

# PERCEPÇÃO

Nuno Figueiras Alves\*, M<sup>3</sup> João Baptista\*\*, J. Soares Fortunato\*\*\*

## **Resumo**

*Mais importante do que sentir é perceber aquilo que sentimos. De nada nos serviria captar todos os estímulos do meio externo se não fossemos capazes de consciencializar um que seja. Percepção consiste em tornar consciente a informação que nos chega ao cérebro pelos neurónios sensitivos.*

*Foram efectuados estudos em animais treinados a identificar odores em que foi registada a actividade neurológica dos componentes do sistema olfactivo em electroencefalogramas. Este método permitiu chegar às noções de onda carrier, mapas de amplitudes e outros processos tais que demonstram e caracterizam a actividade perceptiva.*

*O processo pelo qual o cérebro consegue concretizar esta tarefa não se resume ao funcionamento individual de cada neurónio mas sim a uma intensa interacção desenvolvida por um conjunto de neurónios do bulbo e do córtex olfactivo. Todos os neurónios do bulbo olfactivo intervem em massa em cada processo de percepção.*

*Estes conjuntos de neurónios, assembleias nervosas, são responsáveis pelo caos cerebral, que se pensa estar na base da percepção e não só; julga-se que a inteligência assente os seus pilares fundamentais na "desorganização orientada" do cérebro. Mais concretamente, as nerve assemblies estão na origem dos burst colectivos que são responsáveis pela existência de ondas de despolarização cujo mapa de distribuição de amplitude estabelece um padrão próprio para cada odor identificado. Cada um des-*

*tes padrões armazenados no bulbo e córtex, onde se afirma fundamental o reforço sináptico em forma de sinapses Hebb, são "relembrados" sempre que se sinta o odor correspondente. Finalmente, sabe-se que para que todo este processo ocorra há uma profunda co-operação entre o sistema límbico e o sistema olfactivo.*

**Palavras-chave:** Percepção; Desorganização orientada do caos cerebral; Sistema olfactivo; Assembleias nervosas.

## **IMPORTÂNCIA DO OLFAC TO E SUA PERCEPÇÃO PELO SISTEMA NERVO-SO CENTRAL**

Quando uma pessoa vislumbra a face de um actor famoso, cheira ou saboreia o seu prato preferido ou ouve a voz de um amigo, o reconhecimento é imediato. Numa fracção de segundo após a estimulação da pele, dos olhos, nariz, língua ou ouvidos, cada indivíduo apercebe-se se um objecto é familiar, desagradável ou até perigoso. Como é que este reconhecimento ocorre, rápido e na maioria das vezes fiel, mesmo em situações em que os estímulos são complexos e ocorrem em simultâneo, é o que se procura demonstrar neste trabalho<sup>1</sup>.

Percepção é, então, a consciencialização de um estímulo<sup>2</sup>; é o transformar da informação captada por receptores e conduzida pelos neurónios sensoriais em informação consciente, em informação trabalhada, processada e compreendida; é o lapidar de uma pedra preciosa.

Muito se sabe acerca da forma como o córtex cerebral, inicialmente analisa as mensagens sensoriais. Mas o que se pretende saber é como o cérebro consegue confrontar os estímulos recentes com experiências passadas que lhe permitem identificar os estímulos e o seu significado.

\* Aluno da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (FMUP).

\*\* Assistente de Fisiologia da FMUP.

\*\*\* Regente de Fisiologia da FMUP.

Para se perceber o mecanismo da percepção não é suficiente estudar os mecanismos microscópicos, as propriedades de cada neurónio, pois estas dependem em grande parte da interacção e cooperação entre vários neurónios e de múltiplas regiões do sistema nervoso<sup>1,3</sup>.

Estudos recentes levaram à descoberta do caos no funcionamento do cérebro. O comportamento de certos neurónios parece aleatório mas, de facto, vislumbra-se uma certa ordem, um certo padrão que ainda não está bem esclarecido. Esta desorganização está patente no momento em que conjuntos de neurónios modificam e transitam de uma certa actividade para outra em resposta a pequenos estímulos<sup>1</sup>.

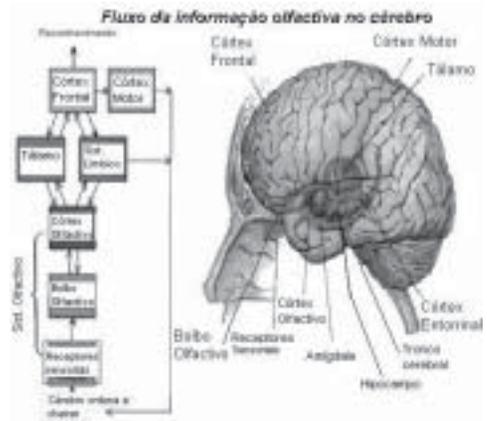
Pensa-se que será esta falta de harmonia e sintonia no cérebro que torna a percepção possível. Mais, o "caos" está subjacente à capacidade do cérebro responder com flexibilidade às novas perspectivas do meio que rodeia o Homem, ou seja, idealizar.

## SISTEMA OLFACTIVO

O homem é um ser microsmático, ou seja, o seu sentido do olfacto é pouco apurado, ao contrário de outros animais como o cão, claramente macrosmático<sup>2</sup>. Embora sendo um sentido com pouco desenvolvimento num ser que depende muito da visão como o Homem<sup>4</sup>, o olfacto tem propriedades fabulosas influenciando estados emocionais, comportamento sexual e muitas outras<sup>5</sup>. Mesmo sendo quase rudimentar, o olfacto Humano consegue distinguir cerca de 10000 odores diferentes estando em pequenas concentrações, ou seja, conseguimos distinguir mais odores que sons ou cores<sup>4</sup>.

Os quimiorreceptores olfactivos são células bipolares, uma parte apical ciliada e imóvel que capta os odores (vesícula olfactiva)<sup>4</sup> e uma parte basal de onde sai um axónio não mielinizado. O conjunto dos vários axónios dá origem ao nervo olfactivo (1<sup>o</sup> nervo craniano)<sup>4</sup> que entra no crânio pela placa cribiforme do etmóide onde vão sinaptizar no bulbo olfactivo.

Os quimiorreceptores, cerca de 10<sup>7</sup> no Homem, estão localizados na mucosa olfactiva, par-



**Figura 1** – Esquema geral do Sistema Olfactivo<sup>1</sup>. Interação entre córtex e bulbo olfactivo e *feedback* de outras partes do cérebro, fundamental no controlo do caos no sistema olfactivo.

te especializada de apenas 10 cm<sup>2</sup> da nasofaringe e são constantemente renovados<sup>2</sup>.

Os odores penetram no nariz através do ar inspirado. São ancorados à mucosa nasal por uma proteína segregada por células de suporte e por uma glândula da cavidade nasal, a glândula de *Bowman*<sup>4</sup>. Existem seis tipos de odores: floral, pútrido, picante, almíscar, etéreo e cânfora. Para além dos quimiorreceptores existem ainda receptores somatossensoriais da responsabilidade do nervo trigêmeo<sup>2,4</sup>.

O odor ao estimular o receptor vai provocar uma despolarização e uma consequente descarga neuronal. O potencial no receptor é provocado por um aumento da condutância para o sódio e cálcio<sup>4,7</sup>, além da activação da proteína G, logo estão envolvidos segundos mensageiros.

O bulbo olfactivo é o primeiro ponto de processamento e transmissão da via olfactiva. É uma estrutura cortical e é constituída essencialmente por células mitraes, tufosas e interneurónios. Os dendritos das células mitraes e tufosas são longos e são o componente pós-sináptico dos glomérulos olfactivos (local onde as vias aferentes provenientes da mucosa olfactiva sinaptizam com os dendritos das células mitraes e tufosas; são cerca

de 1000 no bulbo olfactivo)<sup>4</sup>. Nestes glomérulos existe uma grande convergência, 1000 aferências para uma única célula mitral. Os interneurónios (neurónios justaglomerulares) são inibitórios, estabelecem sinapses dendrodendríticas com as células mitraes; a célula mitral provoca despolarização do interneurónio inibitório que por sua vez vai libertar um neurotransmissor inibitório que vai silenciar a célula mitral. Estes interneurónios estão envolvidos nas primeiras fases do processamento da informação olfactiva<sup>8</sup>. Ao bulbo olfactivo chegam outras aferências, em especial as provenientes do bulbo contralateral (atravessam a parte anterior da comissura anterior do cérebro)<sup>2,4</sup>.

\*

Após deixarem o bulbo, os axónios das células mitraes e tufozas incorporam o tracto olfactivo. No interior deste tracto existe um núcleo, o núcleo olfactivo anterior, que é de onde saem as vias que passam de um bulbo para o bulbo contralateral (e de volta para o mesmo núcleo)<sup>4</sup>. Ao chegar junto à substância perfurada anterior algumas fibras terminam aí (tubérculo olfactivo)<sup>4</sup> e outras formam as estrias medial e lateral. Os axónios que seguem a estria lateral vão sinaptizar na área olfactiva primária que inclui o córtex prépiriforme. Os da estria medial vão projectar para o corpo amigdalóide. Sendo uma via muito primitiva, não existe sinapse no tálamo intermédia na sua propagação desde a periferia até ao córtex, mas a informação pode chegar ao núcleo dorsomedial do tálamo<sup>4</sup> e daqui ser devolvida ao córtex<sup>2</sup>.

O bulbo olfactivo recebe ainda aferências que vão regular a sua sensibilidade aos estímulos. Algumas dessas aferências utilizam como mediador a norepinefrina e a serotonina e geralmente provêm do *locus coeruleus* e dos núcleos da *rafé*. A maior parte, porém, vem da substância perfurada anterior ou do núcleo olfactivo anterior<sup>4</sup>.

## PAPEL DO BOLBO OLFACTIVO NA PERCEÇÃO DOS ODORES

Assim como o gosto, também o sistema olfactivo torna consciente as sensações químicas;

é especializado em detectar odores que entram na cavidade nasal quer pelo ar que se respira quer pelos químicos voláteis que se libertam dos alimentos provenientes da orofaringe.

Para compreender o mecanismo da percepção é necessário conhecer as propriedades básicas dos neurónios que a concretizam.

Há muito que se sabe que quando um animal ou pessoa cheira, as moléculas que transportam o odor são capturadas por receptores específicos de acordo com a sua natureza – há especialização dos receptores olfactivos. As células então excitadas propagam essa informação através dos axónios para o bulbo olfactivo sob a forma de potenciais de acção. O número de receptores activados e o local da cavidade nasal estimulada indicam a intensidade e a natureza do odor, respectivamente. Cada odor é então identificado por um padrão espacial de actividade dos receptores existentes no nariz e que é transmitido ao bulbo olfactivo<sup>1,3,9</sup>.

O bulbo olfactivo, por sua vez, transmite ao córtex olfactivo a sua análise de cada estímulo. A partir daqui as informações divergem para inúmeros locais do córtex em especial para o córtex entorrinal onde os estímulos odoríferos são conjugados com outro tipo de sensações. Uma significação perceptiva única para cada indivíduo é o resultante deste processo. O canto triunfante de um rouxinol macho significará um tipo de atracção diferente para o rouxinol fêmea daquela que é para os nossos ouvidos<sup>1</sup>.

Contudo isto acarreta duas questões: como é que o cérebro distingue um odor de todos os outros que lhe são acessórios; como é que a informação nova e explícita é protegida de informação antecedente, pré-existente na nossa memória e que condiciona novas aquisições, e ainda, como é que o cérebro consegue generalizar e tratar informação equivalente que provem de receptores diferentes. Devido à turbulência existente nas vias nasais, só alguns receptores são activados de cada vez que se cheira e são sempre diferentes de um acto para o outro. Como é que então o cérebro se apercebe que embora os estímulos venham de receptores diferentes, o odor é o mesmo, é a segunda questão a resolver.

Muitas das respostas obtidas vêm principalmente do estudo aturado do bulbo olfactivo e

chegou-se a uma primeira conclusão de que cada neurónio do bolbo participa em cada percepção olfactiva e embora a actividade colectiva dos neurónios identifiquem um determinado odor, a actividade em si não é modelada apenas pelo estímulo proveniente do receptor pois o funcionamento do bolbo é auto-organizado, é também controlado por factores internos<sup>1</sup>.

## **ELECTROENCEFALOGRAMA (EEG): INSTRUMENTO ESSENCIAL NO ESTUDO DA PERCEPÇÃO**

Para se chegar a esta conclusão foram efectuados estudos em que se aplicaram técnicas de reforço em animais treinados (coelhos essencialmente) a reconhecer odores diferentes. Nesses animais foram colocados eléctrodos de pequenas dimensões na superfície do bolbo olfactivo. Assim, foram registados sob a forma de EEGs o estado de excitação dos neurónio subjacentes aos eléctrodos quando a cobaia inspirava e expirava. As elevações indicam aumento de excitação e os decréscimos de excitação são indicados pelas curvas descendentes<sup>1</sup>.

O EEG não é apenas um registo do padrão dos impulsos nervosos dos neurónios mas também um registo informativo da "decisão" de vários neurónios simultaneamente de provocar ou não impulsos. Embora imprevisíveis e de certa forma desordenados, estes traçados manifestam a actividade perceptual<sup>1,9</sup>.

## **FLUXO DA INFORMAÇÃO OLFACTIVA NO CÉREBRO. BURST E CARRIER WAVES. MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO DE AMPLITUDES**

Os EEGs dão lugar a traçados de certa forma irregulares. Quando um animal inala um odor que lhe é familiar, dá-se uma revolução, os traçados tornam-se mais regulares e ordenados até que o animal exala. As ondas tornam-se mais amplas e frequentes que em outras alturas. Estas ondas *burst* tem uma frequência de 40 hertz e são denominadas ondas gama<sup>1,6,9</sup>.

Ainda não é claro que o aparecimento de um

*burst* seja sinónimo de uma actividade cooperativa e interactiva dado que estes diferem de um traçado para outro mesmo que tenham sido registados simultaneamente. Contudo consegue-se distinguir nos traçados *burst* a existência de um padrão de onda comum, uma *carrier wave*, que não sendo igual em todas as situações, respeita uma certa sincronização. Cerca de um a três quartos dos neurónios que dão origem a cada traçado apresentam o mesmo comportamento<sup>1,5</sup>.

Curiosamente, não é a forma da onda guia que revela o odor em questão, já que a onda varia a sua forma todas as vezes que o animal inala, mesmo repetindo o odor. É no padrão de distribuição da amplitude da onda guia no bolbo que reside a identidade do odor. Surgem então mapas que representam padrões de amplitude imaginados sobre a superfície do bolbo. Estes mapas repetem-se sempre que o animal cheira um odor específico mesmo que a onda guia seja diversa. Estes mapas corroboram então a ideia de que a percepção requer a actuação conjunta de todo o bolbo e de que este participa na atribuição de significado aos estímulos. Quando o reforço adoptado no treino do animal é alterado, também o mapa representativo das amplitudes é modificado<sup>1</sup>.

## **NERVE ASSEMBLIES NA FORMAÇÃO DE BURST COLECTIVOS. IMPORTÂNCIA DO REFORÇO SINÁPTICO DE HEBB**

Acredita-se que as *assemblies* de células nervosas (conjunto de neurónios que foram simultaneamente excitados por outros neurónios durante a aprendizagem) são para além de armazéns de associações passadas, partes importantes no desencadear de fenómenos *burst* no bolbo olfactivo<sup>1,9</sup>.

Também se sabe que nos animais treinados com técnicas de recompensa para distinguir estímulos olfactivos, algumas sinapses que interligam neurónios bulbares e neurónios corticais tornam-se selectivamente mais fortes com o treino – a sensibilidade do neurónio pós-sináptico a estímulos excitatórios é maior e logo o fluxo

dendritico é superior ao normal. Este reforço ocorre em sinapses entre neurónios que são estimulados simultaneamente durante a aprendizagem e não entre os neurónios estimuladores e os neurónios estimulados. A regra de *Hebb* afirma que o fortalecimento das sinapses é conseguido sempre que existe recompensa. Estão também envolvidos moduladores químicos libertados pelo tronco cerebral.

Uma assembleia de células nervosas baseada em sinapses *Hebb*, é formada para um determinado odor à medida que o indivíduo aprende a identificar tendo recompensas. Sempre que um neurónio dessa assembleia recebe um estímulo correspondente a esse odor, toda a assembleia entra em funcionamento induzindo no bolbo um determinado padrão de funcionamento. Assumindo a existência destas "assembleias" é possível dar resposta às questões iniciais: como é que se distingue o odor principal dos outros que o acompanham e como é que a generalização ocorre sendo o estímulo equivalente mas proveniente de receptores diferentes. Primeiro, porque a assembleia confere um estado de *frontrunner* no estímulo que experimenta e que estava memorizada numa sinapse *Hebb*. Depois, porque a assembleia assegura que a informação vinda de qualquer receptor vai "contagiar" toda a assembleia e a partir dela estimular todo o bolbo<sup>1</sup>.

### **NECESSIDADE DE PRIMER NA FORMAÇÃO DE BURST. "INFLAMAÇÃO" TOTAL DO BOLBO**

Para que ocorra um *burst* de actividade colectiva de neurónio do bolbo, a acção da "assembleia" de células nervosas não é suficiente. É necessário que esta e o bolbo sejam primeiro carregados para responderem de forma determinada ao estímulo.

Dois importantes processos se encarregam dessa preparação pelo desenvolvimento das sinapses *Hebb*. Tanto um como outro afectam o ganho sináptico, alteram a sensibilidade nas zonas *trigger* e não nas sinapses<sup>1</sup>.

Um *primer* é geralmente despertado: há um aumento do ganho sináptico nos conjuntos neu-

ronais do bolbo e do córtex quando o animal tem fome, sede, etc., pela libertação de mediadores químicos moduladores libertados algures no cérebro<sup>1</sup>.

O outro é conseguido pelo próprio neurónio. Quando os neurónios corticais são excitados, a sua neurotransmissão é activada. Quanto mais estimulado é o neurónio já excitado, mais informação ele transmite dado que o novo *input* leva ao aumento do ganho. Mas existem limites que são respeitados. Quando o estímulo é fortemente inibitório, a transmissão é interrompida. Quando, pelo contrário, o estímulo é excitatório o neurónio transmite até um determinado máximo, não o ultrapassando mesmo que os estímulos continuem a aumentar. A transmissão é dada por uma curva sigmóide em que o declive reflecte o ganho<sup>1</sup>.

Neste novo facto, a descoberta de aumentos de ganho com a excitação, é de salientar que muitos dos conjuntos neuronais estão no seu máximo mesmo em repouso mantendo assim a estabilidade. Parece então que os estímulos odoríferos são conduzidos de um pequeno número de receptores para um pequeno número de neurónios do bolbo. Sendo familiar e tendo o bolbo um *primer* despertado, a informação contagia toda a assembleia nervosa. Primeiro, via sinapses *Hebb*, uma parte do conjunto excita o restante, e este re-estimula o primeiro e assim por diante até que se atinja uma actividade colectiva total. O próprio conjunto vai estimular o bolbo todo, originando *burst* a larga escala. O bolbo transmite um padrão de actividade consensual para o córtex olfactivo. O que é necessário agora saber é como o córtex discrimina esse estado consensual dos restantes estímulos<sup>1</sup>.

### **CÓRTEX OLFACTIVO FORMA AS SUAS ASSEMBLEIAS NERVOSAS. INTERPRETAÇÃO DA MENSAGEM BULBAR**

A solução encontra-se na ligação entre o bolbo e o córtex. O bolbo transmite para o córtex através de axónios paralelos que transmitem, devido à ramificação, para numerosos neurónios alvo que recebem impulsos de muitas células do bolbo<sup>1</sup>.

Havendo sincronização de transmissão promovida pela cooperação entre neurónios, os sinais são adicionados; caso sejam assíncronos os sinais anulam-se um ao outro. Assim sendo, os neurónios receptores do córtex olfactivo fazem um somatório dos sinais que lhes chegam e posteriormente transmitem para os neurónios vizinhos. Estando os neurónios do córtex extremamente interligados, chegando a formar mesmo as suas próprias assembleias, geram espontaneamente os seus *burst* colectivos, embora havendo a existência de ondas guia e padrões de amplitude próprios diferentes dos existentes no bulbo. Ou seja, as vias de transmissão inspeccionam as mensagens bulbares, depuram-nas; apenas os sinais *burst* colectivos chegam e impressionam significativamente o córtex olfactivo. Assim como apenas um *burst* colectivo permite ao bulbo transmitir correctamente para o córtex, também no córtex o *burst* colectivo é a garantia de que as mensagens que enviam para os outros locais do cérebro serão suficientemente fortes para se manifestarem<sup>1,5</sup>.

## O CAOS SURGE COMO BASE FUNDAMENTAL NO FUNCIONAMENTO CEREBRAL

Tem sido demonstrado que o funcionamento do cérebro assenta no caos e não apenas numa base aleatória. Uma das evidências mais convincentes é a inexistência de periodicidade da onda guia comum no bulbo, não só durante os *burst* mas também entre eles, mesmo que não haja estimulação do bulbo. Isto significa então, que a actividade é também gerada pelo próprio bulbo, pelo próprio sistema, organização característica dos sistemas caóticos<sup>1,10</sup>.

Outro dado reside na aparente capacidade dos conjuntos de neurónios do bulbo e do córtex transitarem instantaneamente de um estado de *burst* para não-*burst*, ou seja, alternância repentina de estados, as chamadas bifurcações para os matemáticos ou transições de fases para os físicos. Como reacção a impulsos ou sinais os neurónios alteram dramaticamente o seu estado de excitação. Mais indicações sobre o caos cerebral foram adquiridas no momento em que se

simulou em computadores a actividade do sistema olfactivo. A simulação da actividade era conseguida resolvendo conjuntos de equações que descrevem a dinâmica dos neurónios. Com um pequeno impulso, o modelo iniciou e manteve a actividade originando traçados de EEGs muito semelhantes aos obtidos no sistema olfactivo. Depois conseguiu-se que o computador identificasse odores. O segmento bulbar originou *burst* em resposta a estímulos específicos e as ondas guias correspondentes desenharam e formaram mapas de amplitudes distintos. A cada novo sinal correspondente a um novo "odor" um novo mapa era construído, uma nova actividade preceptiva era iniciada. Simultaneamente os mapas já existentes eram afectados, modificados tal como num sistema associativo de memória. Estes processos foram confirmados em testes efectuados em animais treinados a identificar odores<sup>1</sup>.

O modelo informático adicionou novas pistas sobre o caos ao ser induzido a produzir EEGs de *burst* extensos e *interburst* nos intervalos entre *bursts* sucessivos; os traçados eram mais duradouros que o normal, mostrando então que o dinamismo pode ser caótico. Esta demonstração assenta na análise das fases "imagem" do comportamento esperado do sistema olfactivo. Estes retratos são representações a quatro dimensões (3 eixos mais cor) da actividade de qualquer parte do sistema olfactivo. A cor representa em gradação do azul para o vermelho, os locais de baixas a altas amplitudes<sup>1</sup>.

Na construção dessas imagens, é seleccionado inicialmente um ponto correspondente à medição de três amplitudes num determinado momento. Um centésimo de segundo depois, um novo ponto é isolado e os dois são unidos por uma linha colorida. Em seguida, marca-se um terceiro ponto e a imagem resultante é revista, procurando-se o local que fornece mais informação. Estas imagens apoiam a existência do caos no sistema olfactivo pois verifica-se que não existe um ordenamento específico, as linhas ramificam-se; caso fosse um comportamento aleatório as imagens seriam constituídas por pontos dispersos; caso fosse um comportamento ordenado observavam-se figuras simples e bem delimitadas<sup>1</sup>.

Cada forma encontrada representa um *attractor* caótico, que não é mais do que o comportamento que o sistema adopta quando é estimulado por um sinal particular, como um odor. A percepção mostra-se então como um salto explosivo de um *attractor* para outro, de um conjunto de condições necessárias para que o sistema demonstre um determinado comportamento, cada *attractor*. Este conjunto de condições tem a designação de *basin* do *attractor*. Nas experiências com animais, o *basin* de cada *attractor* era definido pelos receptores neuronais activados. O bolbo e o córtex olfactivo têm numerosos *attractor*, um para cada odor que o ser humano consegue distinguir. O Homem consegue aprender novos odores, adicionando novos *attractor*, desde que o novo odor seja suficientemente forte e marcante. Os *attractor* já existentes sofrem um processo de reajustamento<sup>1</sup>.

## FORMAÇÃO DO CAOS CEREBRAL

Mas como é que se origina o caos? Suspeita-se que quando duas áreas diferentes do cérebro (neste caso o bolbo e o córtex olfactivo) se excitam forte e mutuamente mas sem conseguir obter oscilações com frequências equivalentes. A competição entre as duas partes gerada leva a um aumento do caos, na medida em que há um aumento da sensibilidade e instabilidade. Prova da necessidade de interacção entre duas regiões para se obter o caos é a de que quando separados, o bolbo e o córtex olfactivo tornam-se estáveis.

Químicos modulatórios também promovem a sensibilidade pela formação de sinapses *Hebb* nas *nerve assemblies* e promovendo o despertar neurológico. Vários factores conservam a sensibilidade, daí que muitas vezes basta um único sinal para desencadear uma reacção colectiva<sup>1</sup>.

Mas o mais estimulante e interessante é o seguinte: o caos simulado em sistemas informáticos é simplesmente inevitável. Evidências demonstram que o caos cerebral não é um mero acaso. O facto de ser um caos controlado faz do cérebro algo superior e mais fascinante que a inteligência artificial.

O caos cerebral permite o desenvolvimento constante. Novos padrões estão constantemente

a surgir, que leva à progressão das *assemblies* nervosas; o cérebro tem assim ao seu dispor um conjunto de capacidades de criação activa de novos padrões que lhe possibilitam resolver problemas.

Em outras zonas do cérebro foram encontrados sinais de funcionamento segundo o caos, mas não é necessariamente correcto que os outros sistemas sensoriais funcionam segundo um modelo de caos. Contudo foram registadas *burst* gama em zonas responsáveis pelo reconhecimento de imagens. Como no sistema olfactivo, estímulos visuais familiares são associados a mapas de amplitude específicos decorrentes de determinadas ondas *carrier*. Quando um indivíduo se depara com uma figura ambígua, a percepção alterna entre duas imagens, os mapas de amplitude também alternam.

## CONCLUSÃO, CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A dinâmica geral da percepção começa a ficar mais clara. Ao cérebro chega informação visual, táctil, sonora, gustativa, odorífera proveniente dos receptores periféricos. A informação é então processada ao nível do sistema límbico (o córtex entorrinal desempenha aqui um importante papel ao nível da aprendizagem e memória), que encaminha uma ordem para o sistema motor. Ao mesmo tempo, o sistema límbico envia uma mensagem de referência para o sistema sensorial de modo a preveni-lo a responder a novas informações.

Ao responderem a nova informação, todos os neurónios participam na formação de *burst* colectivo, cuja actividade sincronizada é enviada de volta para o sistema límbico onde é combinada com sinais semelhantes provenientes dos outros sistemas sensoriais. Nova mensagem é formada e enviada para os sistemas, e assim sucessivamente em fracções de segundo.

O conhecimento surge então com a vivência subjectiva dos processos motores efectuados, das mensagens para os sistemas sensoriais e da percepção. Assim sendo, o cérebro consegue planificar actividades passo a passo tendo como referência actividades passadas, estímulos sensitivos

e síntese perceptual. Percepção não é então uma cópia do estímulo, é sim o resultado de um processamento elaborado do estímulo sensitivo. É um passo em que o cérebro cresce, se desenvolve, se reorganiza modificando o seu estado para sua própria vantagem.

Em comparação com a visão e a audição, ainda pouco se sabe acerca do olfacto, embora se tenham registado alguns avanços na matéria nos últimos anos. O registo electrofisiológico do comportamento de *neuron assemblies* veio pôr a descoberto, em parte, os mecanismos de detecção de odores, transmissão e processamento de informação pelo cérebro. O olfacto proporciona uma oportunidade única de estudar o sistema esquemático de codificação sensorial dos neurónios. O responsável pela percepção consciente de uma miríade de estímulos químicos integrados num universo de outros estímulos<sup>3</sup>.

É necessário atender às palavras do poeta William Blake quando dizia que as "portas da percepção são um impedimento à sensação verdadeira de que as coisas são infinitas". Contudo sem essa protecção, sem o caos auto-controlado do cérebro do qual resulta, os seres seriam oprimidos pela imensidão da eternidade, seriam bombardeados por um número astronómico com tendência a aumentar de informação externa<sup>1</sup>.

### Abstract

*It's more important to understand what we sense than to have only a sensorial feeling, the mere captation of external stimuli without the ability to consciencialize the informations received by the brain through sensitive neurons lacking the correct interpretation would be more a vegetative than a conscient act.*

*Some studies utilizing animals trained to*

*distinguish olphactive sensations with registration of the activity in components of olphactive tracts and electroencephalograms were realized. We achieved to notions like carrier wave, amplitude maps and other process that characterize perceptual activity.*

*The concretization of this task is not dependent of the individual neuronal activity but of a intensive interaction dependent of a network involving the bulb and olphactive cortex neurons, with a participation en masse.*

*These nerve assemblies are the structural support of the cerebral chaos which seems to be on the basis of perception; one can suggest that intelligence is based on the support of a oriented desorganization in the brain. The nerve assemblies are the basis of collective bursts that generate waves of despolarization with a pattern of distribution and amplitude different for each odoriferous feeling. These patterns are pooled in bulb and cortex where a synaptic potentiation type Hebb are evoked by the analogous odoriferous feeling. At last this process implies a cooperative link between limbic and olphactive systems.*

**Key-words:** Perception; Cerebral chaos oriented desorganization; Olphactive system; Nerve assemblies.

### BIBLIOGRAFIA

1. Freeman WJ. The physiology of perception. *Scientific American* 1991; 264: 78-85.
2. Berne RM, Levy MN. *Physiology*. 4ª edição, Mosby, 1998, EUA.
3. Nef P. How we smell: The molecular and cellular bases of olfaction. *Physiol Sci* 1998; 13: 1-5.
4. Nolte J. *The human brain – An introduction to its functional anatomy*. 4ª edição, Mosby, 1999, EUA.
5. Deforest M Jr, Wheeler CJ. Coherent oscillations in membrane potential synchronize impulse bursts in central olfactory neurons of the crayfish. *J Neurophys* 1999; 81: 1231-1241.
6. Wehr M, Laurent G. Odour encoding by temporal sequences of firing in oscillating neural assemblies. *Nature* 1996; 384: 162-166.
7. Schild D, Restrepo D. Transduction mechanisms in vertebrate olfactory receptor cells. *Physiol Rev* 1998; 78: 429-466.
8. McQuiston AR, Katz LC. Electrophysiology of interneurons in the glomerular layer of the rat olfactory bulb. *J Neurophys* 2001; 86: 1899-1907.
9. Gelperin A. Oscillatory dynamics and information processing in olfactory systems. *J Exper Biol* 1999; 1855-1864.
10. Crutchfield JB, Farmer JD, Packard NH, Shawl RS. *Chaos*. Scientific American, 1986.