

Wilder Penfield

O.M., LITT.B., M.D., F.R.S.

O mistério da mente

Um estudo crítico da consciência e do cérebro humano.

Prólogo por Charles W. Hendel

Introdução por William Feindel

Reflexões por Sir Charles Symonds

ATHENEU EDITORA SÃO PAULO
EDITORA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

1983

4

Organização Motora-Voluntária e Sensorial

Eis então, um breve resumo dos mecanismos sensorial e motor e de alguns dos reflexos inatos que desempenham importante papel na *ação integradora* do cérebro do homem e de outros mamíferos. Espero que sirva como uma preparação para alguns leitores e como uma revisão para outros, antes de passarmos a discutir os mecanismos do cérebro que estão mais diretamente relacionados à ação da mente.

O tronco cerebral e a medula espinhal suprem o homem de reflexos inatos, assim como acontece com outros mamíferos. Ambos regulam coisas tais como tono muscular, postura, locomoção, controle de temperatura e ritmo do sono, respiração, tosse (ver Figura 1).

Os hemisférios cerebrais que compõem o telencéfalo, ou cérebro recente, crescem sobre o diencéfalo, o qual pode ser chamado de tronco cerebral alto ou cérebro antigo. Os hemisférios crescem proporcionalmente em tamanho desde os vertebrados

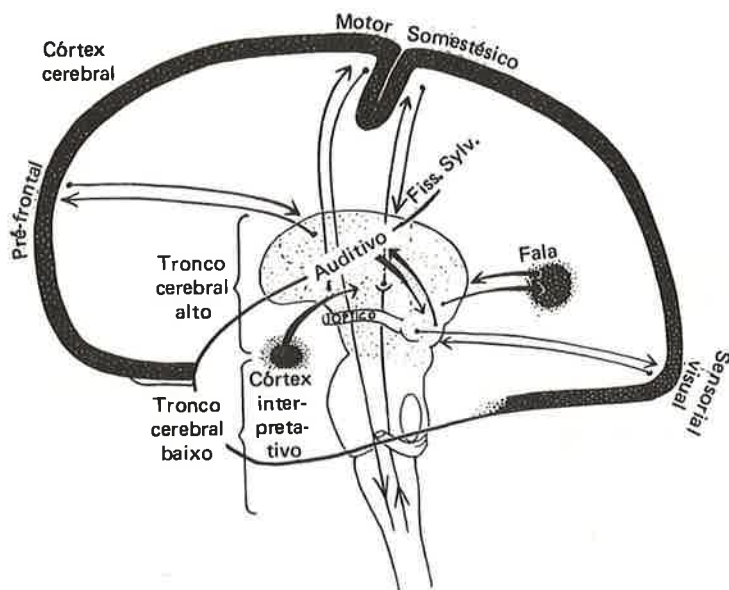


Figura 1. Alguns mecanismos cerebrais.

O traçado em preto mostra o córtex do hemisfério esquerdo do cérebro humano, enquanto o desenho interno nos mostra o tronco cerebral e medula espinhal. A principal direção do fluxo de potenciais elétricos de e para subdivisões da substância cinzenta cortical é indicada pelas setas, em certos mecanismos como: **Motor** — do tronco cerebral alto para o córtex motor e para baixo para as células motoras no tronco cerebral baixo ou medula espinhal, produzindo movimentos voluntários; **Somático-sensorial** — a partir do olho, ouvido, corpo e membros em direção ascendente para o tronco cerebral alto e então, em projeção externa para circunvolução sensorial somática e de volta para o tronco cerebral alto; **Sensorio-visual** — a partir da retina, pelo tronco cerebral (tálamo óptico) para circunvoluções sensoriais visuais do córtex e de volta para o tronco cerebral; **Auditivo** — a partir da orelha interna através do tronco cerebral (corpo geniculado medial), para circunvoluções auditivas de Heschl e de volta para o tronco cerebral alto; **Fala** — a partir do tronco cerebral alto para o córtex da fala e de retorno para este; **Pré-frontal** — a partir do tronco cerebral alto para o

inferiores até ao homem. A entrada de impulsos nervosos que levam a sensação de dor, por exemplo, passa ascendente e internamente, através da medula espinhal e tronco cerebral inferior, em direção a um núcleo de substância cinzenta do diencefalo. Esta é a substância cinzenta-alvo, para a dor. A dor difere de outras formas de sensação, visto que ela não tem projeção para o córtex cerebral. Porém, os outros feixes de fibras que transportam os impulsos sensoriais que serão transformados em sensação discriminatória fazem importantes projeções.

Estes fluxos fornecem informação para a avaliação do tacto, posição, visão, audição, gustação e olfação. Cada fluxo estabelece um primeiro contato celular na substância cinzenta interna do tronco cerebral alto, mas continua (com uma possível exceção do olfato), para projeções para um segundo contato celular na substância cinzenta do córtex cerebral. Daí eles retornam diretamente para o núcleo-alvo de células da substância cinzenta interna do tronco cerebral alto.

O córtex auditivo do homem (giro de Heschl dentro da fissura de Silvio, como mostram as Figuras 1 e 8) organiza-se para servir aos propósitos da sensação da audição. O fluxo de informação neuronal que parte da orelha chega ao tronco cerebral alto e projeta-se para o giro de Heschl. Após um contato celular na substância cinzenta daquela circunvolução, ele flui de volta para o interior do tronco cerebral alto. O mesmo procedi-

córtex pré-frontal e de retorno para este; **Interpretativo** — a seta indica uma parte de um circuito ainda a ser demonstrado por completo. Esta parte, demonstrada pela estimulação através de eletrodos no córtex *interpretativo*, ativa a substância cinzenta, aparentemente localizada no tronco cerebral alto. O resultado é uma evocação de lembranças, a partir de registros de experiências passadas.

De um modo geral, parece que o córtex cerebral desempenha papel na organização da função de cada um destes mecanismos. O tronco cerebral alto inicia a atividade destes mecanismos, ou recebe o fluxo de potenciais elétricos para a posterior ação integradora.

mento é válido para o córtex visual sensorial, como pode ser visto na Figura 1. É uma estação intermediária entre o olho e o tronco cerebral alto.

Neste resumo dos circuitos sensoriais aferentes, não fiz referências à formação reticular no tronco cerebral, descrita por Moruzzi e Magoun. O tempo, sem dúvida, mostrará a importância funcional desse sistema, durante a integração centroencefálica^{8, 9}.

Estudos recentes demonstram que cada entrada sensorial, seja da audição ou visão, ou dos grandes sistemas sensoriais somáticos, origina ramificações colaterais, no seu caminho para o tálamo, o mais alto núcleo do tronco cerebral. Estes colaterais alimentam a formação reticular do tronco cerebral. Isto pode dar à formação reticular meios para a inibição ou reforçamento da chegada das mensagens sensoriais, no que diz respeito à recepção talâmica ou cortical daquelas mensagens.

Tudo isto é parte do sistema centroencefálico de integração funcional, o qual torna possível a reação sensório-motora, assim como também a reação consciente e a atuação planejada.

De um modo geral está claro que, todos os dados sensoriais que podem informar ao indivíduo sobre seu meio-ambiente, são conduzidos, direta ou indiretamente, pelos fluxos aferentes de potenciais elétricos, para a substância cinzenta do tronco cerebral alto. A palavra *aferente* significa conduzir em direção a um objetivo. *Eferente* significa conduzir para longe de uma fonte. Em relação à organização funcional do cérebro, aferente sugere movimento em direção à substância cinzenta do tronco cerebral alto.

Por outro lado, o fluxo de impulsos nervosos que controla a atividade voluntária é eferente. Ele sai através da substância cinzenta no tronco cerebral alto, faz seu próprio contato para fora das circunvoluções motoras do córtex cerebral. Após um contato celular aí, ele passa diretamente para o tronco cerebral baixo e para a medula espinhal para um último contato celular,

antes de alcançar os músculos. Este fluxo motor dirige a atividade motora que pode ser voluntária ou planejada.

As circunvoluções sensoriais e motoras no homem e outros mamíferos estão prontas para funcionar desde o nascimento. A zona hipocampal (veja Figura 8) na subsuperfície de cada lobo temporal, de igual modo está apta para a sua função. Ela desempenha um determinado papel na composição de registro de experiências passadas e na evocação da memória. Por outro lado, algumas das circunvoluções que são utilizadas para aquilo que chamamos de funções psíquicas não estão prontas para suas funções exatas, na hora do nascimento, como será explicado adiante.

5

O Indispensável Substrato da Consciência

Gradativamente vai ficando claro que nas experiências neurocirúrgicas podemos realizar grandes remoções do córtex cerebral sem que a consciência seja abolida. Por outro lado, lesão ou interferência no funcionamento, no tronco cerebral alto, mesmo em pequenas áreas, podem abolir completamente a consciência.

Um convite para proferir uma conferência (Harvey Lecture) na Academia de Medicina de Nova York, deu-me a oportunidade para rever e reconsiderar localizações funcionais, isto em 1938¹⁴. Em resumo a conclusão foi:

“Há evidência de um nível de integração dentro do sistema nervoso central e que é (funcionalmente) mais alto do que aquele encontrado no córtex cerebral, evidenciando uma localização regional do mecanismo neuronal envolvido na integração. Suponho que esta região se localiza não no cérebro novo (o córtex), mas no antigo (o tronco cerebral).

E ainda: *“O indispensável substrato da consciência localiza-se fora do córtex cerebral, provavelmente no diencéfalo (o tronco cerebral alto)”. A compreensão de que o córtex cerebral, ao invés de ser o “cume”, o mais alto nível de integração, seja um nível de elaboração, dividido marcadamente em áreas para funções distintas (sensoriais, motoras ou físicas) representou para mim uma brisa refrescante. Levou as nuvens para longe e eu pude ver que certos *mecanismos cerebrais* entre os quais incluo os da mente, começavam a emergir mais claramente^{15, 16}.*

Mais tarde percebi que o homem possui circunvoluções que são novas, do ponto de vista da evolução, e que não estão relacionadas com a função motora ou sensorial. Elas estão programadas para funcionar após o nascimento. Quando comparado com outros mamíferos, o homem mostra um considerável aumento dos hemisférios cerebrais, em duas grandes áreas: a) pré-frontal e b) temporal, como é visto na Figura 2. Ambas ampliações têm a ver com o que podemos chamar de interações da mente.

a) Pode-se supor algo sobre a função da primeira ampliação mencionada, se ficar determinado que a maior remoção da parte anterior do lobo frontal resulta em defeito na “capacidade do paciente para iniciativas planejadas” (Penfield e Evans²², 1940).

b) A segunda ampliação aumenta os lobos temporais dos homens. Aparecem novas circunvoluções entre o córtex sensorial auditivo e o córtex sensorial visual, reunindo aquelas duas áreas sensoriais na superfície de cada hemisfério e na profundidade das fissuras, e formando um pólo temporal na frente e abaixo.

Quando uma criança nasce, as novas circunvoluções do lobo temporal estão descomprometidas e incondicionais, no que se refere às suas funções. Durante o período inicial de aprendi-

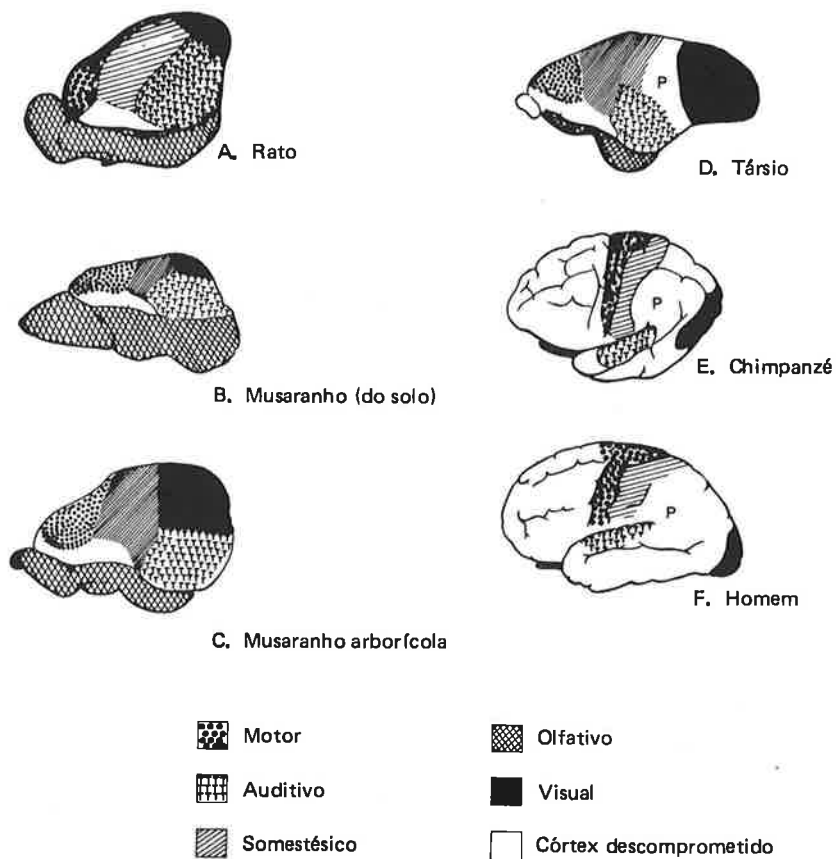


Figura 2. Córtex descomprometido.

Diagramas funcionais do córtex cerebral de alguns mamíferos. Os espaços em branco sugerem a extensão aproximada da substância cinzenta que não está comprometida com a função motora ou sensorial, ao nascimento. No homem, por exemplo, o córtex sensorial-auditivo foi realmente preenchido fora da superfície externa do cérebro dentro da fissura de Sylvius. Agradeço a Stanley Cobb por esta figura.

zagem da infância, algumas dessas circunvoluções serão programadas para a fala, em um lado ou outro, geralmente o lado esquerdo para indivíduos destros. As restantes estarão destinadas para a interpretação da experiência presente à luz de experiência passada. A isto nós chamamos de córtex interpretativo. Estas novas áreas do córtex cerebral, tanto a frontal como a temporal, são utilizadas nos mecanismos da ação da mente após a um período inicial, que podemos chamar de condicionamento ou programação. Isto é o que explicaremos nos capítulos seguintes.

6

O Fluxo de Consciência Eletricamente Reativado

No decorrer do tratamento cirúrgico de pacientes que sofrem de problemas no lobo temporal (ataques epilépticos causados por uma descarga originada naquele lobo), deparamos com o fato de que a estimulação elétrica das áreas *interpretativas* do córtex, ocasionalmente produz o que Hughlings Jackson chamou de “estados oníricos”, ou “crises psíquicas” (Jackson^{3,4}). Às vezes, o paciente informava que tínhamos produzido um dos seus “estados oníricos” e aceitávamos isto como prova de que estávamos perto da causa de seus ataques.*

* A exploração elétrica foi uma orientação particularmente útil para nossos processos cirúrgicos, antes do desenvolvimento da eletroencefalografia e eletrocorticografia.

Em 1935, Herbert Jasper chegou ao Montreal Neurological Institute, trazendo consigo essa nova técnica eletrográfica e sua incalculável colaboração neuro-fisiológica. Esta construtiva cooperação resultou no livro *Epilepsy and the Functional Anatomy of the Human Brain*, em 1954.²⁵

Ficou imediatamente evidente que não eram sonhos. Eram ativações elétricas do registro seqüencial da consciência, um registro que tinha sido delineado durante as primeiras experiências do paciente. O paciente como num “flashback” de um filme “revivia” tudo o que ele tinha ciência daquele primeiro período de experiências.

Numa primeira vez, quando um desses “flashback” foi-me relatado por um paciente consciente (1933), eu não acreditei. Em ocasiões subseqüentes fiquei maravilhado. Exemplo: quando uma mãe contou-me que, quando o eletrodo tocou seu córtex, de repente, ela tomou consciência de que estava em sua cozinha ouvindo a voz de seu filho que brincava fora, no quintal. Ela tomou consciência dos barulhos vizinhos, tais como motores dos carros que passavam e que significavam perigo para o menino.

Um jovem afirmou que estava sentado em uma pequena cidade, em um jogo de beisebol, observando um menino que se arrastava sob uma cerca para juntar-se à platéia. Outro, estava em um concerto, ouvindo música. “Uma orquestração”, explicou ele. Podia ouvir os diferentes instrumentos.

Eram todos acontecimentos importantes, mas lembrados com detalhes completos.

D.F. podia ouvir instrumentos tocando uma melodia. Eu estimulei trinta vezes (!) o mesmo ponto, tentando confundi-la, e ditei cada resposta à uma estenógrafa. À cada vez que estimulei, ela ouviu a melodia. Comecei no mesmo lugar e fui desde o coro até à letra. Quando ela cantou com os lábios fechados em acompanhamento à música o tempo (ritmo) correspondeu ao que era esperado.

Em outros casos, pode-se produzir diferentes “flashbacks” a partir de sucessivas estimulações no mesmo ponto. Talvez eu possa acrescentar realismo se descrever, resumidamente, um caso ilustrativo, embora este já tenha sido publicado.¹⁸ Por causa daqueles que não são médicos, incluirei uma fotografia do paciente em posição de operação.

M.M., uma jovem de vinte e seis anos (Figura 3), sofria de pequenos ataques que começavam com uma sensação de familiaridade seguida por uma sensação de medo e então, por “um

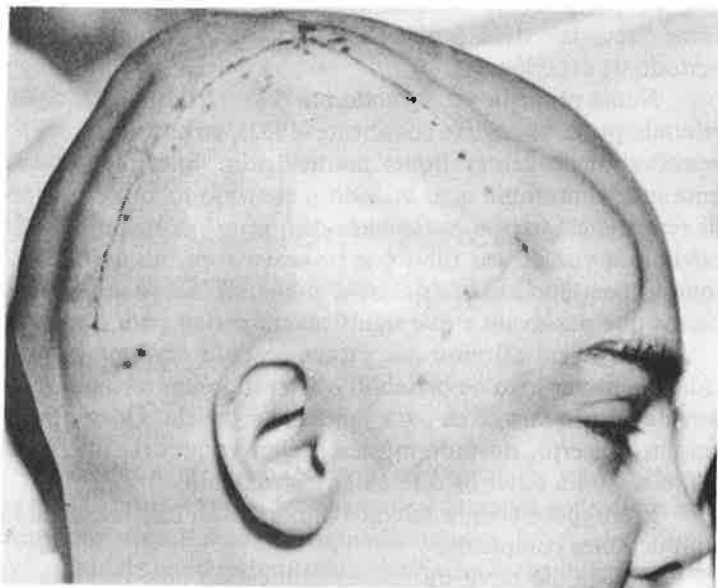


Figura 3. O caso M.M.

A paciente está deitada na mesa de operação. Um analgésico local foi injetado no escalpo e a incisão foi marcada por arranhaduras na pele. Veja bibliografia.¹⁹

Esta fotografia foi incluída para lembrar o leitor que embora cirurgião e paciente estejam ocultos um do outro, durante a operação, por um lençol esterilizado, eles estão perto. Simpatia e compreensão mútua ajudaram esses pacientes a discutirem livremente seus pensamentos e sentimentos durante a estimulação elétrica do cérebro e a remoção das circunvoluções lesadas. Embora o cérebro em si mesmo não seja sensível e não possa produzir dor, as operações, às vezes são longas, perigosas e muito cansativas. O interesse inteligente e relato correto desses, invariavelmente, atenciosos amigos contribuíram grandemente para este estudo da fisiologia da mente.

pequeno sonho” sensações de algumas experiências anteriores. Quando o hemisfério direito estava exposto para a operação, conforme mostra a Figura 4, eu explorei o córtex cerebral com um eletrodo, colocando numerosos quadrados de papel sobre a superfície do cérebro para mostrar a posição cada vez que uma resposta positiva era obtida. No ponto 2 ela sentiu um formigamento no polegar esquerdo; no ponto 3, formigamento no lado esquerdo da língua, no 7, houve movimento da língua. Ficou claro então que o 3 tinha sido colocado na circunvolução sensório-somática e o 7 na circunvolução motora (Figura 5). Fica óbvio então que o 11 marca a primeira circunvolução temporal abaixo da fissura de Sylvius. Meu esboço pós-operatório, visto na Figura 5, mostra a posição de todos os pontos de estimulação

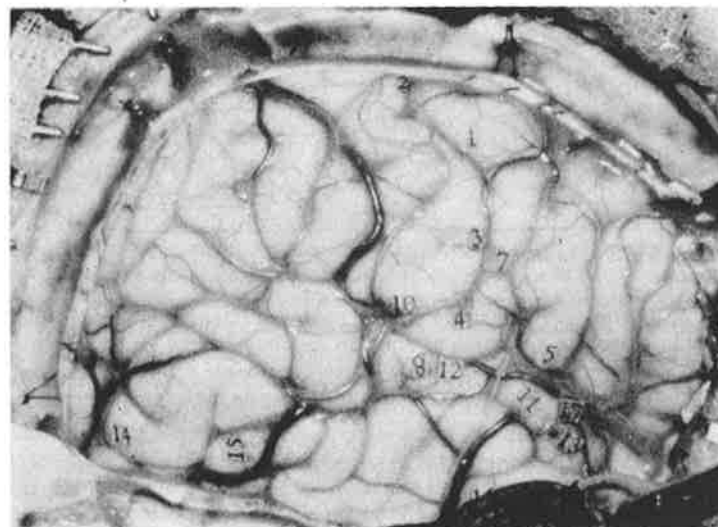


Figura 4. Caso M.M.

Hemisfério direito exposto. Os pontos enumerados assinalam onde houve respostas à estimulação pelo eletrodo do cirurgião.

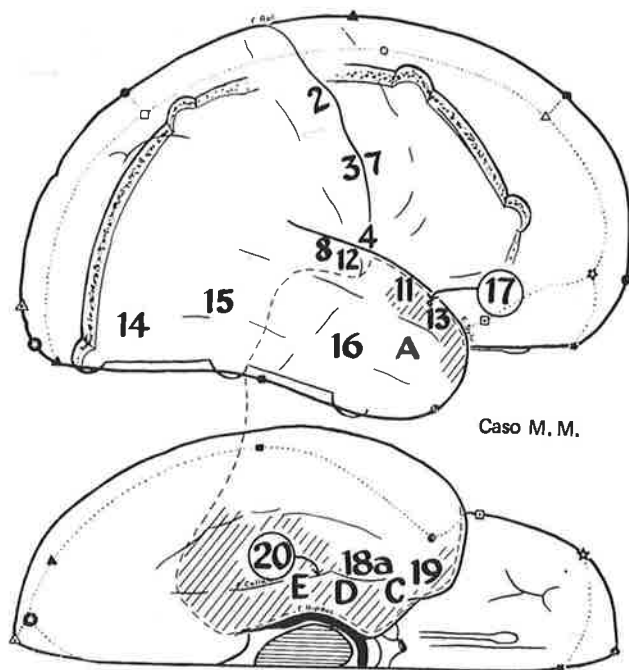


Figura 5. Caso M.M.

Diagrama do campo operatório e pontos de respostas positivas. A linha pontilhada mostra a extensão da remoção do lobo temporal em tratamento da epilepsia focal. O sombreado indica a área de esclerose e atrofia devida, com toda probabilidade, ao pressionamento do cérebro na hora do nascimento.

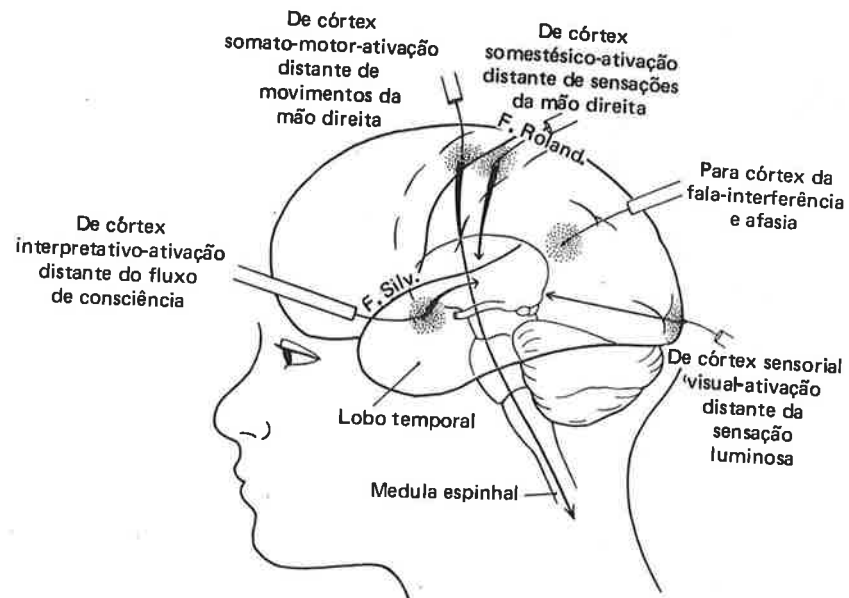


Figura 6. Ativações do Registro do Cérebro da Consciência e alguns outros resultados da Estimulação.

O hemisfério esquerdo do cérebro está contornado, vendo-se atrás o tronco cerebral e medula espinhal, para ilustrar os resultados da estimulação por eletrodo, nas áreas motora, sensorial e naquela que pode ser chamada de psíquica, para a lembrança de experiências passadas. A zona pontilhada sobre cada ponta de eletrodo estimulador (unipolar) sugere a área de interferência na qual a ação local elaboradora cortical é atirada pela interferência elétrica. Além dessa interferência, é descrita uma resposta positiva, a partir de cada um desses eletrodos, exceto uma na área onde se localiza a fala. A estimulação do córtex da fala produz afasia de interferência. Por outro lado, respostas positivas são causadas por condução axonal normal desde as células próximas ao eletrodo até áreas distantes, porém funcionalmente relacionadas. Então, esta resposta ativa é uma ativação fisiológica daquela distante substância cinzenta. No caso de estimulação do córtex *interpretativo*, é ativado então o registro seqüencial dos sucessivos estados de consciência do passado. No caso do córtex motor o alvo da ativação é a substância cinzenta no tronco cerebral inferior ou medula espinhal. No caso das áreas sensoriais o alvo está no tronco cerebral superior.

que resultaram em respostas positivas. Aumentou-se de dois a três volts a corrente estimuladora.

As respostas obtidas do lobo temporal eram “psíquicas” ao invés de sensoriais ou motoras. Eram ativações do fluxo da consciência do passado, como se segue:

11 — “*Eu ouvi alguma coisa, não sei o que era.*”

11 — (repetido sem aviso) “*Sim, senhor, penso que ouvi uma mãe chamando seu filho. Parece ser alguma coisa que aconteceu há anos atrás.*”

Quando pedi para que explicasse, ela disse: “*foi alguém da vizinhança onde eu vivo.*” Então acrescentou que ela própria “*estava em algum lugar bastante próximo para ouvir.*”

12 — “*Sim. Eu ouvi vozes em algum lugar ao longo do rio — uma voz de homem e uma voz de mulher chamando... Penso que vi o rio.*”

15 — “*Apenas um leve “flash” de um sentimento de familiaridade e um sentimento de que eu sabia tudo o que estava acontecendo em um futuro próximo.*”

17 — *(uma agulha isolada, menos na ponta, foi inserida na superfície superior do lobo temporal, profundo na fissura de Sylvius, e a corrente foi ligada) “Oh! tive a mesma lembrança muito, muito familiar, em algum escritório, em algum lugar. Podia ver as escrivainhas. Eu estava lá e alguém estava me chamando, um homem inclinado sobre a escrivainha com um lápis nas mãos.”* Eu ia avisá-la de que ia estimular mas não o fiz. “Nada”

18a — (estimulação sem aviso) “*Tenho uma pequena lembrança — uma cena em jogo — eles estavam conversando e eu pude ver — eu estava apenas vendo em minha memória.*”

Eu ficava assombrado cada vez que meu eletrodo gerava tal resposta. Como podia ser? Isto tinha muito ver com a mente! Chamei tais respostas de “experenciais” e esperei por mais

provas. Entrementes, nos primeiros anos, estivemos muito ocupados traçando as áreas sensorial, motora e da fala do córtex humano.^{29, 30*}

* O primeiro dos livros referidos *The Cerebral Cortex of Man*²⁹, publicado em 1950, foi o resultado de uma revisão atualizada de todas nossas experiências no Montreal Neurological Institute, na maioria resultantes, dos estudos de mapeamentos do córtex com um eletrodo estimulador.

A prova era ampliada por cuidadosas excisões de circunvoluções no tratamento de epilepsia. Theodore Rasmussen, como diretor do Montreal Neurological Institute, continuou estes estudos do córtex sensorial e motor e ainda continua, agora que está aposentado do cargo de diretor, ocupado então por William Feindel.

Na produção do livro *Speech and Brain — Mechanisms*³⁰, em 1959, minha colaboração a Lamar Roberts continuou por um período de dez anos. Mostrava que no adulto, o mecanismo da fala nas três áreas corticais (temporal, inferior e médio-frontal), coordenadas por um centro cinzento centralizado no núcleo talâmico do tronco cerebral alto. A integração deste surpreendente e bem localizado mecanismo de fala, com o *mais alto mecanismo cerebral e o sensorio automático e mecanismo motor*, como será demonstrado nos capítulos seguintes, é realizada por um *sistema coordenador centroencefálico*.

7

Interpretação Fisiológica de um Ataque Epiléptico

Em 1958, após ter acumulado uma considerável experiência clínica, eu reconsiderarei, criticamente, a fisiologia que envolve a exploração elétrica do cérebro humano. Isto foi relatado em uma "Sherrington Lecture".¹⁸ Percebi que quando um eletrodo passa uma corrente pelo córtex cerebral, a corrente interfere completamente na utilização pelo paciente daquela área da substância cinzenta. Em algumas áreas, não há prova de nenhum outro efeito. Assim, por exemplo, a Figura 6 mostra que um eletrodo em uma das três áreas do córtex da fala causa afasia. Porém, em outras áreas, como está explicando no Quadro I, a estimulação resulta em uma resposta positiva. Tais respostas positivas são produzidas não por ativação da substância cinzenta local próxima ao eletrodo, mas por condução neuronal ao longo de axônios isolados para uma área distante da substância cinzenta, que está além da influência interferente da corrente do eletrodo.

Respostas positivas a descarga epiléptica ou estimulação elétrica do córtex cerebral

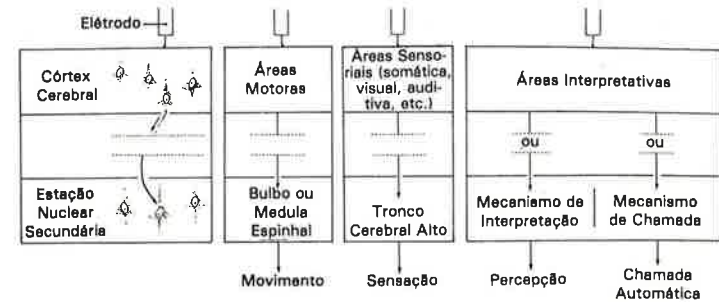


Tabela 1. Respostas positivas.

A estimulação elétrica (ou descarga epiléptica) interfere localmente com a função da substância cinzenta. Ela produz uma resposta ativa somente quando o eletrodo é aplicado numa área do córtex cerebral a partir da qual a condução axonal através de um trato funcional normalmente ativa alguma estação nuclear distante. Respostas corticais podem ser de quatro tipos: movimentos musculares, sensações, percepção interpretativa e atualizações de experiências conscientes.

Deixe-me repetir: A ativação é da substância cinzenta distante. Veja na Figura 6 as estimulações do córtex motor, córtex sensorio somático e córtex sensorio visual. Há sempre interferência no uso normal da substância cinzenta local. Se houver uma resposta positiva é devida à ativação funcional da substância cinzenta distante. Conseqüentemente, quando o eletrodo é aplicado na área da mão, no córtex motor, os movimentos delicados da mão, que o córtex possibilita são paralisados, porém, a posição secundária da substância cinzenta, na medula espinhal é ativada e, são realizados movimentos grosseiros, tais como os de agarrar, movimentos estes que as crianças são capazes.

Em epilepsia clínica, a descarga espontânea ocorre, na grande maioria dos casos, ou na substância cinzenta do córtex, ou no núcleo cinzento do tronco cerebral alto.

Nunca ocorre na substância branca. Se ocorre na chamada área silenciosa do córtex, pode não haver manifestação, a não ser que seja feito um eletroencefalograma.

Em qualquer ataque, a descarga focal começa em alguma região localizada da substância cinzenta. Se ocorrer uma manifestação positiva, esta é produzida, como no caso da estimulação elétrica (veja Quadro I) por condução axonal a distância. É devida, então, à ativação neuronal de alguma região nuclear secundária distante (ver Figura 6). Uma descarga epiléptica continua até que as descargas dos neurônios localizados estejam esgotadas. A resposta distante secundária, que é produzida, também os fazem cessar, porém, a interferência paralítica localizada na área primária de descarga continua mesmo após a paralisação da descarga, até à recuperação das células esgotadas.

A resposta distante, se houver, é um fenômeno fisiológico e cessa, como eu disse, tão logo cesse a condução axonal.

Na exploração elétrica, há sempre um perigo que é o da estimulação pelo eletrodo trazer para a córtex uma corrente muito forte. A substância cinzenta local entra então em descarga epiléptica. Quando o eletrodo é retirado há uma pós-descarga e uma crise local. Corre-se então um segundo risco, ou seja, pode ocorrer na condução axonal que a partir da substância cinzenta local atinja alguma substância cinzenta distante, um aumento tal que seja suficiente para tornar-se um bombardeamento e produzir assim uma segunda explosão epiléptica.

O alastramento da descarga local em qualquer ataque pode ocorrer de duas maneiras: ou (1) por uma "marcha jacksoniana" dentro da substância cinzenta contígua, ou (2) à distância (como foi explicado), por condução neuronal para área funcionalmente relacionada à substância cinzenta. O alastramento da descarga

e, portanto do ataque epiléptico, ocorre quando tal condução transforma-se em um violento bombardeamento. A ativação fisiológica da substância cinzenta distante é então substituída por descarga naquela área distante. Isto causa uma nova interferência funcional local à distância, ao invés de ativação*.

* Se esta afirmação for verdadeira, de acordo com os princípios fisiológicos que envolvem os ataques epilépticos, e eu acredito que o seja, ela reclama a atenção cuidadosa por parte dos médicos e eletroencefalografistas.

8

Uma Concepção Antiga Sobre os Mecanismos da Memória — e uma Conclusão Recente

Esta recente compreensão da fisiologia da estimulação elétrica e do padrão da descarga neuronal em um ataque epilético, leva, imediatamente, à uma compreensão mais clara do que ocorre em cada *resposta experiencial* à estimulação elétrica.

Ela requer uma reconsideração dos “flashbacks”. Conseqüentemente, após ter encerrado minha carreira de neurocirurgião, em 1960, reconsiderarei e publicarei cada detalhe das respostas experienciais, de forma que outros pudessem considerar por si próprios, os respectivos significados. Isto foi apresentado por Penfield na “Lister Oration”, no “Royal College of Surgeons”, em 1961, e publicado na íntegra, com Phanor Perot, em 1963²⁸.

Havia 1.132 pacientes para reconsiderarmos. O cérebro de cada um tinha sido explorado com anestesia local, no decurso de uma operação para tratamento radical da epilepsia. Em 520 pacientes o lobo temporal foi exposto e explorado. As respostas experienciais vieram somente do lobo temporal, nunca de outra

parte do cérebro. Das explorações do temporal, em 40 pacientes, ou 7,7 por cento, resultaram em respostas experienciais; 53, ou 10 por cento, queixaram-se de ataques oníricos, nos quais, antes da operação, vinham à mente memórias passadas.

Em 1951¹⁶, eu havia proposto que certas partes do córtex temporal deveriam ser chamadas de “córtex da memória”, e sugeri que o registro neuronal estava localizado ali, no córtex, próximo aos pontos nos quais o eletrodo estimulante pode trazer à tona uma resposta experiencial. Isto foi um erro, como ficou demonstrado claramente em 1958, durante meu trabalho na “Sherrington Lecture”¹⁸. O registro *não está* no córtex. Todavia, a hipótese inicial proposta naquela época ainda é sustentável: “Somos tentados a acreditar”, escrevi eu, “que uma facili-

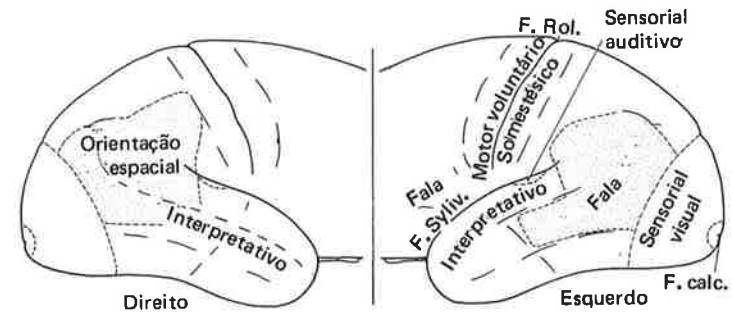


Figura 7. Córtex Interpretativo e córtex da fala (veja também a Figura 8).

Superfícies laterais das partes posteriores dos dois hemisférios de um adulto humano. No dominante, ou lado da fala, a interfência de afasia é produzida por estimulação na área assinalada como *fala*. Tanto as respostas experienciais quanto as interpretativas são produzidas por estimulação no córtex interpretativo. A área assinalada como orientação de espaço no lado não dominante (direito) foi esboçada por estudo de resultados de excisão cortical. A remoção completa desta área produz desorientação espacial permanente, sem afasia.*

* Figura de Penfield²². Para prova ou relação a limites da área temporal da fala (Wernicke), e também em relação a orientação de espaço, veja Penfield e Roberts.³⁰ Para a localização do córtex interpretativo veja Penfield¹⁹.

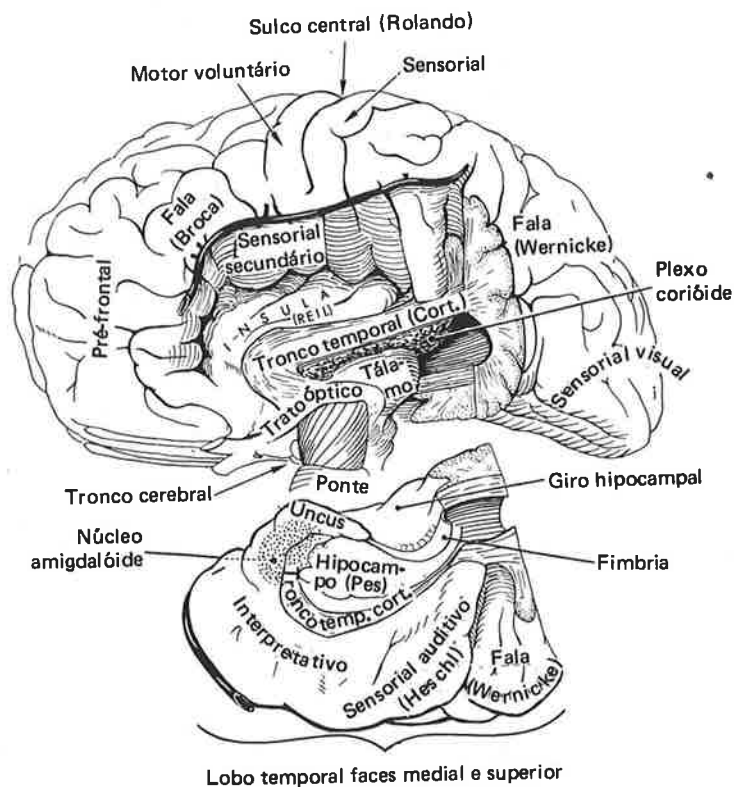


Figura 8.

Hemisfério cerebral esquerdo. O lobo temporal foi dissecado independente de autópsia, pela abertura da fissura de Sylvius. Foi então rodado e rebatido. Note que o escondido sulco giro de Heschl audio-sensorial está delimitado posteriormente pelo córtex da fala e anteriormente pelo córtex interpretativo. (Este desenho, como a maior parte dos anteriores, foi feito pela Senhorita Eleonor Swezey).

tação sináptica se estabelece a cada experiência original”. Assim sendo, aquela facilitação permanente poderia guiar um *fluxo* subsequente de impulsos neuronais ativados pela corrente elétrica do eletrodo até anos mais tarde.

Desde então, como já assinali, passamos a chamar o “córtex da memória” por outro nome — o “córtex interpretativo”.

Suas delimitações e aquelas da maior parte da área da fala podem ser vistas nas Figuras 7 e 8. E, hoje em dia, compreendemos que a estimulação do córtex interpretativo ativa um registro localizado à uma distância do referido córtex, em um centro secundário da substância cinzenta. Colocando isto com outra prova conclui-se no todo que provavelmente, a substância cinzenta ativada está no diencéfalo (tronco cerebral superior), como descreverei a seguir.

9

O Córtex Interpretativo

Deixe-me ordenar e reconsiderar a evidência que agora nos é apresentada, pela epilepsia e o eletrodo, após o que poderemos prosseguir na consideração sobre a relação da mente com o cérebro, nos capítulos 10 a 16.*

Dois mecanismos relacionados são revelados por estimulação do córtex interpretativo (Figuras 7 e 8). Cada qual foi ativado no caso M.M. anteriormente citado:

(a) há um mecanismo cerebral cuja função é enviar sinais neuronais que interpretam a relação do indivíduo com o seu

* Comecei este trabalho em um capítulo do livro intitulado *Basic Mechanisms of Epilepsies* (mecanismos básicos da epilepsia) editado por antigos colegas, Herbert Jasper, Arthur War, e Alfred Pope)²².

Isto levou-me à uma discussão sobre um mecanismo específico para a mente. Tentarei agora estender o argumento até uma conclusão.

meio ambiente imediato. A ação é automática e subconsciente, mas o sinal aparece na consciência. Sinais tais como: estas coisas são “familiares” ou “assustadoras”. Eles estão “chegando mais perto” ou se “distanciando”, e assim por diante.^{10, 19}

(b) há um outro mecanismo cerebral, relacionado, que se revela em respostas experienciais como aquelas descritas no caso M.M. (Capítulo 6) e outros. O mecanismo pode retornar à uma fase de experiência passada, com detalhes completos e sem nenhuma elaboração fantasiosa como ocorre nos sonhos do ser humano.^{18, 28} Na vida comum, suponho, o sinal automático que informa se a experiência que se apresenta é familiar atinge a todos nós. Se for correto e geralmente o é, deve advir de um mecanismo automático que pode expor um registro que não desapareceu aos poucos, mas que parece permanecer tão vívido quanto quando foi feito.*

A substância cinzenta do córtex interpretativo faz parte de um mecanismo que apresenta à consciência interpretações da experiência presente. Até certo ponto, parece que o córtex interpretativo executa para percepção de conceitos não verbais o que o córtex da fala e o mecanismo da fala executam para a fala. A localização das áreas destinadas à fala é razoavelmente clara. Embora muito ainda deva ser feito sobre o reconhecimento de conceitos não verbais, irei me referir ao mecanismo agora, como um mecanismo de conceitos não verbais. Estes mecanismos, o verbal e o não verbal, formam um notável arquivo da memória, para ser aberto seja por uma solicitação consciente ou por uma automática.^{18, 19, 20}

* Embora a grande maioria das experiências assim lembradas têm sido acentuadamente visual ou acentuadamente auditiva, ou ambas, a percepção de familiaridade não se limite à experiência visual ou auditiva, mas aparentemente aplica-se a tudo que envolve consciência. Uma pessoa pode ser considerada como “já vista antes” (dêjà vu), um compasso musical como “já ouvido antes”, uma série de acontecimentos como “já acontecidos antes”.

Há muito mais para ser dito sobre os lobos temporais e a memória quando o tempo assim o permitir. Aquela misteriosa dupla estrutura, o hipocampo, em alguns animais inferiores, pode referir-se muito mais à memória do olfato, porém no homem, refere-se à lembrança de outras coisas. Quando o hipocampo está funcionando normalmente, pode-se remover um dos lados, sem prejuízo. Porém, se remover-se ambos os lados a capacidade para reativar o registro do fluxo de consciência, voluntário ou automaticamente, estará perdida. O hipocampo parece estocar chaves de acesso para o registro do fluxo de consciência. Com o córtex interpretativo, torna possível o esquadriçamento e a lembrança da memória experiencial. Veja Penfield e Mathieson.²⁷

IO

Um Mecanismo Sensório-Motor Automático

E agora abre-se à nossa frente um empolgante panorama no qual os mecanismos automáticos do cérebro interagem, podendo também estarem separados, com o mecanismo cerebral da mente.

Como assinalai, a descarga epiléptica pode, e frequentemente é o que acontece, restringir-se seletivamente a um sistema funcional, a um mecanismo funcional, dentro do cérebro. Quando isto acontece o referido mecanismo é paralisado para qualquer função normal. Se a função da substância cinzenta for altamente complicada e só parcialmente automática, tal como na área da fala do córtex cerebral humano, a descarga epiléptica não produz nada mais do que silêncio paralítico, por exemplo, afasia.

Assim é que o mecanismo no tronco cerebral alto, cuja ação é indispensável para a existência real da consciência, pode ser, seletivamente, posto de lado! Isto converte o indivíduo em

um *autômato sem mente*. Acontece quando a descarga epiléptica ocorre na substância cinzenta que forma parte integrante do referido mecanismo. A Figura 9 procura mostrar a localização da substância cinzenta. Se a descarga ocorrer primeiramente aí, a crise chama-se automatismo *pequeno mal*. Porém, como já assinalai, o córtex temporal e o córtex pré-frontal têm muito a

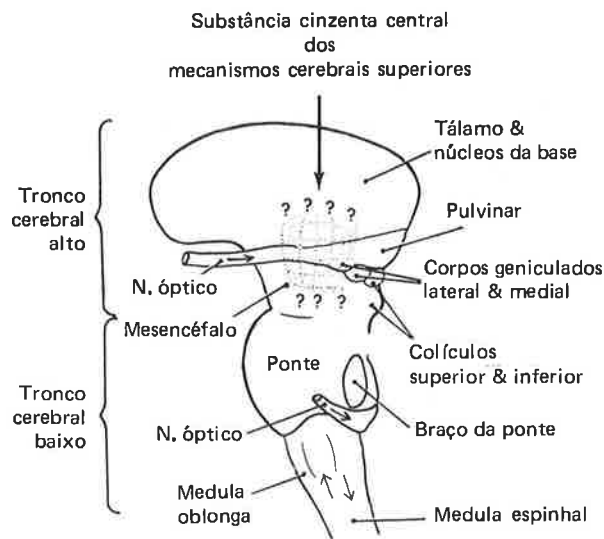


Figura 9. O mais alto mecanismo cerebral.

As linhas pontilhadas mostram a posição da substância cinzenta central deste mecanismo cerebral, a ação normal que constitui a base física da mente. Os pontos de interrogação indicam somente que os circuitos anatômicos detalhados envolvidos devem ainda ser estabelecidos, não que haja qualquer dúvida sobre a posição geral desta área na qual a inatividade celular produz inconsciência. Tal inatividade pode advir por vários motivos, como pressão, trauma, hemorragia e descarga epiléptica local; ocorre normalmente durante o sono. (Desenhado por Eleanor Sweezy.)

ver com os procedimentos da mente, e uma descarga de ataque que se inicia localizadamente no córtex temporal ou no córtex pré-frontal, pode espalhar-se, por um violento bombardeamento distante, para essa substância cinzenta no tronco cerebral alto e produzir então um ataque de automatismo que difere um pouco, quanto ao caráter, daquele do *pequeno mal**.

Estes ataques de automatismo epiléptico mostram claramente a realização complexa e automática da qual o computador do homem é capaz. Quando ocorre um ataque de automatismo, o paciente, subitamente, torna-se inconsciente, mas contanto que outros mecanismos no cérebro continuem a funcionar ele se transformará em um autômato. Ele pode vaguear, confuso e sem propósito. Ou pode continuar a executar todo o propósito que estava em sua mente no ato de transmissão para seu mecanismo sensório-motor automático, quando o mecanismo cerebral superior saiu de ação. Ou então segue um padrão habitual, estereotipado, de comportamento. Em qualquer caso, contudo, o autômato pode tomar poucas decisões, talvez nenhuma, em relação às quais não há precedente. Não há registro do fluxo de consciência. Então, ele terá uma amnésia completa, durante o período da descarga epiléptica e durante o período de esgotamento celular que se segue.

Os pacientes são completamente incapazes de prever quando estas ausências da mente acontecerão. Citarei alguns exemplos.

O paciente, a quem chamarei de A era um sério estudante de piano e sujeito a automatismos do tipo *pequeno mal*. Tinha

* As conexões diretas do tronco cerebral alto com aquelas duas áreas do córtex cerebral (córtex pré-frontal e interpretativo) estão indicadas na Figura 1. Esta conexão é direta com a substância cinzenta do mecanismo da mente, não com o mecanismo sensório-motor automático, como será assinalado. Pode-se encontrar nos recentes estudos de Walle Nauta a verificação anatômica deste importante relacionamento direto.¹²

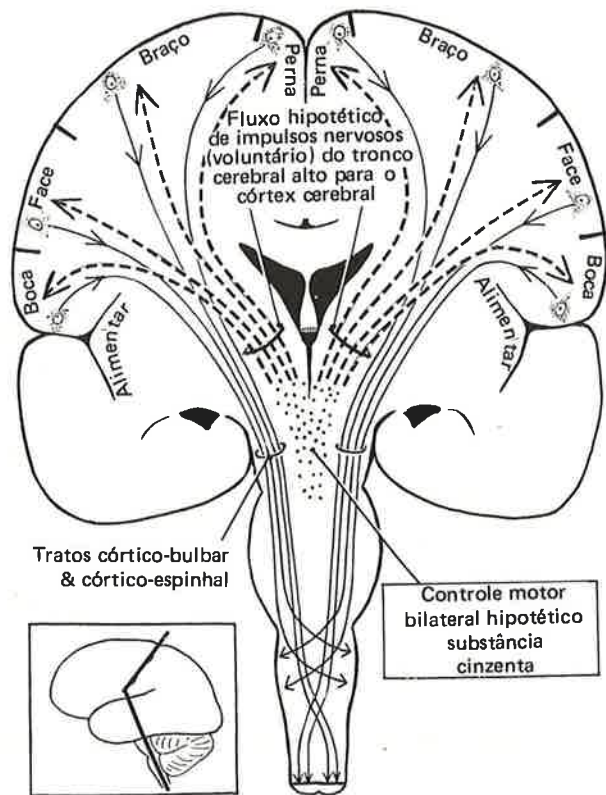


Figura 10.

Este diagrama bastante simplificado resume somente as mensagens executivas, ou motoras, do mecanismo que abrange o controle bilateral do corpo seja sob direção da mente ou automaticamente. Faz uso das estações celulares motoras no giro pré-central de ambos os lados, como está aqui demonstrado, no sentido da perna para face e boca. O mecanismo inteiro é uma parte da coordenação e integração centroencefálica que realiza a ação mental passível. Podemos chamá-lo de “computador do homem”. Ele torna possível os vários exercícios habilidades (inclusive o da fala) que foram aprendidos e registrados no passado

tendência a fazer breves interrupções em seus exercícios, interrupções estas que sua mãe reconhecia como sendo o início de uma “ausência”. Então continuava a tocar, durante certo tempo, com considerável destreza. O paciente B estava sujeito ao automatismo epiléptico que se iniciava com descarga no lobo temporal. As vezes o ataque acontecia quando ele caminhava para casa, de volta do trabalho. Ele continuava andando e passando com dificuldade por ruas movimentadas. Mais tarde, ele podia perceber que tinha tido um ataque porque constatava um vazio em sua memória em relação à uma parte do trajeto, como da Avenida X até a rua Y. Se o paciente C estivesse dirigindo um carro, ele poderia continuar a dirigir, embora descobrisse mais tarde que tinha passado por um ou mais semáforos que estavam vermelhos.

De um modo geral, se novas decisões devem ser tomadas, o autômato não pode fazê-lo. Em tais circunstâncias, ele pode tornar-se completamente irracional e incontrolável, até mesmo perigoso.

O comportamento destes autômatos temporários lança uma luz brilhante, sobre um segundo mecanismo, claramente distinguível daquele que serve à mente. É o mecanismo *sensório-motor automático*. É responsável por ele também a substância cinzenta central do tronco cerebral alto onde deve haver um profundo interrelacionamento funcional com o mecanismo da mente. O mecanismo sensório-motor tem sua localização primária no tronco cerebral alto (veja Figura 10), porém o mecanismo

do indivíduo. Controla o comportamento do “autômato humano” enquanto a mente está ocupada ou, quando o mais alto mecanismo cerebral é, seletivamente, inativado, como no automatismo epiléptico. Por outro lado, a descarga epiléptica na substância cinzenta central produz interferência na sua função e evoca respostas ativas dos centros motores no córtex de ambos hemisférios, produzindo então uma convulsão generalizada (grande mal). (Desenhado por Eleanor Sweezey.)

tem, é óbvio, um relacionamento direto com as partes sensoriais e motoras do córtex cerebral, em ambos hemisférios. Então, há dois mecanismos cerebrais que se localizam estrategicamente na substância cinzenta do diencéfalo ou do tronco cerebral: (a) o *mecanismo da mente* (ou o mais alto mecanismo cerebral); e, (b) o *computador* (ou mecanismo sensorio-motor automático).

Quando ocorre uma descarga epiléptica no córtex cerebral, em qualquer das áreas sensorial ou motora, e se houver propagação por bombardeamento para o tronco cerebral alto, o resultado é invariavelmente uma grande crise convulsiva, *nunca*, em nossa experiência, foi um ataque de automatismo. Por outro lado, como foi mencionado, uma descarga local no córtex pré-frontal ou temporal pode desenvolver-se para automatismo*.

Este assunto é de considerável significado funcional e tem sido grandemente negligenciado. Estávamos cômicos das diferenças nas formas de propagação da descarga epiléptica do córtex cerebral para o diencéfalo, quando Kristian Kristiansen, em 1951, fez seu estudo. Após ter examinado 95 casos, de sua clínica, ele mostrou que houve 29 exemplos de crises que começaram com descarga epiléptica local em uma circunvolução motora, 55 casos sensorio-motor e 11 crises sensorio-visual. Nenhum deles desenvolveu automatismo durante a evolução de seus ataques. Alguns, entretanto, ocasionalmente passaram de sensoriais localizado ou manifestações motoras, diretamente para ataques generalizados.²⁶

William Feindel demonstrou que o automatismo é frequente (78%) entre pacientes que estão sujeitos a descargas epilépticas do lobo temporal.² Ele e eu demonstramos que o automatismo poderia ser produzido por estimulação se o eletrodo

* Herbert Jasper e eu mostramos que uma descarga epiléptica local, no córtex pré-frontal, ocorrendo espontaneamente ou por meio de eletrodos, poderia expandir-se para o diencéfalo e causar um ataque de automatismo semelhante ao automatismo do *grande mal*.²⁵

passasse pelo lobo temporal e pelo, ou próximo, núcleo amigdalóide (veja Figura 8). Porém, isto somente ocorreu quando continuou-se a estimular até que a descarga epiléptica local fosse produzida. Supomos que isto causou interferência no hipocampo, em ambos os lados e talvez, bombardeamento neuronal da substância cinzenta no tronco cerebral alto que prosseguiu até a descarga epiléptica.

Portanto, a partir de um ponto de vista prático, o médico pode utilizá-lo para lembrar que a descarga epiléptica local nas áreas motoras ou sensoriais da substância cinzenta do córtex pode difundir-se, por bombardeamento, e assim causar descarga epiléptica na substância cinzenta do mecanismo sensorio-motor automático, no tronco cerebral alto. Isto produz uma grande convulsão em vista da ativação de todas as áreas motoras do córtex. O córtex de um lado, sendo pressionado contra o outro, causa ao paciente mais enrijecimento do corpo e membros, do que uma torção. O mecanismo sensorio-motor exerce controle da ativação de sua substância cinzenta no tronco cerebral alto. Este age sobre a substância cinzenta secundária no córtex cerebral de cada hemisfério, e sobre a substância cinzenta terciária no tronco cerebral baixo e medula espinhal. O principal fluxo funcional de energia conduzida por axônio é levado para os músculos em corrente eferente. Durante qualquer ataque de *grande mal* generalizado, somente o controle automático da respiração, localizado no tronco cerebral inferior, não é envolvido e continua sua função.

Quando ocorre uma descarga local nas áreas pré-frontal ou temporal do córtex, ela pode expandir-se por bombardeamento diretamente para o mais alto mecanismo cerebral (*o mecanismo da mente*). Quando isto acontece produz automatismo. Por outro lado, as circunvoluções sensoriais e motoras do córtex, quando sobrecarregadas eletricamente, bombardeiam o mecanismo sensorio-motor automático (*o mecanismo do computador*) no tronco cerebral alto. Pode-se então supor que deve

haver um mecanismo da mente que tem acesso para o córtex pré-frontal e temporal, porém tem acesso indireto nos mecanismos sensoriais e motores do córtex cerebral.

Então, quando o bombardeamento das circunvoluções motoras ou sensoriais do córtex tornam-se excessivas, pode produzir uma descarga secundária no computador e assim um ataque convulsivo maior, mas não um ataque de automatismo. Quando o bombardeamento das áreas pré-frontal ou temporal do córtex torna-se excessiva, pode produzir uma interferência no mais alto mecanismo cerebral (o mecanismo da mente) e assim causar um ataque de automatismo, que pode produzir um ataque convulsivo maior decorrente de uma conexão direta adicional com o computador.

Não devemos tirar conclusões funcionais destes fatos, exceto talvez, a sugestão de que:

(1) o mais alto mecanismo cerebral tem conexão direta com as mais novas áreas temporal e pré-frontal do córtex cerebral, e

(2) sua conexão funcional com mais antigas áreas motora e sensorial do córtex, deve ser indireta, talvez interrompida no computador.



Coordenação e Integração Centroencefálica

Pode-se dizer que estas duas unidades: (1) o mecanismo, a ação que é essencial para a existência da consciência; e (2) o mecanismo da coordenação sensório-motor, constituem o sistema central de integração. Em ação combinada elas realizam a entrada sensorial disponível e a saída motora intencional. Constituem o sistema de integração centroencefálica que unifica funcionalmente o diencéfalo (tronco cerebral alto) com o córtex de ambos hemisférios. As impressões sensoriais vêm para este sistema integrador e encontram expressão na sua ação, pensamento e comportamento.

Porém, que enorme diferença existe entre a evidência externa da descarga epiléptica no mecanismo mental e aquela do mecanismo automático! A descarga na substância cinzenta do mecanismo mental, como descarga em substância cinzenta da área da fala, resulta, como dissemos, somente em silêncio. Há uma interferência completa na sua função. Todavia, quando