

# Modelagem Computacional do *Projeto* de Freud

**Oswaldo Pessoa Jr.**

Instituto de Estudos Avançados (IEA), USP;  
e Centro de Lógica, Epistemologia & História da Ciência (CLE), Unicamp,  
C.P. 6133, Campinas, SP 13081-970.

\* Publicado nos *Resumos – III Encontro Brasileiro Internacional de Ciência Cognitiva*, CLE-Unicamp, 1998, pp. 52-4

Em 1895, Sigmund Freud escreveu um texto que intitulou *Projeto para uma Psicologia*, no qual apresentava um modelo neurofisiológico para o funcionamento da atividade psíquica, antecipando muitos dos avanços que mais tarde o tornariam famoso como o fundador da teoria psicanalítica. O presente trabalho consiste de uma modelagem computacional deste mecanismo. Com isto, esperamos contribuir um iota para uma integração maior entre neurociência e psicanálise, sendo esta entendida como uma ciência (mesmo que “degenerativa”, no sentido lakatosiano).

Essa “rede freudiana” é uma rede neural com a interessante propriedade de conservação global das ativações neuronais, uma regra específica para o escoamento dessas quantidades, e outra para a alteração dos pesos das conexões (aprendizado). Esboçamos agora um pequeno resumo do modelo apresentado no *Projeto*, seguido de uma descrição da simulação computacional.

O modelo freudiano consistia de uma orquestra de neurônios divididos em três tipos: o sistema de neurônios  $\phi$  estava ligado à percepção do mundo externo; o sistema  $\psi$  consistia da memória e dos processos psíquicos em geral; o sistema  $\omega$  estava ligado à consciência. Freud postulou que os neurônios podem armazenar uma certa quantidade  $Q$ , que pode ser pensada como um fluido ou uma energia que se conserva no sistema. Esta energia entra no sistema através de estímulos externos (através de  $\phi$ ) e endógenos (através de  $\psi$ , como por exemplo a fome), e sai através de descargas motoras ou verbais. Os neurônios são separados por “barreiras de contato”, que represam uma certa quantidade  $Q$  em cada neurônio. Há uma tendência natural dos neurônios de se desfazerem da  $Q$  neles armazenadas (princípio da “constância”), mas isso só ocorrerá se a “ocupação”  $Q$  exceder o limiar da barreira de contato. Neste processo ocorre sempre uma “facilitação” permanente nas barreiras, ou seja, seu limiar de descarga abaixa. Este é o mecanismo básico para a formação da memória em  $\psi$ .

Além desta “lei de facilitação”, Freud também postulou uma “lei de associação por simultaneidade”, que diz que a  $Q$  em um neurônio é atraída para um neurônio vizinho que esteja simultaneamente ocupado. Esta regra é diferente da lei de Hebb, que afirma que uma facilitação *permanente* ocorre nessas condições, mas esta pode ser derivada das leis freudianas de associação e de facilitação.

Consideremos agora um primeiro exemplo de funcionamento do sistema neural freudiano. Um bebê tem um conjunto de seus neurônios  $\psi$  “nucleares” preenchidos de  $Q$  de origem endógena, devido à fome. Ocorre uma certa descarga desta energia através do choro, mas a acumulação e o desprazer persistem. De repente sua mãe chega para lhe dar de mamar, e com o leite cessa o acúmulo endógeno de  $Q$ . Um movimento reflexo descarrega a  $Q$  restante. Pelas leis de associação e de facilitação, vai ocorrendo uma facilitação permanente entre os neurônios nucleares e certos neurônios mnêmicos, como os que representam a mãe e os que representam os movimentos reflexos. Algumas horas depois, com o restabelecimento do estado de desejo, ocupam-se em seguida esses dois conjuntos de neurônios mnêmicos, e

produz-se uma alucinação com a imagem da mãe. Como o indivíduo aprende a distinguir alucinações de percepções será um dos grandes problemas discutidos no *Projeto*.

Tomemos um segundo exemplo. Suponha que um cachorro agrida uma criança, trazendo-lhe dor. A memória traumática do cachorro (neurônio  $a$ ) associa-se a um neurônio de desprazer ( $b$ ), e toda vez que ela pensa no cachorro, ela sente esse desprazer. Entra em cena então o que Freud chamou de “defesa primária” ou repressão. O mecanismo da defesa primária é a “ocupação lateral” (catexia colateral), coordenada por uma organização complicada de neurônios ocupados que Freud chamou de “ego”. O ego tem a tarefa de ocupar simultaneamente o neurônio associado à imagem hostil ( $a$ ) e um outro neurônio ( $\alpha$ ), de forma a estabelecer, graças à lei de associação, uma facilitação maior entre estes dois do que entre  $a$  e  $b$ . Assim, das próximas vezes que a criança lembrar do cachorro, ela não mais sentirá desprazer.

O mecanismo da ocupação lateral foi a primeira simulação feita com nossa rede conexionista. A quantidade  $Q$  armazenada em um neurônio  $i$  é identificada com a ativação  $a_i$  deste. A “barreira de contato” freudiana, entre dois neurônios  $i$  e  $j$ , é o inverso do peso  $w_{ij}$  da conexão, ou seja, é  $1/w_{ij}$ . Supomos que  $Q$  flui apenas em um sentido. Em nossa simulação, as ativações e pesos alteram-se a cada instante discreto (ou seja, a cada ciclo).

As regras a serem implementadas envolvem uma Regra de Escoamento, que descreve como as  $Q$ 's se distribuem com o passar do tempo em função dos pesos  $w_{ij}$ , e uma Regra de Aprendizado, que estipula como esses pesos se alteram a cada ciclo.

Dado um neurônio ocupado  $i$ , ocorre descarga se sua ativação  $a_i$  superar o limiar  $\theta_{ij}$  de alguma conexão. Considerando o princípio da constância, tomaremos este limiar como sendo igual ao valor da barreira de contato:  $\theta_{ij} = 1/w_{ij}$ . Para um dado neurônio ocupado, se sua ativação  $a_i$  superar o limiar  $\theta_{ij}$  de pelo menos uma conexão, então, em nosso modelo simples, toda a  $Q$  do neurônio escoar pelas conexões para as quais  $a_i > \theta_{ij}$ . A *Regra de Escoamento* escolhida estipula que a quantidade  $q_{ij}$  que escoar por cada um destas conexões é proporcional aos valores dos limiares.

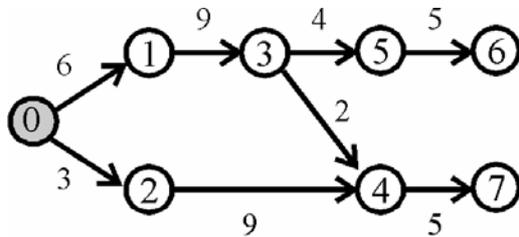
A *Regra de Aprendizado* exprime como o peso  $w_{ij}$  de uma conexão varia a cada ciclo. Dois processos entram em jogo aqui. A lei de facilitação diz que  $w_{ij}$  varia monotonicamente com a quantidade  $q_{ij}$  que passa pela conexão; estipulamos assim uma variação linear, proporcional a uma constante  $C_w$ . A lei de Hebb postula que  $w_{ij}$  aumenta quando as atividades  $a_i$  e  $a_j$  são ambas diferentes de zero no mesmo instante; assim, tomamos o aumento de  $w_{ij}$  como proporcional ao produto  $a_i \cdot a_j$ , multiplicado por outra constante  $C_a$ . Em suma, tomando  $t$  como um instante de tempo, temos:

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + C_w \cdot q_{ij}(t) + C_a \cdot a_i(t) \cdot a_j(t).$$

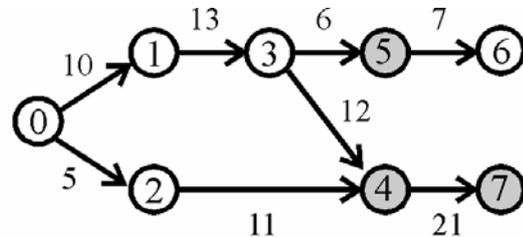
Nota-se que a lei de associação por simultaneidade foi ignorada ao se definir a regra de escoamento (ao contrário do que fez Freud), mas seu efeito foi incorporado na lei de Hebb usada na regra de aprendizado. Numa simulação preliminar, tentamos seguir Freud e incorporar a lei de associação apenas na regra de escoamento, na expectativa de que a lei de Hebb surgisse naturalmente (a partir das facilitações ocorridas em consequência da lei de associação). Porém, o efeito para o aprendizado foi muito pequeno, da mesma ordem de grandeza das facilitações obtidas pelo princípio da constância.

A rede freudiana que acabamos de descrever foi implementada utilizando a linguagem computacional SCHEME (um dialeto de LISP). Testamos essas regras utilizando uma rede de simples, indicada na Figura, para  $C_w = 0,1$  e  $C_a = 0,5$ . Neste circuito, uma ocupação de valor 1 é introduzida no neurônio ① a cada três ciclos. Boa parte desta quantidade (44%) atinge uma memória traumática em ⑤, gerando desprazer em ⑥. Porém, a rede foi construída de forma a

haver uma ocupação simultânea em ③ e ④. Esta associação por simultaneidade faz com que os pesos iniciais  $w_{35} = 4$  e  $w_{34} = 2$  passem, após 200 ciclos, para os valores  $w_{35} = 6$  e  $w_{34} = 12$ , de forma que agora apenas 23% da ocupação inicial atinge ⑥, e o restante gera uma descarga motora em ⑦. Aumentando-se o valor da constante  $C_a$ , este desvio de ocupação pode se dar a uma taxa mais rápida.



Ciclo 1



Ciclo 200

Este exemplo trivial mostra que o mecanismo da *ocupação lateral* pode ser modelado pela rede freudiana. Na comunicação oral, apresentaremos um modelo mais sofisticado de ocupação lateral que segue de perto as sugestões originais de Freud. Para isso, introduzimos também um parâmetro adicional na regra de escoamento que dá conta da “vazão” das conexões, o que pode ser intuitivamente compreendido pensando no modelo freudiano como um sistema hidrodinâmico. Esta vazão corresponde à espessura dos canos (as conexões) que ligam os reservatórios (os neurônios). Desta forma, é possível um neurônio nuclear enviar constantemente uma notícia de desprazer para a consciência sem ser descarregado (o “cano” que conduz  $Q$  para  $\omega$  seria muito fino).

Gostaria de agradecer a Osmyr Gabbi Jr., em cujo curso estudei o *Projeto*, e a Carmen Milidoni por me explicarem vários detalhes da obra de Freud, e a Paulo Blinder, pelas sugestões em nosso efêmero Grupo de Filosofia-da-Ciência Computacional e Computação Cognitiva (FICÇÕES), no CLE-Unicamp.

### Bibliografia

FREUD, S., *Projeto de uma Psicologia*, tradução comentada de Osmyr Gabbi Jr., Imago, Rio de Janeiro, 1995. Original em alemão redigido em 1895 e publicado postumamente em 1950.