª edição 2025. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2025. E-book. p.378.

10 NUCCI, Guilherme de S. **Código de Processo Penal Comentado** – 24ª edição 2025. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2025. E-book. p.342

Assim, a verdade do processo está associada a congruência dos enunciados a serem provados em relação aos enunciados descritos pelas provas legitimamente obtidas e produzidas.¹¹

Ocorre que, por mais perfeccionais que sejam os operadores do Direito na busca da “verdade”, esta nunca poderá ser alcançada de forma plena, porque a realidade do fato criminoso não voltará a acontecer novamente, ainda que haja uma reconstituição minuciosa do acontecimento passado, isto é, do momento do crime.¹²

O percurso histórico revela que a verdade nunca foi uma categoria estática, mas um conceito moldado conforme a concepção de Estado, de ciência e de ser humano vigente em cada época.

2.3. A CRÍTICA À NOÇÃO DE “VERDADE REAL”

A doutrina penal clássica brasileira, fortemente influenciada pelo Código de Processo Penal de 1941, consagrou a busca da chamada “verdade real”, conceito segundo o qual o processo deveria reconstruir fielmente o fato ocorrido. Ferrajoli afirma que a ideia de verdade real tem raízes autoritárias, porque legitima o uso de métodos ilimitados de investigação, colocando o Estado acima dos próprios direitos fundamentais.¹³

Ao pretender alcançar uma verdade absoluta, esse modelo sustenta, direta ou indiretamente, práticas invasivas, violação de garantias e ampliação dos poderes do juiz - elementos típicos de sistemas inquisitórios.

O processo proporciona uma verdade - rigorosa, sujeita aos controles e verificabilidades específicas -, e de nenhum modo diminuída à frente da verdade real; ambas as verdades - a real e a do processo - não se confundem e nem tampouco se subordinam.¹⁴

O fato típico descrito na denúncia denota uma pretensão de verdade; o processo, portanto, circula em torno desta pretensão e não efetivamente à volta da inatingível verdade real.

11 TARUFFO, Michele. *La semplice verità: il giudice e la costruzione dei fatti*. Bari: Laterza, 2009. p.240.

12 SIMÃO, Pedro E. T. *A busca da “verdade” no processo penal através da prova além de uma dúvida razoável*. Revista do Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro nº 93, jul./set. 2024. p.131

13 FERRAJOLI, Luigi. *Direito e Razão*. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002.

14 WELLINGTON ATAÍDE ALVES, Fábio. *A RENOVAÇÃO CONCEITUAL DA CAPACIDADE DE CONVENCIMENTO DO JUIZ: UMA CRÍTICA À BUSCA DA VERDADE REAL PELO PROCESSO PENAL*. Revista Digital Constituição e Garantia de Direitos, [S. l.], v. 1, n. 02, 2013.

2.4. A VERDADE COMO CORRESPONDÊNCIA

Alguns nomes como Gustavo Badaró, Beltrán e Taruffo, adotam uma noção epistemológica de verdade no processo penal. Essa visão se caracteriza na ideia de verdade como correspondência: a decisão judicial deve buscar uma maior aproximação possível com o fato historicamente ocorrido.

Taruffo define a verdade processual como a verdade possível dentro do procedimento, reconhecendo que ela não é absoluta, mas suficientemente fundamentada para justificar uma decisão¹⁵.

Badaró faz uma comparação entre a atividade do juiz e a do historiador, tendo em vista que ambos buscam a reconstrução de um fato pretérito, que é irrepetível e não diretamente conhecível. Ambos os profissionais jamais atingirão uma certeza absoluta do que realmente aconteceu. A certeza processual e a certeza do historiador serão sempre relativas, já que o conhecimento humano é incompleto por natureza e definição, não permitindo chegar a uma certeza absoluta do fato.¹⁶

A discussão epistemológica sobre a verdade no processo penal não pode ignorar as limitações humanas de percepção, memória e interpretação. O ser humano não registra fatos como câmeras, mas reconstrói lembranças a partir de fragmentos, filtros emocionais e expectativas narrativas¹⁷. O passado não retorna; ele é reconstruído discursivamente. Por isso, o processo penal é essencialmente hermenêutico, e não meramente constatativo.

A reconstrução racional exige que o juiz não assuma um papel onisciente, mas um papel de avaliador crítico das hipóteses. A verdade se forma a partir da disputa dialética entre versões e da aplicação de regras epistêmicas que permitem ao juiz selecionar a narrativa mais justificada. Não há espaço para intuições pessoais, arbítrios ou presunções subjetivas: a correspondência é sempre controlada.

O juiz não é um descobridor, é um avaliador. Seu papel é selecionar a hipótese mais justificada, e não buscar a verdade real e absoluta.

Nesse contexto, o exercício da função jurisdicional exige que o magistrado fundamente sua decisão exclusivamente nos elementos constantes dos autos, orientando seu convencimento a partir do material probatório validamente produzido no processo. Por essa

¹⁵ TARUFFO, Michele. **La semplice verità**. Bari: Laterza, 2009.

¹⁶ BADARÓ, Gustavo Henrique. **Ônus da prova no processo penal**, cit., p.28.

¹⁷ ESCHILETTI, Andrea Sartori. **Neuroética e direito penal: um estudo sobre a utilização da prova neurocientífica no processo penal**.

razão, a doutrina adverte que as decisões judiciais não correspondem, necessariamente, à verdade dos fatos em sentido absoluto, mas à valoração racional das provas apresentadas pelas partes no âmbito do processo penal. Ainda, por mais minuciosos que sejam os magistrados na busca da “verdade”, esta nunca poderá ser alcançada de forma plena, até por que a reconstrução da realidade fática do crime em questão não voltará a acontecer novamente, mesmo com uma reconstituição detalhada do momento do crime.

Nesse cenário, evidencia-se a centralidade da busca pela chamada “verdade” no processo penal, uma vez que a legitimidade do sistema de justiça criminal perante os jurisdicionados depende da qualidade racional e argumentativa das decisões judiciais proferidas. A fundamentação adequada dos veredictos revela-se condição indispensável para a redução dos erros judiciais, na medida em que uma justiça penal marcada por condenações recorrentes de inocentes ou absolvições indevidas de culpados compromete sua função institucional, fragiliza sua credibilidade e mina o respeito social necessário à efetividade das decisões estatais.

2.5. AS GARANTIAS PROCESSUAIS COMO LIMITES EPISTEMOLÓGICOS DA BUSCA DA VERDADE.

As garantias processuais - contraditório, imparcialidade do juiz e presunção de inocência - assumem como limites epistemológicos indispensável a formação da verdade possível no processo penal. A verdade processual somente pode ser reconhecida como legítima se construída sob o filtro das garantias, porque são elas que buscam impedir a falibilidade humana.

O contraditório é aquilo que transforma a prova em “prova racionalmente válida”, pois permite a refutação, o ataque, a reconstrução e o aperfeiçoamento do material fático.

A imparcialidade judicial é condição necessária para que a avaliação racional seja possível. O juiz não é fonte de prova, mas filtro crítico de hipóteses.

A presunção de inocência, por sua vez, induz no processo a consciência da falibilidade, impedindo que suposições não verificadas formem a base da condenação. Ao exigir que a acusação prove sua imputação e que a dúvida favoreça o réu, esse princípio combate enviesamentos cognitivos como a tendência humana de confirmar hipóteses prévias ou preencher lacunas com interferências intuitivas.

Nesse sentido, a verdade processual não é descoberta, mas construída; não é absoluta, mas limitada; não é ontológica, mas epistêmica; não é independente do método, mas inteiramente condicionada por ele. A verdade possível é aquela que emerge de um sistema de garantias, estruturado para conter a falibilidade humana, testar hipóteses em contraditório e obrigar o juiz a justificar suas decisões. Essa verdade é sempre dialética e institucional. A força do processo não está na certeza absoluta, mas na racionalidade pública que sustenta decisão.

2.6. A BUSCA DA VERDADE NO PROCESSO MEDIANTE A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS CIENTÍFICAS E NEUROCIÊNCIAS

A história demonstra, contudo, que o conhecimento científico pode desempenhar papel essencial na revelação de fatos cuja ocultação serviria a interesses de poder. Técnicas científicas diversas já foram responsáveis por elucidar episódios de grande impacto social, como a identificação da paternidade de crianças sequestradas durante regimes ditatoriais, a confirmação da morte de pessoas desaparecidas em conflitos armados ou o esclarecimento de crimes praticados contra a humanidade. Em tais contextos, a ciência atuou como instrumento capaz de romper pactos de silêncio, superar a manipulação política da verdade e restituir a memória coletiva diante de tentativas institucionalizadas de apagamento.

Por mais sofisticadas que sejam as ferramentas científicas, elas jamais superam a necessidade de justificação racional, respeito ao contraditório e controle das inferências. A tecnologia não substitui o método, ela é apenas mais um elemento a ser processado pelo método.

Ainda, a verdade não é o fim último do processo, não podendo ser buscada a qualquer custo através de um método científico, sobretudo se o seu emprego venha violar direitos fundamentais constitucionalmente protegidos.¹⁸ Somado a isso, é evidente que a ciência é incapaz também de atingir uma verdade absoluta e incontestável, ainda que a técnica utilizada seja reconhecidamente dotada de validade e confiabilidade científica.

Taruffo salienta que a utilização de conhecimentos oferecidos pela ciência em um processo possibilita uma maior aproximação à efetiva verdade. O emprego de provas científicas aumenta o grau de veracidade da decisão.¹⁹

¹⁸ RASSI, JOÃO D. **Neurociência e prova no processo penal: admissibilidade e valoração.**

¹⁹ TARUFFO, Michele. **La scienza nel processo: problemi e prospettive.** Revista de processo, São Paulo: Revista dos tribunais, v. 248, p. 417.

A história demonstra vários exemplos em que as técnicas de investigação científica revelaram fatos de relevância social como a paternidade de crianças sequestradas na ditadura, pessoas mortas em guerras ou que foram vítimas de crimes contra a humanidade. A ciência, desta forma, torna-se um fator importante na descoberta da verdade em muitas situações em que a conveniência política levaria ao acobertamento dos crimes e instauraria o silêncio.

3. NEUROCIÊNCIA E O NEURODIREITO

3.1. CONCEITO E EVOLUÇÃO DA NEUROCIÊNCIA

A neurociência pode ser definida como o campo científico interdisciplinar dedicado ao estudo do sistema nervoso, sua estrutura, funcionamento e relação com o comportamento humano. Inicialmente ligada à biologia e à medicina, tem expandido exponencialmente com o auxílio da psicologia, da física e da inteligência artificial, tornando-se uma ciência complexa capaz de integrar conhecimentos de diferentes áreas.

Historicamente, o interesse pelo cérebro remonta à antiguidade, mas com o desenvolvimento de metodologias cada vez mais precisas, como a eletrofisiologia e as técnicas modernas de neuroimagem, foi possível investigar a atividade neural de maneira cada vez mais sistemática. O avanço tecnológico produziu uma verdadeira revolução ao permitir que funções até então inacessíveis – como atenção, memória, emoções e tomada de decisão – pudessem ser estudadas de forma crítica.

A origem do sistema nervoso surge na Grécia antiga com Hipócrates, o pai da medicina ocidental, que acreditava que o encéfalo não apenas estava envolvido nas sensações, mas que seria a sede da inteligência. Em contrapartida de, Aristóteles defendia que o coração era o centro do intelecto, enquanto o encéfalo seria apenas um radiador, cuja finalidade seria resfriar o sangue que se superaquecia com o coração que fervilhava.²⁰

Alguns anos depois, a medicina romana, por meio do médico grego Galeno, em seus experimentos com ovelhas, chegou à conclusão de que o cérebro por ser mais suave, tinha a função de receber as emoções, por outro lado, o cerebelo, por estar mais duro (ao toque), estaria encarregado de ser um centro de controle motor, devendo comandar os músculos.²¹

²⁰ BEAR, Mark F. **Neurociências**. 4. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2017. P. 6

²¹ BEAR, Mark F. **Neurociências**. 4. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2017. P.6

Séculos depois, René Descartes, propõe uma intensa reflexão sobre a distinção *entre res cogitans* (mente) e *res extensa* (corpo). Embora, atualmente, sua visão dualista seja contestada, ela impulsionou os estudos científicos ao separar o problema filosófico da consciência do problema biológico da mecânica corporal. Em sua visão, aspectos como memória, apetite, ação motora – seriam representados pelo encéfalo, ao passo que as funções mentais superiores viriam da alma, entidade espiritual apta a se comunicar com o encéfalo a partir da glândula pineal.²²

No final do século XVIII, o sistema nervoso havia sido completamente dissecado. Reconhecendo uma divisão central, consistindo no encéfalo e na medula espinhal, e uma divisão periférica, que consistia na rede de nervos que percorrem o corpo. Ainda, nessa época conseguiram identificar diferentes padrões na superfície do encéfalo de cada indivíduo, permitindo a divisão do cérebro em lobos, especulando que diferentes funções poderiam estar localizadas nos diferentes giros do encéfalo.²³

Por volta de 1810, Charles Bell conseguiu demonstrar que as raízes espinhais carregavam informações em diferentes sentidos. Cortando somente as raízes ventrais, havia paralisia muscular. Já as raízes dorsais levavam informações sensoriais para a medula espinhal.²⁴

Charles Darwin, surge com o seu trabalho “A origem das espécies”, articulando a teoria evolucionista de que cada espécie de organismo evoluiu de um ancestral comum. Essa simples compreensão revolucionou a biologia. A ideia de que o sistema nervoso de diferentes espécies evoluiu de ancestrais comuns e que, dessa maneira, pode apresentar mecanismos comuns é o racional para relacionar os resultados em experimentos em animais com os realizados em seres humanos.

No início do século XIX foi concebido o campo da histologia²⁵, o estudo microscópico da estrutura dos tecidos. Surgindo a ideia de que o neurônio consistiria como a unidade básica do sistema nervoso.

Por fim, é com o século XX, devido as novas descobertas tecnológicas e de novos aparelhos que permitem um estudo mais consistente e preciso das atividades cerebrais, como a ressonância magnética funcional (fMRI) e o eletroencefalograma (EEG) que as grandes transformações no estudo do cérebro vão se desenvolver.

²² KANDEL, Eric et al. **Principles of Neural Science**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2013. Op. Cit., p.6.

²³ BEAR, Mark F. **Neurociências**. 4. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2017. P.7

²⁴ BEAR, Mark F. **Neurociências**. 4. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2017. P.10

²⁵ Essa área de estudo tem como escopo a estrutura de tecidos, animais e vegetais, discerníveis com o microscópio.

Esse panorama histórico culmina na neurociência contemporânea, que não somente busca entender o cérebro humano e seu funcionamento, mas compreender a relação entre estruturas neurais e outros fatores externos como: ambiente, cultura e experiências subjetivas de cada indivíduo. A evolução da neurociência mostra um percurso fascinante, mas também cheio de erros históricos.

3.2. NEURODIREITO: ASPECTOS GERAIS

O neurodireito surge como a disciplina que analisa a relação entre a neurociência e o Direito, especialmente no que se refere às implicações jurídicas de se compreender o comportamento humano a partir de bases biológicas.

De acordo com o professor Renato César Cardoso, o neurodireito não constitui um bloco homogêneo, sua estrutura deve ser compreendida a partir de um modelo tripartido, que permite dividir e organizar de forma mais precisa as interações entre neurociência e o Direito²⁶.

No primeiro eixo, denominado neurociência DO direito, concentram-se estudos voltados a explicar como decisões juridicamente relevantes são influenciados por mecanismo neurais. Esse domínio busca compreender como fatores biológicos, cognitivos e emocional moldam a atuação de agentes jurídicos, desde um policial em situação de estresse até um magistrado submetido a pressões diárias. Através desses estudos, podemos perceber que o processo de tomada de decisão não é puramente racional, mas influenciado por vieses e processos automáticos que podem impactar diretamente no funcionamento do processo como um todo.

O segundo eixo, denominado como direito DA neurociência, refere-se ao conjunto de normas, princípios e mecanismos jurídicos destinados a regulamentar o desenvolvimento das neurotecnologias e o uso de dados neurais. Isso inclui tanto a fase de pesquisa científica, quanto a fase de aplicação prática. Trata-se, portanto, do segmento regulamentário do neurodireito.

O terceiro eixo, denominado neurociência NO direito, é o que possui maior relevância para a nossa pesquisa. Ele se ocupa da análise sobre como, quando e sob quais limites as técnicas neurocientíficas podem ou devem ser introduzir em juízo. Nesse âmbito, discute-

²⁶ CARDOSO, Renato César. **Neurodireito e neurociência do livre-arbítrio: uma revisão crítica e apontamentos para o Direito Penal.**

se a admissibilidade científicas das provas, seu valor probatório, sua compatibilidade com princípios constitucionais e seu impacto sobre garantias fundamentais, como contraditório, presunção de inocência e direito à não autoincriminação.

É nesse terceiro eixo, que surge o presente debate sobre a utilização de técnicas como ressonância magnética funcional (fMRI), o eletroencefalograma (EEG) e o potencial evocado P300. Trata-se de limites técnicos e epistêmicos: não basta que uma técnica produza fatos e dados, é necessário que esses dados sejam cientificamente válidos, juridicamente admissíveis e normativamente compatível com o modelo constitucional do processo penal.

Portanto, é evidente como que podemos lucrar significativamente, como sociedade, com uma melhor compreensão do comportamento humano por meio das neurociências; mas também precisamos ser humildes sobre nossas descobertas e prudentes sobre suas possíveis aplicações.²⁷

3.3. SISTEMA NERVOSO, TOMADA DE DECISÃO E OS LIMITES DO DETERMINISMO NEUROBIOLÓGICO.

Entendendo os conceitos de neurociência e do neurodireito, mais especificamente sobre o estudo do sistema nervoso, nos fica claro que é a partir da atividade cerebral que se desenvolvem processos cognitivos, emocionais e comportamentais associações às ações humanas. O sistema nervoso central, composto pelo encéfalo e pela medula espinhal, desempenha função essencial na integração de estímulos sensoriais, no planejamento da ação e na regulação das chamadas funções executivas, frequentemente relacionadas à tomada de decisão consciente.²⁸ Essa constatação, entretanto, não autoriza a adoção de uma leitura reducionista segundo a qual o comportamento humano poderia ser plenamente explicado por mecanismos neurobiológicos.

Uma gama de autores contemporâneos sustentam que os processos decisórios teriam início em níveis neurais inconscientes anteriores à consciência da vontade (experimento de libet), o que levaria à conclusão de que a sensação de escolha seria meramente ilusória²⁹. A partir dessa perspectiva, a ação humana seria resultado de cadeias causais previamente

²⁷ CARDOSO, Renato César. **Neurodireito e neurociência do livre-arbítrio: uma revisão crítica e apontamentos para o Direito Penal.**

²⁸ KANDEL, Eric et al. **Principles of Neural Science.** 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2013.

²⁹ LIBET, Benjamin et al. **Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity.** Brain, 1983.

determinadas pela atividade cerebral, de modo que a vontade consciente surgiria apenas como racionalização posterior do comportamento. Se levada às últimas consequências, essa concepção comprometeria profundamente os fundamentos da responsabilização penal, pois, ausente a liberdade de decisão, inexistiria a base normativa para a imputação da responsabilidade penal.

É interessante deixar claro que o presente trabalho, não se filia a essa corrente determinista. O conceito jurídico de livre-arbítrio não se confunde com uma liberdade metafísica absoluta, mas com uma noção funcional de autodeterminação, suficiente para permitir que o indivíduo compreenda o caráter ilícito de sua conduta conforme essa compreensão. Trata-se, portanto, de um juízo normativo, e não de uma constatação empírica extraída da neurobiologia.

O funcionamento cerebral é marcado por elevada plasticidade e por intensa dependência de fatores contextuais, emocionais, sociais e culturais, o que inviabiliza a tradução automática de dados neurais em conclusões sobre intenção, vontade ou culpabilidade. A tentativa de reduzir a ação humana a um padrão cerebral mensurável incorre no risco de biologização excessiva do comportamento humano.

Dessa forma, técnicas como a estudada nesse trabalho – a ressonância magnética funcional (fMRI) – não devem ser compreendidas como instrumentos destinados a substituir categorias jurídicas tradicionais, mas como ferramenta potencialmente auxiliar na construção da verdade processual. A verdade produzida no processo penal permanece uma verdade construída racionalmente, limitada pelo contraditório, pelas garantias processuais e pela valoração crítica da prova. A neurociência deve somar ao processo penal, e não subvertê-lo. A utilização da fMRI, como será estudada nos próximos capítulos, se admitida em algum grau, deverá sempre acontecer dentro dos limites epistemológicos e jurídicos, evitando a transformação do julgamento em mera aferição biológica da conduta humana.

3.4. O FASCÍNIO E SEDUÇÃO PELA IMAGEM CEREBRAL

Com base no que foi apresentado no ponto anterior, especialmente no que se refere ao afastamento de leituras deterministas do comportamento humano, é necessário analisar a incorporação da neurociência ao campo probatório penal. A crescente valorização da prova científica no processo penal está associada à busca por maior objetividade e segurança decisória. Nesse contexto, a inserção de dados técnicos complexos, sobretudo aqueles com

imagens, tendem a exercer elevado impacto persuasivo sobre os julgadores, fenômeno conhecido como: efeito sedutor da ciência³⁰.

Quando falamos sobre neuroimagens especificamente, esse assunto assume pontos mais complexos e sensíveis. Imagens cerebrais costumam ser vistas como representações diretas da mente humana, produzindo a impressão de acesso imediato à verdade subjetiva do indivíduo. Entretanto, é importante destacar desde já que tais imagens não constituem registros diretos de pensamentos, intenções ou mentiras, mas construções técnicas resultantes de complexos modelos estatísticos e de probabilidade.³¹ A aparência visualmente objetiva da imagem cerebral mascara o fato de que ela representa apenas uma interpretação indireta da atividade neural.

A ressonância magnética funcional (fMRI), objeto de análise do presente trabalho, por exemplo, não mede estados mentais, mas variações no fluxo sanguíneo cerebral associadas a determinadas tarefas realizadas em ambientes experimentais controlados. Esse risco é ainda mais problemático pelo fato de que em grande parte das vezes, o magistrado não detém formação técnica suficiente para avaliar criticamente os pressupostos científicos da prova neurocientífica. O caráter altamente especializado da técnica, pode comprometer a paridade de armas e conduzir à aceitação acrítica de conclusões apresentadas como cientificamente neutras. A prova deixa, assim, de ser objeto de debate racional e passa a funcionar como argumento de autoridade, encerrando prematuramente a discussão probatória.

Um estudo feito por Weiseberg³², demonstrou que indivíduos leigos tendem a atribuir maior credibilidade a explicações que incluem componentes neurocientíficos, mesmo quando tais componentes são irrelevantes para a lógica explicativa. Os participantes receberam descrições de fenômenos psicológicos seguidas por explicações “boas” ou “ruins”, com ou sem informações neurais adicionadas. Embora as informações neurocientíficas fossem logicamente irrelevantes ao raciocínio, os participantes julgaram as explicações que continham essas informações como mais satisfatórias e convincentes do que aquelas sem elas, mesmo quando o conteúdo neurocientífico não contribuía substantivamente para a explicação do fenômeno – efeito sedutor da neurociência.

³⁰ FEIGENSON, Neal. *Brain imaging and courtroom evidence*. Jurimetrics Journal, 2006.

³¹ FEIGENSON, Neal; SPIESEL, Christina. *Law on display: the digital transformation of legal persuasion and judgment*. New York: NYU Press, 2009.

³² WEISBERG DS, Keil FC, Goodstein J, Rawson E, Gray JR. *The seductive allure of neuroscience explanations*. J Cogn Neurosci. 2008 Mar;20(3):470-7. doi: 10.1162/jocn.2008.20040. PMID: 18004955; PMCID: PMC2778755.

A utilização da fMRI como meio de prova deve, portanto, ser analisada com rigor epistemológico e jurídico, evitando-se que o fascínio tecnológico conduza à supressão das garantias e limites processuais.

Com essa perspectiva crítica, podemos, no capítulo seguinte, examinar de forma aprofundada o funcionamento da ressonância magnética funcional (fMRI), suas pretensões forenses e os limites que condicionam sua admissibilidade como meio de prova no processo penal.

4. A RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL (FMRI) NO PROCESSO PENAL

Apresentado todo os conceitos iniciais sobre neurociência, neurodireito e o instituto da prova no processo penal, agora nos é possível aprofundar em torno da ressonância magnética funcional (fMRI), na tentativa de sua utilização como meio de prova ou como elemento de reforço probatório, com o objetivo de inferir estados mentais juridicamente relevantes. Dessa forma, ao decorrer deste capítulo, debateremos sobre as possibilidades reais de seu uso e os riscos epistêmicos que podem decorrer de sua utilização.

4.1. FUNDAMENTOS TÉCNICOS DA RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL (FMRI)

A fMRI é a técnica neurocientífica mais conhecida e também a mais rodeada de expectativas jurídicas. Trata-se de um método que mede indiretamente a atividade neural por meio de variações no nível de oxigenação do sangue.

A técnica consiste na monitorização dos fluxos de sangue entre as várias regiões do córtex com vista a identificar quais neurônios estão mais ativos em determinado momento, e assim, localizar a atividade cerebral envolvida na execução de uma tarefa específica. Quando uma região cerebral é ativada, ocorre um aumento no fluxo sanguíneo local, que pode ser detectado pelo equipamento como alteração na intensidade do sinal – produz imagens que refletem os padrões de funcionamento do cérebro.

Seu surgimento se deu através de três descobertas importantes. A primeira descoberta ocorreu quando pesquisadores identificaram que a hemoglobina - proteína responsável por transportar oxigênio no sangue - apresenta propriedade magnéticas distintas conforme seu estado de oxigenação. Enquanto a hemoglobina carregada de oxigênio, predominantemente

arterial, não altera de maneira significativa o campo magnético ao qual é submetida, a hemoglobina pobre em oxigênio, mais presente na circulação venosa, é paramagnética, ou seja, tem capacidade de perturbar o campo magnético criado pelo equipamento de ressonância. Esse dado, inicialmente prematuro, demonstrou que diferenças no nível de oxigênio transportado pelo sangue produzem contrastes detectáveis por um *scanner* de ressonância magnética.

A segunda descoberta, evidencia que regiões do cérebro se tornam mais irrigadas quando estão funcionalmente ativas. Ou seja, o aumento da atividade neural gera aumento do fluxo sanguíneo local. Diversos estudos subsequentes confirmaram que o organismo responde à demanda energética de um grupo de neurônios enviando mais sangue para a região correspondente, criando uma relação direta entre atividade nervosa e dinâmica hemodinâmica.

A terceira descoberta, mais recente, estabeleceu a conexão entre as descobertas um e dois. Demonstrou-se que o aumento no fluxo sanguíneo gerado pela ativação neural é maior do que o necessário para suprir o consumo de oxigênio local. Ou seja, quando uma área cerebral é chamada para executar determinada tarefa, há um aumento de oferta de oxigênio superior à quantidade efetivamente utilizada pelos neurônios. Como consequência, diminui a concentração de hemoglobina desoxigenada naquela região. Essa mudança produz um aumento no sinal captado pelo *scanner*, que é precisamente o que a fMRI registra.

O estudo mostra as respostas medidas na área motora do cérebro humano com base em sinais de RM sensíveis ao fluxo sanguíneo e à oxigenação do sangue quando participantes batem os dedos por 2 segundo.

- a) O breve estímulo evoca uma forte mudança no FSC medida com um método ASL.
- b) A mudança no FSC é acompanhada por um aumento na oxigenação do sangue venoso, dando origem à resposta BOLD medida com fMRI.³³

Ou seja, quando os neurônios estão ativos, demandam energia, que é fornecida pelo ATP, produzido a partir do oxigênio e da glicose presentes no sangue.

³³ BUXTON RB. Interpretação de sinais de neuroimagem baseados na oxigenação: a importância e o desafio de compreender o metabolismo do oxigênio no cérebro. *Front. Neuroenerg.* 2010; 2:8. doi: 10.3389/fnene.2010.00008.

Cabe ressaltar que não se trata de um leitor de mentes, tampouco de tirar uma foto do cérebro em funcionamento. Trata-se de uma técnica indireta, probalística e altamente depende de inferências, cujos resultados são obtidos a partir da comparação entre condições experimentais previamente definidas³⁴. Além disso, os experimentos com fMRI são realizados em contextos altamente controlados, nos quais os participantes executam tarefas simplificadas e padronizadas. A transposição direta dos resultados obtidos em laboratório para o contexto forense, a priori, se revela como metodologicamente problemática.

4.2. POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DA FMRI NO PROCESSO PENAL

Ao passo que entendemos de forma resumida o funcionamento do instrumento da ressonância magnética funcional, faz-se mister analisarmos as possíveis aplicações jurídicas da fMRI.

Em um primeiro plano, a fMRI é vista como meio de prova para a comprovação de fatos adjudicativos, entendidos como aqueles diretamente relacionados ao caso concreto e relevantes para a decisão judicial. Nesse contexto, podemos citar aplicações voltadas à identificação da existência de lesões cerebrais decorrentes de traumas físicos, como acidentes ou agressões, bem como ao diagnóstico de alterações neurológicas, inclusive para a exclusão de possíveis causas alternativas dessas lesões. Tais exemplos se aproximam muito de uma prova pericial médica tradicional, por mais que a fMRI acrescente um grau adicional de complexidade interpretativa.

Outro campo que surge como possibilidade, refere-se à avaliação da capacidade mental do indivíduo para diferentes finalidades jurídicas. Ou seja, a ressonância magnética funcional pode ser utilizada para auxiliar em defesas de insanidade, ou ainda na verificação da própria capacidade processual do acusado. Contudo, João Daniel Rassi, reforça que tais avaliações não autorizam definições diretas sobre a conduta praticada, limitando-se à análise de condições cognitivas gerais, o que impede sua utilização como prova conclusiva acerca da responsabilidade penal.³⁵

Um caso emblemático seria o caso de Stever Northington³⁶, que assassinara duas pessoas, sendo uma delas um amigo de infância. O advogado do réu trouxe aos autos neuroimagens

³⁴ FEIGENSON, Neal. **Brain imaging and courtroom evidence: on the admissibility and persuasiveness of fMRI**. International Journal of Law and Psychiatry, v. 31, 2008.

³⁵ RASSI, JOÃO D. **Neurociência e prova no processo penal: admissibilidade e valoração**.

³⁶ US v. Northington nº 07-550-05 (Pennsylvania Nov 2012).

produzidas pela ressonância magnética funcional que demonstraram atividade cerebral fora dos padrões em razão de ter sofrido diferentes abusos quando era morador de rua, além de exposição a drogas e álcool quando sua mãe estava grávida. O advogado partiu da premissa de que o cérebro do réu não havia se desenvolvido da maneira correta, apresentando níveis fora do normal, explicando o comportamento agressivo e a reiterada posição criminosa e, portanto, ele não poderia ser considerado imputável. O caso chegou a julgamento e juiz entendeu que as evidências não eram suficientes para demonstrar a inimputabilidade por desenvolvimento mental retardado ou incompleto, mas foi suficiente para o afastamento da pena de morte.

De forma mais controversa, a literatura aponta para tentativas de empregar a fMRI para a identificação de vieses raciais ou outros preconceitos implícitos, bem como para a detecção de engano ou mentira em depoimentos testemunhais. Essas hipóteses, hodiernamente, ainda enfrentam severas críticas quanto à sua validade externa e quanto ao risco de extrapolação indevida de resultados obtidos em ambientes laboratoriais para o contexto forense. O fMRI, dessa maneira, não confirma de maneira convincente a existência de conexões entre a mentira e os fenômenos cerebrais que se identificam por meio de seus resultados.³⁷ Vale ainda ressaltar que, uma mentira pode vir a ser não consciente, como o caso de uma pessoa que diz erroneamente uma coisa falsa pensando que é verdade, caso em que o fMRI não revelaria nenhuma atividade cerebral particular.

Em segundo plano, a fMRI tem sido mencionada como instrumento apto a subsidiar a comprovação de fatos legislativos, isto é, fatos gerais relevantes para o raciocínio jurídico e para o processo de formulação de normas e princípios pelo Poder Judiciário. Diferentemente dos fatos adjudicativos, os fatos legislativos não dizem respeito a um indivíduo específico, mas a padrões gerais de comportamento humano ou de desenvolvimento cognitivo.

Um exemplo, da utilização da fMRI com esse objetivo pode ser observado na experiência norte-americana, em que estudos de neuroimagem demonstrando diferenças na atividade cerebral entre adolescentes e adultos durante tarefas de julgamento moral e autocontrole foram citados em memoriais apresentados à suprema Corte dos Estados Unidos no caso *Roper v. Simmons* (2005). Nesse julgamento, tais estudos contribuíram para o reconhecimento da inconstitucionalidade da pena de morte aplicada a menores de idade, ao sustentar que adolescentes, em geral, apresentam menor capacidade de autocontrole e de avaliação das consequências de seus atos.³⁸

³⁷ TARUFFO, Michel. **Processo y Neurociencia**. Aspectos generales, cit., p. 21.

³⁸ FEIGENSON, Neal. **Brain imaging and courtroom evidence: on the admissibility and persuasiveness of fMRI**. *International Journal of Law and Psychiatry*, p. 8-9

De modo semelhante, pesquisas em neurociência que alegam correlações entre exposição à violência midiática e comportamento agressivo foram invocadas em debates legislativos e judiciais relacionados à restrição do acesso de crianças a videogames violentos. Nesses casos, a fMRI não foi empregada para aferir a responsabilidade individual de um sujeito, mas como elemento argumentativo no processo de construção normativa.³⁹

À luz dessas considerações, o presente trabalho reforça a rejeição a abordagens reducionistas ou biologizantes da responsabilidade penal, compreendendo a fMRI como instrumento potencialmente contributivo à construção da verdade processual, sem jamais substituir o juízo normativo próprio do Direito Penal.

4.3. LIMITES EPISTÊMICOS E RISCOS DA UTILIZAÇÃO DA FMRI NO PROCESSO PENAL

Tendo apresentado as possibilidades da utilização da fMRI no direito, a literatura atual converge no sentido que alguns limites epistêmicos surgem como obstáculo central à incorporação da técnica como meio de prova no processo penal. A fMRI não fornece acesso direto a pensamentos, intenções ou estados mentais subjetivos, mas apenas produz inferências estatísticas a partir de variações no fluxo sanguíneo cerebral.

Essa natureza inferencial compromete a transparência epistêmica da prova, dificultando sua compreensão e valoração pelo julgador. No caso da fMRI, a distância entre o saber científico e o saber jurídico tende a deslocar o centro da decisão para a figura do perito, fragilizando o contraditório e o controle racional da prova por parte do magistrado.

Além disso, a utilização da fMRI em juízo envolve o risco da superestimação de sua capacidade probatória, fenômeno já discutido aqui anteriormente. Segundo o qual, imagens científicas, principalmente cerebrais possuem elevado poder persuasivo, decorrente não apenas sobre o conteúdo informativo, mas também de sua aparência visual e de sua associação simbólica à uma determinada objetividade científica. Esse efeito pode induzir o juiz a atribuir à fMRI um valor probatório superior ao conteúdo expressamente presente.

Esse fenômeno da “*seductive allure of neuroscience*”, revela que o impacto da fMRI no processo penal pode operar mais no plano retórico do que no plano epistemológico, comprometendo a imparcialidade do convencimento judicial.

³⁹ FEIGENSON, Neal. **Brain imaging and courtroom evidence: on the admissibility and persuasiveness of fMRI**. International Journal of Law and Psychiatry, p.9

Outro risco iminente é o que se refere a corrente determinista de biologização da responsabilidade penal. A partir da apresentação de imagens cerebrais, pode-se induzir a ideia de que o comportamento humano é determinado por estruturas e tomadas de decisões no subconsciente, esvaziando o juízo normativo de culpabilidade e aproximando o Direito Penal de explicações causalistas incompatíveis com o modelo garantista.⁴⁰ A prova neurocientífica não pode ser utilizada para substituir categorias jurídicas por diagnósticos biomédicos, sob pena de se romper a distinção fundamental entre explicação científica e imputação jurídica⁴¹.

Dessa forma, a utilização da fMRI como meio de prova no processo penal não enfrenta apenas limites técnicos, mas também desafia princípios estruturantes do processo penal como um todo, como a presunção de inocência, a motivação das decisões judiciais e o devido processo legal. Sua incorporação acrítica pode conduzir a decisões fundadas mais na autoridade simbólica da ciência do que na valoração racional e contraditória da prova.

Portanto, é claro e evidente que a eventual utilização da ressonância magnética funcional como meio de prova no processo penal deve ser excepcional, cautelosa e rigidamente controlada. A técnica não pode ser vista e compreendida como um instrumento que mostre “a verdade⁴²”, mas como elemento auxiliar cuja admissibilidade e valoração exigem filtros epistemológicos e jurídicos rigorosos, sob pena de comprometimento da racionalidade probatória e das garantias fundamentais.

4.4. A FMRI COMO INSTRUMENTO TÉCNICO NO ÂMBITO DA PROVA PERICIAL

Ao entendermos os limites e riscos da utilização da fMRI no processo penal, torna-se necessário a distinção entre prova científica e prova pericial. A prova científica corresponde ao conjunto de conhecimentos, métodos e resultados produzidos no campo da ciência segundo protocolos próprios de validação empírica, falseabilidade e revisão por pares, possuindo caráter geral e abstraido, não orientado, em regra, à solução de um caso concreto. Já a prova pericial consiste em meio de prova processual, produzido no interior do processo por intermédio de um perito, com a finalidade específica de auxiliar o juiz na compreensão de fatos juridicamente relevantes. De acordo com Taruffo, a ciência fornece enunciados gerais, enquanto a perícia

⁴⁰ BADARÓ, Gustavo Henrique. **Ônus da prova no processo penal**. São Paulo: RT, 2012, p. 52-54.

⁴¹ RASSI, JOÃO D. **Neurociência e prova no processo penal: admissibilidade e valoração**.

⁴² Verdade no sentido apresentado no início deste trabalho, da relação entre prova e verdade

realiza uma operação de aplicação desses conhecimentos ao caso concreto, devendo se submeter às regras do contraditório, da motivação e da valoração racional da prova⁴³.

Nesse sentido, a fMRI não ingressa no processo como meio de prova autônomo, mas como instrumento técnico utilizado no âmbito da prova pericial, devendo se submeter às regras processuais que disciplinam não só a produção, mas o contraditório e a valoração da perícia. Trata-se de uma distinção simples, mas fundamental para entender que a neuroimagem não pode, por si só, demonstrar fatos juridicamente relevantes.

Ainda, a prova pericial não substitui o juízo do magistrado, apenas fornece maiores elementos e informações para o mesmo que devem ser avaliados com determinado rigor em paralelo a todo conjunto probatório. No caso da fMRI, entende-se que ainda cabe ao perito, não apenas expor dados objetivos ou imagens cerebrais, mas sim a construção argumentativa que deve ser passível de controle pelas partes.

No direito brasileiro, especificamente o artigo 159 do Código de Processo Penal determina a oficialidade da perícia. Na ausência de peritos oficiais, o mesmo artigo em seu parágrafo 1º autoriza a nomeação de peritos não oficiais, com diploma de curso superior especializados na área requisitada.

Art. 159. O exame de corpo de delito e outras perícias serão realizados por perito oficial, portador de diploma de curso superior. (Redação dada pela Lei nº 11.690, de 2008)

§ 1º Na falta de perito oficial, o exame será realizado por 2 (duas) pessoas idôneas, portadoras de diploma de curso superior preferencialmente na área específica, dentre as que tiverem habilitação técnica relacionada com a natureza do exame. (Redação dada pela Lei nº 11.690, de 2008)

Entretanto, a perícia oferecida por uma das partes, produzida por sua própria iniciativa, não é dotada de juramento ou qualquer outro requisito que lhe atribua a mesma imparcialidade e fé pública conferidas às perícias do juízo, desconstituindo grande parte da fiabilidade que a prova poderia vir a ter.

Vale, a título de analogia, pontuar que, assim como ocorre com o documento em língua estrangeira que requer a atuação de um tradutor oficialmente reconhecido pelo juízo, a imagem de fMRI também pode ser vista como um documento em linguagem estranha às partes no processo que necessita de um tradutor oficial para tornar aquele conteúdo acessível, para devido exercício do

⁴³ TARUFFO, Michele. **A prova dos fatos**. São Paulo: Marcial Pons, 2014, p. 285-288.

contraditório.⁴⁴ Sua linguagem deve ser acessível e objetiva, para que se torne possível o contraditório e a discussão sobre a admissibilidade da perícia.

Dessa maneira, a utilização da ressonância magnética funcional, enquanto técnica neurocientífica, deve ser compreendida como meio auxiliar de esclarecimento técnico, jamais como elemento conclusivo ou determinante de uma decisão judicial.

Diante de todo o cenário apresentado neste capítulo, impõe-se para um estudo mais voltado ao ordenamento jurídico brasileiro, examinando os fundamentos normativos da admissibilidade probatória, as experiências comparadas e o papel do magistrado como *gatekeeper* da prova, temas que serão desenvolvidos no capítulo seguinte.

5. A ADMISSIBILIDADE DA PROVA NEUROCIENTÍFICA NO PROCESSO PENAL BRASILEIRO: LIMITES, CRITÉRIOS E O PAPEL DO JUIZ

5.1. A ADMISSIBILIDADE DA PROVA NO PROCESSO PENAL

Ao estudarmos o processo penal temos que a admissibilidade da prova não se confunde com sua utilidade empírica ou com seu grau de sofisticação técnica. A prova somente pode ingressar validamente no processo se respeitar os princípios estruturantes do sistema acusatório, dentre os quais se destacam o contraditório, a ampla defesa, a presunção de inocência e o dever de motivação das decisões judiciais⁴⁵. A admissibilidade se trata, assim, de um juízo jurídico prévio, distinto da valoração probatória, que busca aferir a compatibilidade do meio de prova com a ordem constitucional, funcionando como um verdadeiro filtro epistemológico e normativo destinado a preservar a legitimidade da decisão judicial.

Nesse sentido, como já apresentados nos capítulos iniciais, o processo penal não se orienta pela busca da verdade absoluta, mas por uma verdade possível, construída a parte de regras, limites e garantias que limitam os meios de obtenção da prova. Dessa maneira, por mais que determinada tecnologia seja cientificamente válida, isso não implica a sua aceitação automática dentro do processo penal. A prova deve ser juridicamente admissível antes de ser tecnicamente considerada.

O processo penal, enquanto prática cognitiva institucionalizada, opera sob regras que delimitam não apenas o que pode ser provado, mas como e em que condições o conhecimento

⁴⁴ NASCIMENTO, Mariana. **A ressonância magnética funcional e os meios de prova no processo penal**.

⁴⁵ LOPES JR., Aury. **Direito processual penal**. 20. ed. São Paulo: Saraiva, 2023, p. 623-626

pode ingressar validamente na decisão judicial. Assim, a admissibilidade da prova assume a função de proteger o processo contra formas de conhecimentos que, embora potencialmente verdadeiras do ponto de vista empírico, sejam incompatíveis com as garantias que estruturam o devido processo legal.

Assim, a introdução da fMRI no processo penal deve ser analisada à luz desse marco garantista, sob pena de comprometer a legitimidade da jurisdição penal. A sofisticação metodológica ou o prestígio científico não são suficientes para legitimar sua utilização no processo penal. Ao contrário, quanto maior o potencial explicativo ou persuasivo de uma prova, maior deve ser o rigor do juízo de admissibilidade.

Portanto, a admissibilidade da prova neurocientífica deve ser compreendida como um mecanismo de equilíbrio entre conhecimento e garantias, evitando o ceticismo absoluto quanto o tecnicismo acrítico. Em suma, o processo penal não rejeita a ciência, mas a submete a um regime próprio de controle, no qual “a verdade” somente se legitima quando produzida por meios juridicamente aceitáveis.

5.2. A PROVA NEUROCIENTÍFICA E O ATUAL DEBATE NO DIREITO BRASILEIRO.

No direito brasileiro, a discussão acerca da admissibilidade de provas neurocientíficas no processo penal, nesse caso da ressonância magnética funcional (fMRI), ainda é bem inicial, marcado basicamente por discussões doutrinárias do que por aplicações concretas no âmbito jurisprudencial. Inexiste, até o momento, qualquer disciplina normativa específica que regulamente o uso de técnicas de neuroimagem como meio de prova no processo penal. Entretanto, com o avanço exponencial de determinadas analogias, o estudo da temática se torna cada vez mais necessário.

A priori, essa ausência de regulamentação não pode ser entendida como uma vedação direta à utilização da prova neurocientífica. Ao contrário, a jurisprudência brasileira, historicamente, tem lidado com inovações tecnológicas por meio de cláusulas abertas e princípios gerais, permitindo a incorporação gradual de determinados meios de prova. Contudo, Rassi adverte que a inexistência de previsão legal expressa reforça a necessidade de uma postura cautelosa, especialmente diante do risco de se atribuir à prova neurocientífica um grau de certeza que ela, metodologicamente, não pode oferecer.⁴⁶

⁴⁶ RASSI, JOÃO D. Neurociência e prova no processo penal: admissibilidade e valoração, op. cit., p. 63-66.

O debate brasileiro é fortemente influenciado por preocupações epistemológicas e garantistas já apresentadas nesse trabalho. Uma das principais resistências literárias reside no medo de que a prova neurocientífica seja utilizada como mecanismo de objetivação da subjetividade humana, reduzindo fenômenos complexos ⁴⁷ a meras correlações neurais.

Além disso, Rassi também destaca que a prova neurocientífica apresenta desafios específicos quando falamos do contraditório. A assimetria técnica entre acusação, defesa e julgados, bem como a dificuldade de contestação efetiva dos resultados apresentados, pode comprometer a paridade de armas no processo penal. Dessa maneira, a admissibilidade da ressonância magnética funcional deve estar condicionada a uma possibilidade real de debate técnico, com acesso aos dados brutos, aos protocolos utilizados e às margens de erro inerentes ao método.⁴⁸

Portanto, o contexto brasileiro não é de uma dicotomia entre aceitação ou rejeição da prova neurocientífica, mas sim em torno de uma construção de critérios jurídicos que permitam sua eventual utilização sem violar as garantias fundamentais do processo.

5.3. A ATIPICIDADE DOS MEIOS DE PROVA, O ARTIGO 369 DO CPC E A PROVA NEUROCIENTÍFICA

Trazendo todo esse debate para um aspecto normativo brasileiro, a discussão sobre a admissibilidade da prova neurocientífica no processo penal brasileiro encontra um de seus principais fundamento na teoria da atipicidade dos meios de prova. O artigo 369 do Código de Processo Civil estabelece que as partes podem empregar todos os meios legais e moralmente legítimos, ainda que não especificados em lei, para provar a verdade dos fatos. Embora inserido no âmbito do processo civil, o dispositivo citado pode ser reconhecido subsidiariamente no processo penal, desde que compatível com suas garantias fundamentais.

Artigo 369. As partes têm o direito de empregar todos os meios legais, bem como os moralmente legítimos, ainda que não especificados neste código, para provar a verdade dos fatos em que se funda o pedido ou a defesa e influir eficazmente na convicção do juiz.

⁴⁷ Intenção, vontade e culpabilidade.

⁴⁸ RASSI, JOÃO D. *Neurociência e prova no processo penal: admissibilidade e valoração*, op. cit., p. 90-94.

A doutrina brasileira procura determinar o que consiste um meio de prova “moralmente legítimo”, grande parte dos autores entendem como uma cláusula geral, de caráter abstrato e aberto, devendo o juiz, na admissibilidade e valoração da prova, observar o parâmetro social de aceitação ou reprovação moral do meio probatório do caso concreto. Ainda, outros autores, delimitam a terminologia ao respeito à dignidade da pessoa e aspectos éticos atuais.

Somado a isso, Nelson Nery Jr. nos leciona que, em caso de constrangimento físico ou moral na obtenção de confissões ou depoimentos testemunhais, prova obtida será ilícita.⁴⁹ Entretanto, em alguns casos, ainda é possível a admissão de uma prova ilícita, devendo quem violou responder pelo ato praticado, e a prova reaproveitada, desde que confiável.

Não obstante, o artigo 473 combinado com o artigo 479 do novo Código de Processo Civil evidenciam importantes disposições sobre a perícia: o primeiro, descrevendo o que deve conter em um laudo pericial, e o segundo o fato de que o laudo pericial não vincula o magistrado em sua decisão final.

Artigo 473. O laudo pericial deverá conter:

I - a exposição do objeto da perícia;

II - A análise técnica ou científica realizada pelo perito;

III - a indicação do método utilizado, esclarecendo-o e demonstrando ser predominantemente aceito pelos especialistas da área do conhecimento da qual se originou;

IV - Resposta conclusiva a todos os quesitos apresentados pelo juiz, pelas partes e pelo órgão do Ministério Público.

§ 1º - No laudo, o perito deve apresentar sua fundamentação em linguagem simples e com coerência lógica, indicando como alcançou suas conclusões.

§ 2º - É vedado ao perito ultrapassar os limites de sua designação, bem como emitir opiniões pessoais que excedam o exame técnico ou científico do objeto da perícia.

§ 3º - Para o desempenho de sua função, o perito e os assistentes técnicos podem valer-se de todos os meios necessários, ouvindo testemunhas, obtendo informações, solicitando documentos que estejam em poder da parte, de terceiros ou em repartições públicas, bem como instruir o laudo com planilhas, mapas, plantas, desenhos, fotografias ou outros elementos necessários ao esclarecimento do objeto da perícia.

Artigo 479. O juiz apreciará a prova pericial de acordo com o disposto no art. 371, indicando na sentença os motivos que o levaram a considerar ou a deixar de considerar as conclusões do laudo, levando em conta o método utilizado pelo perito.

A ressonância magnética funcional pode ser enquadrada como um meio de prova atípico, mais precisamente como instrumento técnico utilizado no contexto da prova pericial. Contudo, por não se tratar de um meio de prova já previamente regulamentado pelo legislador – típico – a admissibilidade da fMRI no processo penal deve ser condicionada à observância de critérios rigorosos, dentre os quais se destacam: a licitude do meio empregado, a pertinência em relação

ao objeto da prova, a confiabilidade científica dos métodos e o respeito aos direitos fundamentais da pessoa submetida ao exame. Ainda, se torna indispensável demonstrar que o método utilizado é aceito pela comunidade científica, possui taxas de erros conhecidas e outrora tenha sido aplicado em algum caso concreto, mesmo que em casos comparados.

Vale reforçar que por mais que se trate de um conhecimento científico, a fMRI deve ser tratada como prova pericial, devendo se submeter às regras do contraditório e da motivação judicial, não sendo compreendida como prova autônoma ou conclusiva, mas como elemento técnico auxiliar, cuja valoração dependerá de uma análise racional sobre todo o conjunto probatório do caso concreto.

Por fim, temos de se falar sobre proporcionalidade. No processo penal, a admissibilidade da prova está ligada diretamente à proteção da dignidade da pessoa humana e à vedação de métodos que comprometam a liberdade psíquica do acusado, assim sendo, a prova produzida pela fMRI deve ser submetida a um juízo de proporcionalidade, avaliando se os eventuais benefícios probatórios superam os riscos e restrições impostos aos direitos fundamentais.

5.4. A EXPERIÊNCIA DA PROVA GENÉTICA (DNA) NO PROCESSO PENAL BRASILEIRO COMO PARÂMETRO PARA A ADMISSIBILIDADE DE NOVAS TECNOLOGIAS PROBATÓRIAS

Aproveitando o estudo do contexto brasileiro em relação à admissibilidade de novas tecnologias científicas como meios de prova, especialmente aquelas dotadas de elevado potencial persuasivo – como a ressonância magnética funcional, a incorporação da prova genética (DNA) ao processo penal brasileiro surge como um importante precedente metodológico que merece certa análise. Embora atualmente o exame de DNA seja amplamente reconhecido como meio probatório relevante, sua trajetória no direito penal revela um processo gradual de aceitação, marcado por resistências iniciais, debates epistemológicos e pela necessidade de regulamentação normativa e controle judicial rigoroso que seguem em debate até os dias de hoje.

Conforme análise da Lei nº 15.295/2025⁵⁰, a consolidação da prova genética não aconteceu apenas pela confiança irrestrita na ciência, mas sim pela percepção de que a sua utilização exige parâmetro legais claros, especialmente no que se refere à coleta, armazenamento, finalidade e o uso do material genético. O dispositivo evidencia que mesmo provas fundadas em bases

⁵⁰ BRASIL. Lei nº 15.295, de 8 de janeiro de 2025. Dispõe sobre a coleta de DNA para fins de identificação criminal. Diário Oficial da União, Brasília, jan. 2025.

biológicas robustas são submetidas a limites normativos expressos, como forma de proteção à dignidade da pessoa humana e aos princípios gerais do processo penal.

A experiência prática da prova de DNA demonstra que a confiabilidade reside em fatores não apenas laboratoriais, mas também em pontos “fora do laboratório”, como coleta do material genético, a preservação da cadeia de custódio, a rastreabilidade das amostras, entre outros. Assim, mesmo sendo uma prova considerada altamente precisa, pode estar suscetível a falhas quando inserida no contexto processual.

Ao colocarmos esse precedente dentro do debate acerca da admissibilidade da ressonância magnética funcional (fMRI), nos fica claro que se até mesmo a prova genética, voltada a identificação biológica e não à inferência de estados mentais, demanda regulamentação específica e filtros rigorosos, é razoável concluir que a fMRI exige cautela ainda maior, em razão de seu objeto envolver correlações neurais e probabilísticas sobre o funcionamento cerebral.

Além disso, a comparação entre DNA e fMRI evidencia que a primeira busca estabelecer vínculos objetivos de identidade ou presença física, enquanto a segunda opera com inferências indiretas sobre cognição, comportamento, tomada de decisão e processos mentais, o que amplia o risco de atribuição indevida de certeza. Nesse sentido, o paralelo entre ambas não autoriza uma transposição automática de regimes jurídicos, mas serve como precedente quanto à necessidade da utilização de critérios ainda mais rigorosos para a admissibilidade da fMRI.

Por fim, a experiência da prova reforça o papel central do juiz como responsável pelo controle da admissibilidade, função essa que será melhor trabalhada nesse capítulo ainda. Mesmo diante do DNA, a atuação judicial permanece indispensável para evitar conclusões automáticas e até mesmo deterministas. Esse aprendizado reforça que a eventual miscibilidade da fMRI no processo penal brasileiro deve ser feita de forma excepcional, condicionada e cuidadosamente delimitada.

5.5. EXPERIÊNCIAS NORMATIVAS E COMPARADAS: CAUTELA INSTITUCIONAL DIANTE DAS PROVAS NEUROCIÊNCIAS.

Para uma melhor análise sobre a admissibilidade da prova neurocientífica no processo penal brasileiro, utilizaremos de uma perspectiva comparada e institucional. Ao analisarmos a história do direito probatório, é claro e evidente que raramente o ingresso de novas tecnologias em todo o processo judicial ocorra de maneira imediata ou acrítica. Muito pelo contrário, a grande maioria dos sistemas jurídicos tendem a reagir com cautela a instrumentos probatórios dotados

de elevado potencial persuasivo, especialmente quando tais instrumentos se propõem a acessar dimensões internas do indivíduo.⁵¹

No contexto brasileiro, essa postura de cautela pode ser observada em alguns ramos do direito, funcionando como um excelente parâmetro para a nossa discussão acerca da admissibilidade da ressonância magnética funcional no processo penal brasileiro. Um exemplo é a resistência consolidada da jurisprudência trabalhistas ao uso do polígrafo como meio de prova.⁵² De acordo com João Daniel Rassi, por ser credor de trabalho, o empregador tem a faculdade de intervir na atividade do empregado e disso deriva uma sujeição do trabalhado ao poder de direção do empregador, que se manifesta de três formas: poder de organização, poder de controle e poder disciplinar. O poder de controle permite ao empregador o direito de fiscalizar o trabalho do empregado. A questão que surge em debate é sobre os limites do exercício deste poder de controle, diante de normas constitucionais que protegem a intimidade e dignidade da imagem do trabalhador.⁵³

Dessa forma, embora o polígrafo tenha sido apresentado, em diversos momentos, como instrumento tecnicamente capaz de detectar enganos ou inconsistências discursivas, sua utilização é reiteradamente afastada pelos tribunais sob o fundamento de que viola a dignidade da pessoa humana, a intimidade e a liberdade psíquica do trabalhador. Não se trata de uma não confiabilidade científica dos métodos, mas, sobretudo, sobre uma incompatibilidade entre sua lógica de funcionamento e valores fundamentais que estruturam o processo judicial.

Assim sendo, trazer um paralelismo entre o polígrafo e a possível utilização da fMRI como meio de prova no processo penal é importante, sobretudo quando se cogita o uso da neuroimagem para fins de detecção de mentira ou de avaliação direta de veracidade de declarações.

A experiência norte-americana, tida como referência no debate sobre provas neurocientíficas, também corrobora essa postura prudencial. Apesar de o sistema estadunidense estar alguns passos à frente e apresentar uma maior abertura à inovação probatória, a utilização da neuroimagem em processos penais tem sido limitada e fortemente condicionada a padrões de admissibilidade estritos, como aqueles estabelecidos no precedente *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals*⁵⁴. O chamado padrão Daubert rompeu com o modelo anterior, que era baseado exclusivamente no critério da aceitação geral da técnica pela comunidade científica, ao

⁵¹ TARUFFO, Michele. **A prova dos fatos**. São Paulo: RT, 2014, p. 39–41.

⁵² TST. RR 24300-20.2005.5.02.0464, Rel. Min. João Oreste Dalazen, DJ 06/10/2006.

⁵³ RASSI, JOÃO D. **Neurociência e prova no processo penal: admissibilidade e valoração**.

⁵⁴ UNITED STATES SUPREME COURT. **Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc.**, 509 U.S. 579 (1993)

estabelecer que a admissibilidade da prova científica não depende de consenso absoluto, mas da demonstração de um mínimo de confiabilidade epistemológica do método empregado. Para isso, a Corte indicou critérios orientadores que devem ser considerados pelo magistrado, tais como a testabilidade da teoria, a submissão à revisão por pares, a taxa conhecida de erro e o grau de aceitação pela comunidade científica relevante.⁵⁵

Importante destacar que o padrão Daubert não exige certeza científica, tampouco a infalibilidade do método apresentado. O que se demanda é que a prova se fundamente em procedimento metodologicamente controláveis, transparentes e passíveis de refutação. Nesse sentido, o juiz não atua como cientista, mas como garantidor do devido processo legal.

No contexto da ressonância magnética funcional, o padrão Daubert revela-se particularmente útil para diferenciar usos legitimamente admissíveis, como a identificação de lesões cerebrais, disfunções neurológicas ou até mesmo uma análise em grupo sobre determinada amostra de pessoas a fim de inovação legislativa, de aplicações ainda marcadas por um certo grau de incerteza, como a pretensão de inferir estados mentais pretéritos, a exemplo da questão da veracidade de relatou ou da intensão da pessoa no momento do ocorrido. Nesses últimos casos, ainda que a técnica possua respaldo científico em ambiente experimental, sua transposição automática pode violar garantias fundamentais – principalmente o da dignidade da pessoa humana.

Nesse cenário, podemos trazer um caso emblemático da corte estadunidense – caso Jeffrey M. Burns. No referido caso, a identificação de um tumor cerebral por meio de exames de ressonância magnética funcional foi considerada pelo tribunal como elemento relevante para a compreensão do comportamento do acusado, especialmente no que se refere a alterações de personalidade e impulsividade.⁵⁶ Nesse caso, a prova neurocientífica não foi utilizada para afastar automaticamente a imputabilidade penal, tampouco para substituir o juízo normativo de culpabilidade. Ao contrário, foi integrada ao conjunto probatório como dado explicativo, sujeito a ponderação judicial e avaliação conjunta com os demais elementos de prova.

A citação do referido caso no presente trabalho, busca ilustrar que mesmo em sistemas jurídicos com uma maior receptividade à neurociência, a neuroimagem, sobretudo, a ressonância magnética funcional, não assume um papel conclusivo ou soberano na decisão penal. A responsabilização ainda permanece fundada em critérios jurídicos, normativos e

⁵⁵ UNITED STATES SUPREME COURT, **Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals**, op. cit., p. 593–594.

⁵⁶ RASSI, JOÃO D. **Neurociência e prova no processo penal: admissibilidade e valoração**.

valorativos, sendo a prova neurocientífica apenas um elemento a mais, capaz de enriquecer e auxiliar todo o complexo raciocínio judicial.

Portanto, ao traçarmos um paralelo com experiências normativas comparadas temos uma determinada necessidade de conter o entusiasmo tecnológico por meio de filtros jurídicos robustos. Em todos os casos supracitados, percebe-se uma preocupação constante em preservar a centralidade do julgamento humano e a integridade do processo penal. Dessa maneira, a eventual admissibilidade da fMRI deve ser acompanhada de critérios claros, controle judicial feito e respeito intransigente às garantias fundamentais.

5.6. O JUIZ COMO GATEKEEPER DA PROVA NEUROCIENTÍFICA

Como já ficou claro em toda a narrativa do presente trabalho, a complexidade inerente às provas neurocientífica impõe ao magistrado um papel central e indelegável no controle de sua admissibilidade. Diante de técnicas dotadas de elevado grau de sofisticação tecnológica e significativo potencial persuasivo, o juiz assume a função de verdade *gatekeeper*, responsável por filtrar criticamente os elementos probatórios que ingressam no processo, evitando que resultados neurocientíficos frágeis ou inadequados à finalidade probatória influenciem de maneira indevida o convencimento judicial.

O exercício dessas funções não pressupõe que o magistrado detenha conhecimento técnico aprofundado em neurociência, tampouco que atue como cientista. O que se exige é uma postura “vigilante”, orientada pela compreensão de que toda prova científica (e neurocientífica) é mediada por modelos interpretativos, hipóteses e margens de incerteza. Nesse sentido, o juiz deve avaliar se o método ou instrumento empregado possui uma confiabilidade mínima reconhecida, se foi corretamente aplicado no caso concreto e, sobretudo, se é apto a responder à questão jurídica que se pretende esclarecer no processo.⁵⁷

Como já elaborado em tópico único neste trabalho, o principal risco associado à prova neurocientífica não reside propriamente na falsidade dos dados produzidos, mas no chamado efeito de sedução ou de autoridade que tais provas exercem sobre o jogador. A apresentação de imagens cerebrais coloridas, gráficos e linguagem técnica pode gerar uma objetividade e neutralidade científica capaz de obscurecer as limitações metodológicas.

⁵⁷ TARUFFO, Michele. **A prova dos fatos**. São Paulo: RT, 2014, p. 312–315.

Nesse contexto, a atuação do juiz como *gatekeeper* exige a distinção clara entre diferentes planos de análise: o plano científico, o plano probatório e o plano jurídico. Por mais que a ressonância magnética funcional apresente respaldo científico em ambientes experimentais ou clínicos, é necessários que o magistrado indague se os resultados são suficientemente confiáveis para o contexto forense, se respeitam as garantias do contraditório e da ampla defesa e se não promovem uma indevida substituição do juízo normativo por inferências estatísticas ou probalísticas.⁵⁸

A função de *gatekeeper*, portanto, surge como um mecanismo de contenção do entusiasmo tecnocientífico, reafirmando a centralidade do julgamento humano e da argumentação jurídica.

O juiz não abdica de sua função decisória em favor da ciência, mas incorpora criticamente o conhecimento neurocientífico como elemento auxiliar, sujeito à ponderação e à integração com o conjunto probatório.

6. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo central investigar a admissibilidade das provas neurocientíficas no processo penal brasileiro, com especial enfoque na ressonância magnética funcional (fMRI), a partir de uma análise que conjugasse fundamentos dogmáticos do direito probatório, aportes da neurociência contemporânea e limites constitucionais do processo penal democrático. Ao longo da pesquisa, demonstrou-se que a discussão acerca da fMRI não pode ser reduzida a um debate meramente técnico ou tecnológico, mas exige, antes de tudo, uma reflexão aprofundada sobre a própria racionalidade da prova penal, a noção de verdade processual e o papel do juiz na valoração probatória.

Inicialmente, evidenciou-se que o processo penal não busca uma verdade absoluta ou ontológica, mas uma verdade possível, construída a partir das provas produzidas sob contraditório e submetidas a critérios jurídicos de admissibilidade e valoração. A prova, nesse contexto, não é um espelho fiel da realidade, mas um instrumento epistemicamente limitado, voltado à redução do erro judicial. Essa constatação é fundamental para afastar expectativas indevidas quanto à capacidade de novas tecnologias - como a fMRI - de “revelar” a verdade dos fatos ou os estados mentais pretéritos dos indivíduos de forma definitiva.

⁵⁸ JONES, Owen D.; WAGNER, Andrew D.; FAIGMAN, David L.; RAICHLE, Marcus E. **Brain imaging and courtroom evidence: on the admissibility and persuasiveness of fMRI**. *International Journal of Law and Psychiatry*, v. 33, n. 2, 2010, p. 68–70.

Ao abordar os fundamentos da neurociência e do neurodireito, o trabalho afastou deliberadamente leituras reducionistas ou biologicamente deterministas do comportamento humano. Reconheceu-se que determinadas correntes neurocientíficas sustentam a tese de que decisões e ações humanas seriam antecedidas por processos cerebrais inconscientes, o que colocaria em xeque o livre-arbítrio e, por consequência, os próprios fundamentos da responsabilidade penal. Contudo, o presente estudo não compactua com essa perspectiva. Ao contrário, sustenta-se que a neurociência e, especificamente, a fMRI deve ser compreendida como instrumento auxiliar de compreensão do comportamento humano, e não como elemento capaz de substituir juízos normativos, éticos e jurídicos que estruturam o direito penal.

Nesse sentido, a análise da fMRI demonstrou que, embora se trate de técnica sofisticada e relevante para a pesquisa científica e clínica, sua transposição para o processo penal apresenta limites significativos. A fMRI não “lê pensamentos”, não acessa diretamente intenções ou memórias, tampouco permite inferências seguras sobre estados mentais complexos pretéritos de forma individualizada. Seus resultados são estatísticos, probabilísticos e altamente dependentes de desenhos experimentais, pressupostos interpretativos e condições de aplicação que raramente se reproduzem no ambiente forense.

A partir dessa constatação, o trabalho defendeu que a fMRI, no âmbito processual penal, deve ser compreendida como instrumento técnico inserido no contexto da prova pericial, e não como prova científica autônoma ou meio de prova independente. Sua admissibilidade, portanto, não decorre automaticamente do avanço tecnológico, mas deve estar condicionada aos critérios jurídicos tradicionais da prova pericial, bem como aos princípios constitucionais do devido processo legal, da ampla defesa, do contraditório, da dignidade da pessoa humana e da liberdade cognitiva.

A análise do debate comparado — com especial atenção à experiência norte-americana, ao precedente *Daubert* e ao caso *Jeffrey M. Burns* — reforçou essa conclusão. Mesmo em sistemas jurídicos mais abertos à inovação probatória, a neuroimagem tem sido admitida de forma restrita, contextual e não determinante, funcionando como elemento explicativo complementar, e não como fundamento decisório autônomo. O caso *Burns*, em particular, ilustra com clareza que a prova neurocientífica pode contribuir para a compreensão de aspectos do comportamento humano sem, contudo, afastar a imputabilidade penal ou substituir o juízo normativo de culpabilidade.

No plano brasileiro, a ausência de regulamentação específica, a leitura sistemática do art. 369 do CPC, a experiência de rejeição do polígrafo no Direito do Trabalho, a tradição cautelosa do processo penal militar e os recentes debates sobre a coleta de DNA no processo penal

revelam um padrão institucional de prudência diante de provas tecnocientíficas dotadas de elevado poder persuasivo. Esse padrão não representa atraso científico, mas expressão de uma preocupação legítima com a preservação das garantias fundamentais e com a centralidade do julgamento humano.

Nesse cenário, destacou-se o papel essencial do juiz como gatekeeper da prova neurocientífica. Ao magistrado cabe não apenas verificar a existência de respaldo científico genérico, mas controlar rigorosamente a pertinência, a finalidade e os limites do uso da fMRI no caso concreto, evitando extrapolações indevidas e efeitos de autoridade que possam comprometer a racionalidade da decisão penal. Esse controle judicial é condição indispensável para que a prova neurocientífica, se admitida, contribua para a construção da verdade processual sem violar direitos fundamentais.

Conclui-se, portanto, que a fMRI não deve ser rejeitada a priori, mas tampouco pode ser admitida de forma acrítica ou entusiasta. Sua eventual utilização no processo penal brasileiro deve ocorrer de maneira excepcional, criteriosa e constitucionalmente orientada, sempre como instrumento auxiliar da prova pericial, jamais como substituto do juízo jurídico, da responsabilidade moral ou da liberdade humana. O neurodireito, nesse contexto, não representa uma ruptura com os fundamentos do direito penal, mas um campo de diálogo interdisciplinar que, se bem delimitado, pode contribuir para decisões mais informadas, sem abdicar dos valores que sustentam o Estado Democrático de Direito.

Essa postura de cautela crítica, longe de enfraquecer o sistema de justiça criminal, reafirma sua legitimidade, ao reconhecer que nem toda inovação técnica é, por si só, juridicamente desejável, e que a verdadeira evolução do processo penal reside na capacidade de incorporar novos saberes sem abrir mão de seus compromissos éticos, normativos e constitucionais.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, Adalberto José Queiros Telles de Camargo. *Da prova no Processo Penal*. São Paulo: Saraiva, 2006.

ÁVILA, Gustavo Noronha de. *Falsas memórias e sistema penal: A prova testemunhal em xeque*. Rio de Janeiro: Editora Lumen Juris, 2013

BEAR, Mark F. *Neurociências*. 4. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2017. E-book. p.5. ISBN 9788582714331. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582714331/>. Acesso em: 21 nov. 2025

BUXTON RB. *The physics of functional magnetic resonance imaging (fMRI)*. Rep Prog Phys. 2013 Sep;76(9):096601. doi: 10.1088/0034-4885/76/9/096601. Epub 2013 Sep 4. PMID: 24006360; PMCID: PMC4376284.

BUXTON RB. *Interpretação de sinais de neuroimagem baseados na oxigenação: a importância e o desafio de compreender o metabolismo do oxigênio no cérebro*. Front. Neuroenerg. 2010;2:8. doi: 10.3389/fnene.2010.00008.

BRASIL. *Lei nº 15.295, de 8 de janeiro de 2025*. Dispõe sobre a coleta de DNA para fins de identificação criminal. Diário Oficial da União, Brasília, jan. 2025.

CAPEZ, Fernando. *Curso de Processo Penal - 32ª Edição 2025*. 32. ed. Rio de Janeiro: SRV, 2025. E-book.

Cardoso, Renato César. *Neurodireito e neurociência do livre-arbítrio: uma revisão crítica e apontamentos para o Direito Penal*. Revista do Instituto de Ciências Penais, Belo Horizonte, v. 8, n. 1,

ESCHILETTI, Andrea Sartori. *Neuroética e direito penal: um estudo sobre a utilização da prova neurocientífica no processo penal*.

FEIGENSON, Neal. *Brain imaging and courtroom evidence: on the admissibility and persuasiveness of fMRI*. International Journal of Law and Psychiatry, v. 31, 2008.

JONES, Owen D.; WAGNER, Andrew D.; FAIGMAN, David L.; RAICHLE, Marcus E. *Brain imaging and courtroom evidence: on the admissibility and persuasiveness of fMRI*. International Journal of Law and Psychiatry, v. 33, n. 2, 2010

KAGUEIAMA, PAULA T. *PROVA TESTEMUNHAL NO PROCESSO PENAL: UM ESTUDO SOBRE FALSAS MEMÓRIAS E MENTIRAS*. São Paulo: Almedina Brasil, 2021. E-book.

LIBET, Benjamin et al. *Time of conscious intention to act in relation to onset of cerebral activity*. Brain, 1983.

MARCÃO, Renato. *Curso de processo penal*. São Paulo: Saraiva Jur, 2023.

NASCIMENTO, Mariana. *A ressonância magnética funcional e os meios de prova no processo penal*.

NERY JR, Nelson. *Princípios de processo civil na Constituição Federal*. 8. Ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2004.

NUCCI, Guilherme de S. *Código de Processo Penal Comentado - 24ª Edição 2025*. 24. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2025. E-book. p

RASSI, JOÃO D. *Neurociência e prova no processo penal: admissibilidade e valoração*.

TARUFFO, Michele. *La scienza nel processo: problemi e prospettive*. Revista de processo, São Paulo: Revista dos tribunais, v. 248,

TARUFFO, Michele. *La semplice verità: il giudice e la costruzione dei fatti*. Bari: Laterza, 2009.

TARUFFO, Michele. *La semplice verità*. Bari: Laterza, 2009.

TARUFFO, Michele. *A prova dos fatos*. São Paulo: RT, 2014

TARUFFO, Michel. *Processo y Neurociencia*.

TST. RR 24300-20.2005.5.02.0464, Rel. Min. João Oreste Dalazen, DJ 06/10/2006.

UNITED STATES SUPREME COURT. *Daubert v. Merrell Dow Pharmaceuticals, Inc.*, 509 U.S. 579 (1993)

WELLINGTON ATAÍDE ALVES, Fábio. *A RENOVAÇÃO CONCEITUAL DA CAPACIDADE DE CONVENCIMENTO DO JUIZ: UMA CRÍTICA À BUSCA DA VERDADE REAL PELO PROCESSO PENAL*. Revista Digital Constituição e Garantia de Direitos, [S. l.], v. 1, n. 02, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/constituicaoegarantiadedireitos/article/view/4272>. Acesso em: 17 nov. 2025.

Weisberg DS, Keil FC, Goodstein J, Rawson E, Gray JR. *The seductive allure of neuroscience explanations*. J Cogn Neurosci. 2008 Mar;20(3):470-7. doi: 10.1162/jocn.2008.20040. PMID: 18004955; PMCID: PMC2778755.