

MENTES, MÁQUINAS E MÚSICA



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Reitor

ANTONIO JOSÉ DE ALMEIDA MEIRELLES

Coordenadora Geral da Universidade

MARIA LUIZA MORETTI



Conselho Editorial

Presidente

EDWIGES MARIA MORATO

CARLOS RAUL ETULAIN – CICERO ROMÃO RESENDE DE ARAUJO

FREDERICO AUGUSTO GARCIA FERNANDES – IARA BELELI

MARCO AURÉLIO CREMASCO – MARIA TEREZA DUARTE PAES

PEDRO CUNHA DE HOLANDA – SÁVIO MACHADO CAVALCANTE

VERÓNICA ANDREA GONZÁLEZ-LÓPEZ

JOSÉ EDUARDO FORNARI NOVO JUNIOR

MENTES, MÁQUINAS E MÚSICA
Considerações interdisciplinares sobre a ciência,
a tecnologia e a arte da comunicação
expressiva musical

EDITORA
UNICAMP

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO
SISTEMA DE BIBLIOTECAS DA UNICAMP
DIVISÃO DE TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO
BIBLIOTECÁRIA: MARIA LÚCIA NERY DUTRA DE CASTRO – CRB-8ª / 1724

N859m Novo Junior, José Eduardo Fornari
Mentes, máquinas e música : considerações interdisciplinares sobre a ciência, a tecnologia e a arte da comunicação expressiva musical / José Eduardo Fornari Novo Junior. – Campinas, SP : Editora da Unicamp, 2024.

1. Música e ciência.
2. Musicologia.
3. Música – Tecnologia.
4. Música – Estudo e ensino – Técnicas digitais. I. Título.

CDD – 780.1
– 780.721
– 781.34
– 780.7

ISBN 978-85-268-1630-5

Copyright © José Eduardo Fornari Novo Junior
Copyright © 2024 by Editora da Unicamp

As opiniões, hipóteses, conclusões e recomendações expressas neste livro são de responsabilidade do autor e não necessariamente refletem a visão da Editora da Unicamp.

Direitos reservados e protegidos pela lei 9.610 de 19.2.1998.
É proibida a reprodução total ou parcial sem autorização, por escrito, dos detentores dos direitos.

Foi feito o depósito legal.

Direitos reservados a

Editora da Unicamp
Rua Sérgio Buarque de Holanda, 421 – 3ª andar
Campus Unicamp
CEP 13083-859 – Campinas – SP – Brasil
Tel.: (19) 3521-7718 / 7728
www.editoraunicamp.com.br – vendas@editora.unicamp.br

SUMÁRIO

Prefácio.....	7
1. A mente humana.....	9
2. A mente social	12
3. As máquinas da mente	18
4. Os sentidos da mente	22
5. Absolutamente relativo	33
6. Passado, presente e futuro	40
7. Expectativa e antecipação	45
8. Potenciais cerebrais	47
9. Memórias da mente	51
10. Memória e emoção.....	56
11. Mentes e metáforas.....	61
12. Atenção e consciência	65
13. Modelos mentais	71
14. Mentes que mentem.....	79
15. Emovere	85

16. Sentir e perceber	92
17. Ouvindo ondas acústicas	97
18. Localizando sons	113
19. Vibrações externas	115
20. Arte e artefato	121
21. Artes musicais	124
22. Esforço, artefatos e arte	130
23. Tecnologia da arte	134
24. Artefatos e afetos	138
25. Contínuo e discreto	144
26. Real e virtual	148
27. Imaterialidade informacional	151
28. Modelos determinísticos, estatísticos e adaptativos	153
29. Medo da máquina	157
30. Tempo e duração	160
31. Registrando o intangível	164
32. Arte processual	170
33. Efemeridade tecnológica	173
Bibliografia	177

PREFÁCIO

Este livro foi inicialmente concebido com o objetivo de tratar da intersecção e da interveniência entre estas três áreas do conhecimento humano as quais eu tenho estudado e ensinado ao longo das últimas décadas: a música, as suas tecnologias e os seus processos perceptuais, cognitivos e emotivos. A música, juntamente com a linguagem, compõe as duas formas de comunicação sonora essencialmente humanas. Não existem registros históricos de comunidades que não apresentassem ambas. A linguagem, por ser a comunicação sonora predominantemente lógica e estruturada, é mais fácil de ser entendida pela filosofia e estudada pelas ciências. Já a música é mais intangível e inefável, nós a sentimos, mas temos dificuldade de explicar sua real importância, apesar de se expressar pela tecnologia de cada época (o que, arqueologicamente, deixou suas “pegadas” que possibilitaram o estudo de sua origem e o seu desenvolvimento). A mente se expressa através da linguagem e da música, em duas formas distintas, porém complementares e processualmente compartilhadas de expressão. Esta foi a motivação para compor este trabalho: fornecer um rápido panorama sobre algumas das veredas da essencial função da mente humana na sua manifestação expressiva musical amparada pela tecnologia.

A fim de facilitar a escrita e evitar problemas de diagramação, optei por utilizar uma forma de notação textual para fórmulas matemáticas.

Por exemplo, “3/4” significa “3 dividido por 4”, do mesmo modo que “10⁻²” significa “10 elevado a -2” (ou seja, 0,01). Optei também por não utilizar figuras neste trabalho, a fim de fortalecer as explicações que procurei oferecer da melhor maneira que pude somente através do texto e desse modo também instigar a curiosidade dos leitores de buscarem por si próprios mais referências em outras fontes, tanto as que citei na bibliografia, como as muitas outras que se encontram nas bibliotecas físicas ou virtuais da internet (estas inclusive recheadas de recursos audiovisuais). Com isso espero ter contribuído para o estudo e a divulgação do conhecimento dessa área de pesquisa, que se aproxima e dialoga com as grandes áreas da musicologia sistemática, da psicologia musical e da psicoacústica.

Agradeço à Universidade Estadual de Campinas, a seu Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora (Nics) e à equipe da Editora da Unicamp envolvida na produção deste livro.

A MENTE HUMANA

A mente humana sempre foi objeto de inspiração, estudo e interesse de diversos campos do conhecimento humano, das ciências às artes, da filosofia à matemática, da psicologia à fisiologia, da cognição à neurociência. No entanto, não existe uma definição consensual do que é mente. Johann W. Goethe, escritor do século XVIII, disse que “a mente humana não está confinada a qualquer limite”. Gottfried W. Leibniz, matemático do século XVII, disse que “música é o prazer que a mente humana sente ao contar sem perceber que está contando”. Muito antes de ambos, no século I, o sábio imperador romano Marcus Aurelius disse que, apesar de não termos controle sobre eventos externos, todos nós temos controle sobre a nossa mente, arrematando com o aforismo “perceba isto e você encontrará poder”. Um antigo ditado, de autoria desconhecida, diz que “a mente parece ter uma mente em si própria”, o que se aproxima do “argumento do homúnculo”; um pequeno indivíduo fictício que vive dentro da mente de cada um de nós, que observa e controla nossas ações. Recursivamente, dentro da mente desse homúnculo, também existe um outro homúnculo, que cumpre o mesmo papel, e assim por diante, estendendo-se ao infinito. Esse argumento, apesar de falacioso, é uma prova da dificuldade estrutural que se tem de compreender o que é a mente humana.

Apesar de a mente estar associada diretamente com a individualidade, muitas vezes nos referimos à nossa própria mente como algo destacado de nós; como se esta não correspondesse

diretamente à nossa individualidade. A meu ver, a mente é, antes de mais nada, um evento constituído pelo conjunto de processos cerebrais responsáveis pela coleta, manipulação e até mesmo geração de informação, como é o caso da nossa consciência. Desse modo, o que compõe a mente não é material, mas informacional. Essas atividades implicam capacidades mentais específicas de percepção (sensação), cognição (identificação) e afeto (evocação de emoções). Tais capacidades permitem o desenvolvimento de competências mentais específicas, fundamentais à nossa sobrevivência, tais como: a atenção, o modelamento de aspectos da realidade observada e a capacidade de decisão. Essas atividades convergem nas faculdades mentais que são geralmente definidas por suas atuações e atribuições genéricas, tais como a criatividade, a inteligência e a consciência. É, assim, difícil localizar onde está a mente, como esta se relaciona com o que de fato sentimos ser ou mesmo quais são os processamentos cerebrais que constituem o conjunto de atividades que rotulamos como “mente”.

A ciência costuma orbitar na conceituação de que o processamento das atividades cerebrais que vêm a constituir a mente ocorre única e exclusivamente dentro do cérebro de cada indivíduo. Assim, a mente, como resultado do processamento informacional da máquina cerebral, é tão dependente do cérebro quanto a execução de um *software* (um programa de computador, de natureza puramente informacional e processual) é dependente de seu *hardware* (parte material desse computador, composta de processadores, memórias e periféricos físicos que constituem o que se chama de “máquina”). No entanto, é óbvio que cada indivíduo humano não é uma ilha isolada, mas sim parte integrante e interativa de uma sociedade que se organiza em diversos níveis estruturais e hierárquicos, formada por uma população de indivíduos similares, porém nunca idênticos, direta ou indiretamente interdependentes. Estes podem compartilhar similaridades em termos de características físicas (ex.: étnicas, etárias), comportamentais, culturais, econômicas e até dogmáticas. Graças aos adventos da

linguagem e da música (duas atividades encontradas exclusivamente e ubiquamente em todas as culturas humanas), a influência, a permeância e a fluidez dos processos culturais é astronomicamente superior a qualquer outra espécie animal, estendendo-se pelas diversas camadas e intersecções de nossas comunidades de origem e convívio social, desde a família, a vizinhança, a nacionalidade até a humanidade como um todo. Desse modo somos também influenciados pelas culturas de outras comunidades, distantes e distintas, tanto no espaço (geográfico) quanto no tempo (a influência de culturas do passado, especialmente as que deixaram registros históricos). Nós recebemos e transmitimos influências de outras comunidades, na forma de novos conhecimentos, hábitos e padrões de comportamento. O advento das notações textual e musical (ambas supostamente originadas há mais de 5 mil anos, na Mesopotâmia) é considerado o marco que delinea a separação de pré-história e história, pois, a partir da notação, foi possível que mais padrões culturais fossem registrados, intensificando a composição e o conhecimento desenvolvido pela cultura de muitas civilizações, tanto em termos de ciência quanto de arte. A mente pode, assim, ser entendida, a meu ver, como a ocorrência individual de um fenômeno social.

A MENTE SOCIAL

Todo indivíduo descende de uma comunidade. Esta exprime regularidades e particularidades em termos de padrões socioculturais que a caracterizam e conseqüentemente impregnam o *modus operandi* dos indivíduos que dela originam. Tais padrões são encontrados nos traços étnicos e biológicos, na maneira de falar (sotaques, expressões, gírias), em padrões recorrentes do gestual, na maneira de se vestir, nos modos mais frequentemente escolhidos de entretenimento, nas referências de ideais a serem alcançados, nos sonhos e temores, nas definições de sucesso, bem como nas representações de predileção e destaque social. Esses padrões acabam sendo espontaneamente exprimidos nas manifestações artísticas dessa comunidade que, ao longo do tempo, gera, mantém e extingue manifestações artísticas e gêneros musicais. Os padrões recorrentes dos aspectos comunitários acima mencionados são fatores intervenientes que se amalgamam nos gêneros musicais de uma comunidade. A etnomusicologia é a ciência que estuda a relação entre música e sociedade, tanto no sentido da musicologia (da sociedade para a música) quanto da antropologia (da música para a sociedade). Como processo dinâmico, gêneros musicais evoluem, especialmente quando se trata da música popular, seja esta gerada espontaneamente ou artificialmente, por meio da ação (conforme definida por Theodor Adorno) da “indústria cultural”, que molda, promove e mercantiliza o que é aqui chamado de música

comercial, ou simplesmente “pop”. No caminho reverso, a música é também estudada pela sua função no desenvolvimento filogenético da nossa espécie.

Conforme mencionado no livro *Descent of Man*, de Charles Darwin, a música é para o autor um possível traço evolutivo que pode ter se originado das distintas vocalizações de diferentes rituais sociais, como os rituais de acasalamento. Darwin cita que algumas espécies de primatas, que ele mesmo observou, utilizam uma variedade de vocalizações regulares e distintas (similares a manifestações musicais) para expressar diferentes tipos de emoções, como o amor, o ciúme e o triunfo.

Os fatores socioculturais que definem uma sociedade podem ser identificados pelo termo “*meme*”, cunhado por Richard Dawkins e inicialmente apresentado em seu livro *The Selfish Gene*. Esse termo foi inicialmente definido como um correspondente sociocultural do gene na biologia – menor unidade informacional do genoma (o mapa genético) de um indivíduo, formado pela combinação e mutação do genoma de seus pais. Em teoria, o *meme* segue regras similares de reprodução (mutação e recombinação) e seleção (adequação à pressão do meio) daquelas que regem os genes. Da mesma forma que os genes representam e propagam conteúdos informacionais da constituição física dos indivíduos de uma espécie, os *memes* representam e propagam conteúdos informacionais da cultura de uma comunidade. Desse modo, a ação do processo darwiniano de reprodução gera novos *memes* através da combinação e da mutação de *memes* mais antigos. Um processo memético de seleção natural trataria de eliminar os *memes* menos adequados ou menos representativos da atualidade daquele nicho cultural, o que viria a constituir a evolução natural de uma cultura. Num nível mais aprofundado, poderíamos entender o *meme* como “signo”, conforme definido pela teoria semiótica de Charles S. Peirce. Para este, um signo é uma possível representação genérica de um objeto físico ou mesmo informacional (como um conceito), que é

codificado por um interpretante, o qual, ao perceber esse signo, pode gerar um novo signo, similar ao anterior, mas nunca idêntico. Peirce organizou os signos em três categorias: *firstness*, que trata dos signos “monádicos” (das qualidades, onde estão os sentimentos, as intuições, as possibilidades); *secondness*, que trata dos signos “diádicos” (das reações e correlações, onde se encontram a atenção, a identificação e a discriminação); e *thirdness*, que trata dos signos “triádicos” (das relações entre signo, objeto e interpretante; que constituem as “leis”, os “hábitos”, e os “dogmas”).

Pode-se dizer que percebemos o mundo através das informações sensoriais percebidas (*firstness*) e processadas pela mente (*secondness*) com base em conceitos preestabelecidos, amalgamados pela memória (*thirdness*), em conceitos que nos foram transmitidos “memeticamente” pela sociedade da qual fazemos parte e com a qual interagimos. Isso nos permite, por exemplo, reconhecer objetos, lugares, caminhos e pessoas; identificar os sons que representam a linguagem, desde os significados das palavras (semântica) até a coerência de suas estruturas (sintaxe); identificar emoções e suas intenções, em frases, expressões faciais, entonações de voz e gestos; modelar e modular o modo de reagir, agir e interagir em sociedade, com, para e por outros indivíduos.

Ao sermos ensinados por outros indivíduos ou ao aprendermos através da observação de circunstâncias recorrentes, a nossa mente também tenta autonomamente conhecer mais detalhes do que está sendo transmitido, criando predições de possíveis ocorrências futuras. Isso é feito através da associação mental dos signos de uma nova informação com signos de informações anteriores, numa tentativa autônoma da mente de identificar similaridades que atestem, validem e completem um novo conhecimento; ou então de identificar discrepâncias, contradições ou paradoxos e, assim, refutar ou contrariar a aquisição de uma nova informação. Por uma questão de sobrevivência, a mente evoluiu no sentido de ser primordialmente pessimista. Num cenário competitivo, onde provavelmente ocorreu a origem e grande

parte da evolução humana, é normalmente mais danoso aceitar como verdade uma fálacia do que desconsiderar uma possível verdade. Um hominídeo, em campo aberto, que, por exemplo, observasse os galhos de um arbusto se movimentarem sem que houvesse uma razão evidente para tal, teria mais chance de sobreviver sendo pessimista ao considerar a possibilidade de um eventual predador (como um grande felino) ser o causador dessa inesperada ação, em vez de simplesmente considerar que os galhos estão se movendo pela ação de algum animal inofensivo ou por uma lufada de vento. No entanto, se a mente fosse completamente pessimista, novas oportunidades decorrentes de riscos (experimentar alimentos desconhecidos, explorar novos territórios, inovar as técnicas de manufatura de artefatos) nunca seriam testadas. Novas conquistas não seriam alcançadas, e a evolução social da espécie provavelmente seria estancada, o que impediria ou dificultaria a sua adaptação a mudanças impostas por novos fatores ambientais (como uma grande mudança climática). Cabe à mente de cada indivíduo tentar encontrar o melhor equilíbrio entre a sua tendência inata de descartar uma possibilidade nova, com base no cenário conhecido de necessidades e oportunidades, e o custo, diante de um eventual benefício, de testar uma nova possibilidade. Essa temperança ocorre mais em nível social do que individual, sendo que indivíduos apresentam naturalmente uma considerável (e oportuna) variabilidade em suas predisposições para se arriscar ou se proteger. A adolescência é uma fase da vida em que a mente do indivíduo é naturalmente mais predisposta a tolerar riscos, sendo que a infância e a velhice são fases naturalmente mais conservadoras. A necessidade imposta a um indivíduo ou a uma sociedade, em termos de guerras, revoltas, cataclismos e demais acidentes, certamente lhe traz desconforto e sofrimento, mas estes têm sido comprovadamente essenciais para um impulso à cooperação, à inovação, ao desenvolvimento social e à criatividade.

Um recém-nascido, com poucos dias de vida, pode entender rapidamente que, ao chorar, sua mãe, ou seu cuidador, provavelmente

vai ajudá-lo. Pela simples constatação de regularidades, a mente aprende a agir e a interagir com seu meio. O psicólogo James J. Gibson criou o conceito de *affordance*, que trata do reconhecimento intuitivo de ações possíveis, de acordo com a necessidade e a possibilidade do meio. Durante a infância, que é uma fase predominantemente intuitiva, o indivíduo detecta as *affordances* do seu meio, composto de objetos ativos e passivos. Nesse processo, o indivíduo aprende, por exemplo, a linguagem de sua comunidade, inicialmente a partir da simples tentativa de repetição da sonoridade das vozes que escuta regularmente. Ao estabelecermos em nossa mente uma gama de conteúdo informacional suficientemente complexa e abrangente para ser expressa na forma de padrões de comportamento, sedimentamos e expressamos o que chamamos de personalidade. Então, passamos a transmitir e receber conceitos de outros indivíduos, perpetuando, assim, um fluxo informacional contínuo, em nossa comunidade, dinamicamente constituindo e mantendo a sua cultura.

O controverso bioquímico de Cambridge Rupert Sheldrake, em seu livro *The Science Delusion*, lançou uma polêmica lista de dez “dogmas” da ciência da atualidade. Segundo ele, a ciência tem aceitado como fatos inquestionáveis princípios que ainda não foram cabalmente comprovados (ou refutados) experimentalmente. Entre estes, destaca-se o fato de que a ciência toma como verdade o princípio de que a mente humana ocorre apenas e tão somente dentro do cérebro do indivíduo, na forma do conjunto das atividades processuais cerebrais (*Minds are inside heads and are nothing but the activities of brains*). Outro “dogma” da ciência, segundo Sheldrake, é considerar que a nossa memória seja acumulada de modo físico e que desapareça após a morte (*Memories are stored as material traces in brains and are wiped out at death*). A teoria da memética, de uma certa forma, mesmo que sem intenção, rejeita esse dogma da localidade da memória ao propor um modelo, ainda que incipiente, da possível existência de uma “mente coletiva” formada pelo correspondente informacional social à genética

individual, que se externaliza do indivíduo e é transmitido e perpetuado em sua espécie, transpassando as fronteiras no tempo e no espaço de sua comunidade. Pode-se, assim, inferir a eventual existência de outras formas de registro social de informações coletivamente desenvolvidas, em que uma mente social, com um “inconsciente coletivo” (conforme proposto por Carl Jung, que o compara à “alma da humanidade”), bem como o “consciente coletivo” (conforme sugerido por Émile Durkheim, como “a totalidade de crenças e sentimentos da maioria dos indivíduos de uma sociedade”), possa existir e dinamicamente se desenvolver, ainda mais rapidamente na atualidade, com as contemporâneas tecnologias de informação e comunicação digital, que navegam e habitam o *cyberspace* da internet.

Ao que parece, pelo menos uma parte da nossa “mente” existe e opera na fronteira informacional de constante coleta, transporte e registro de dados entre o mundo externo e o nosso cérebro. A estrutura mental, formada e dinamicamente mantida pelo incessante ruminar informacional daquilo que percebemos, predizemos e intuímos, constitui o que chamamos de “realidade”, constantemente gerada, validada e reconstituída pelo contínuo fluxo de informação fornecido pelos nossos sentidos, transportados via nervos aferentes ao cérebro, expressado por nossos músculos através de nervos eferentes, que é, até onde se sabe, sua única forma de atuação no mundo externo.

3

AS MÁQUINAS DA MENTE

O cérebro humano é fonte de inspiração para diversos modelos matemáticos e computacionais. É considerado o órgão mais complexo do nosso corpo e um dos sistemas naturais mais intrincados de que se tem conhecimento. O cérebro é formado principalmente por neurônios e células gliais, em proporções semelhantes. Os neurônios são considerados as unidades básicas de processamento da informação. Sua estrutura assemelha-se à de uma árvore, onde a copa representa o corpo celular (ou “soma”), os galhos assemelham-se a seus “dendritos”, o tronco, ao “axônio”; e as raízes, a seus “terminais”. Quando os dendritos são estimulados quimicamente, por meio de um “neurotransmissor” (uma classe de componentes químicos endógenos), o corpo celular desse neurônio pode vir a disparar uma sequência de descargas elétricas que percorrem seu axônio, sempre na direção do soma ao terminal. Esse fenômeno é conhecido como “potencial de ação”, com variação de tensão da ordem de 0,1V e na velocidade que varia de 0,5 a 150 m/s. Ao chegar ao terminal desse neurônio transmissor, o potencial de ação libera neurotransmissores na forma de gotículas que atingem os dendritos de neurônios vizinhos (chamados de neurônio alvo), o que desencadeia um novo potencial de ação, que propaga a informação neural na forma de um novo potencial de ação. O espaço (ou fenda) entre o terminal do neurônio transmissor e os dendritos do neurônio alvo, onde ocorre a liberação de neurotransmissores, é chamado de

“sinapse”. A transmissão da informação na sinapse ocorre de forma bem rápida, na ordem de 1 milésimo de segundo.

Já foram catalogados mais de cem tipos distintos de neurotransmissores, que são divididos em duas categorias: excitatórios e inibitórios. Alguns deles, como a dopamina (relacionada aos mecanismos cerebrais de recompensa ou prazer), podem cumprir ambas funções, dependendo do neurorreceptor (estrutura na membrana celular sensível à ação do neurotransmissor) que é estimulado no neurônio alvo.

Neurônios não existem apenas no cérebro, mas em todo o corpo. O tamanho do corpo celular de cada neurônio varia significativamente (em cerca de 25 vezes) dependendo de sua região de atuação. O corpo celular de um neurônio do sistema motor pode chegar a medir 0,1 mm em diâmetro, e o seu axônio pode chegar a ter comprimento de 1 metro, que são aqueles que constituem o nervo ciático. O corpo celular de um neurônio cerebral mede aproximadamente 0,004 mm (ou seja, 4.10^{-6} m) de diâmetro, com axônios de comprimento menores do que 1 mm. No cérebro, o corpo celular dos neurônios constitui a chamada “massa cinzenta”, enquanto seus axônios constituem, em sua maioria, o que se chama de “massa branca” (formada por axônios mielinizados, ou seja, cobertos pela “bainha de mielina”, que os isola e torna mais rápida a propagação do potencial de ação). Diz-se que a massa cinzenta representa o “processamento” neural, enquanto a massa branca representa a “transmissão” dessa informação. Conforme mencionado, além dos neurônios, o cérebro também possui uma ampla quantidade de “células gliais”. Uma de suas funções é fornecer a mielina, um tipo de gordura branca que constitui as “bainhas de mielina”, que formam a “massa branca” do cérebro. Apesar de se apresentarem em número aproximadamente igual ao dos neurônios, as células gliais ocupam cerca de 90% da área de todo o cérebro e são responsáveis por realizar funções estruturais e metabólicas fundamentais para a manutenção da atividade cerebral.

O cérebro humano consome aproximadamente 25% de toda a energia corporal, em estado de repouso. De acordo com estudos conduzidos pela médica brasileira Herculano-Houzel, em 2005, o cérebro humano possui, em média, 86 bilhões de neurônios. Também em 2005, David Drachman publicou um artigo divulgando que o número de neurônios localizados no neocórtex (região periférica do cérebro, responsável por funções superiores, tais como percepção sensorial, movimento corporal, raciocínio espacial, linguagem, atenção e consciência) de um cérebro humano normal é em torno de 20 bilhões.

Cada neurônio pode se comunicar, através de sinapses, com cerca de outros 7 mil neurônios. Tais ligações não são permanentes, mas dinamicamente estabelecidas, mantidas e desfeitas. Acredita-se que cada neurônio do cérebro pode se comunicar com outro em até 6 graus de distância sináptica. É interessante notar que “seis” (conhecidos intermediários) é também o suposto grau máximo de distância entre dois indivíduos quaisquer no globo, também conhecido como “teoria dos seis graus de separação”. Esse conceito surgiu pela primeira vez no conto “Correntes”, de Frigyes Karinthy, e mais tarde foi, de certa forma, constatado em estudos empíricos, tais como o de Leskovec e Horvitz, de 2007, intitulado *Planetary-Scale Views on an Instant-Messaging Network*.

Tais como as sinapses neurais, nós, ao longo da vida, também nos conectamos e desconectamos de outras pessoas, seja em termos de relacionamentos de amizade, profissionais ou românticos. Da mesma forma que no cérebro, essa dinâmica social garante uma determinada plasticidade informacional da cultura humana. No entanto, os neurônios que constituem nosso cérebro realizam esse processo numa escala assombrosamente superior à dos relacionamentos na humanidade. Em 2017, no seu auge, o Facebook (www.facebook.com), considerada na época a maior rede social da internet, registrou mais de 2 bilhões de usuários. Nesse mesmo ano, a média de conexões (as chamadas “amizades”) ultrapassou o número de 200 por usuário.