

# Psicologia del llenguatge

Conceptes bàsics

Pedro J. Ramos Ramos

PID\_00151862



Universitat Oberta  
de Catalunya

[www.uoc.edu](http://www.uoc.edu)



# Índex

<b>Introducció</b> .....	5
<b>Objectius</b> .....	6
<b>1. El coneixement lingüístic</b> .....	7
1.1. El coneixement del sistema de sons .....	8
1.2. El coneixement de les paraules .....	8
1.3. El coneixement sintàctic i la creativitat del llenguatge .....	11
<b>2. El "llenguatge" dels animals</b> .....	15
<b>3. Història de la psicolingüística moderna</b> .....	18
3.1. La influència de Chomsky i l'etapa "lingüística" .....	18
3.2. La metàfora de l'ordinador i la intel·ligència artificial .....	19
3.3. El ressorgiment del connexionisme .....	21
3.4. La psicolingüística al començament del segle XXI.....	23
<b>Bibliografia</b> .....	25



## Introducció

La psicolingüística o psicologia del llenguatge estudia com es representa en la ment o el cervell dels parlants el coneixement lingüístic, com s'utilitza o es processa aquesta informació per a produir i comprendre les expressions lingüístiques i com adquirim aquestes capacitats els éssers humans.

La lingüística és la disciplina que mira de descriure l'estructura d'una llengua (o de les llengües en general), incloent-hi la gramàtica, el sistema de sons i el vocabulari. Per als lingüistes, una llengua és un sistema estructurat que es pot dividir en parts o subsistemes: fonologia, morfologia, lèxic, sintaxi, semàntica i pragmàtica. Entre les disciplines que estudien el llenguatge, a més de la lingüística i la psicolingüística hi ha també la filosofia, la neurociència cognitiva i la intel·ligència artificial (IA).

### Activitat

Proveu de donar la vostra pròpia definició de *llenguatge humà* i després compareu-la amb les característiques del coneixement lingüístic que s'expliquen més avall.

Utilitzar el llenguatge ens pot semblar una cosa aparentment senzilla i natural ja que la majoria de vegades el nostre cervell ens permet de parlar i entendre el que se'ns diu en temps real i sense fer cap esforç conscient. Tanmateix, es tracta d'una capacitat específicament humana i d'una complexitat extraordinària. Pensem en les dificultats que comporta aprendre una segona llengua o en els problemes que tenen per a comunicar-se les persones que han tingut una lesió cerebral que els ha afectat el llenguatge. Una altra mostra d'aquesta complexitat es troba en les dificultats de la intel·ligència artificial (IA) de desenvolupar robots o màquines que siguin capaços de processar el llenguatge natural d'una manera reeixida. Els éssers humans, per exemple, resollem contínuament l'ambigüitat de moltes expressions lingüístiques sense ser conscients de la complexitat de processament que requereix això, com mostra el fracàs de programes molt complexos d'IA que han tractat de resoldre el mateix problema.

### Activitat

Se us acudeix algun altre exemple o cas en què per a produir o entendre una expressió lingüística es requereixi un esforç conscient?

#### Intel·ligència artificial

La IA és una disciplina que tracta d'aconseguir que els ordinadors facin tasques que requereixen intel·ligència, com reconèixer la parla, reconèixer visualment objectes, entendre un discurs o raonar. A part de les aplicacions tecnològiques que pot tenir la IA, també ens pot informar de la manera com fem aquestes tasques els éssers humans.

## Objectius

Aquest primer mòdul tracta d'introduir l'alumnat en l'estudi d'una de les facultats més sofisticades i complexes de la ment humana: el llenguatge.

- 1.** En aquest mòdul es presenta la naturalesa del llenguatge humà a partir del coneixement complex, inconscient, que tenen tots els parlants d'una llengua per a poder utilitzar-la. L'anàlisi del coneixement lingüístic ens permet d'entendre quins problemes ha de resoldre el cervell per a poder processar el llenguatge i quines són les característiques que fan que el llenguatge sigui una facultat exclusiva de l'espècie humana.
- 2.** S'analitzen també les diferències bàsiques entre el llenguatge humà i altres sistemes de comunicació que utilitzen els animals.
- 3.** Una altra de les proves de la complexitat del llenguatge és que la psicolingüística comparteix l'objecte d'estudi amb altres disciplines com la lingüística, la intel·ligència artificial, la neurociència cognitiva o la filosofia (en conjunt, totes aquestes disciplines formen el que es coneix com a *ciència cognitiva*).
- 4.** No es pretén que l'alumnat adquireixi un coneixement profund de totes aquestes disciplines, sinó que prengui consciència de la necessitat d'estudiar el llenguatge de manera multidisciplinària i que entengui la influència que tenen o han tingut cadascuna d'aquestes disciplines des d'un punt de vista històric en la psicolingüística i també les diferències que separen aquestes disciplines.

## 1. El coneixement lingüístic

Per a entendre la manera en què el cervell processa el llenguatge, s'ha de considerar la naturalesa del coneixement lingüístic.

Per exemple, si el llenguatge no fos il·limitat i consistís simplement en un conjunt finit d'expressions o oracions que s'emmagatzemen en la nostra memòria, llavors a l'hora d'expressar un pensament o significat només hauríem de recuperar de la memòria l'expressió que hi ha associada a aquest pensament. La comprensió d'una oració comportaria el procés invers i, per tant, es tractaria de recuperar en la nostra memòria una associació que hi ha entre els sons que sentim i els significats que representen aquests sons.

Tanmateix, com veurem, el coneixement necessari per a utilitzar el llenguatge és molt **més complex**.

Un infant de 5 anys té gairebé la mateixa competència que els seus pares a l'hora de parlar o entendre la seva llengua (materna). Tanmateix, per a mantenir una conversa, per més simple que sigui, es requereix un coneixement lingüístic molt profund i còmputos molt complexos, que no són accessibles a la consciència. Qualsevol parlant de la llengua catalana pot produir o entendre sense problemes una oració com la que es mostra en (1), que té dues clàusules de relatiu, encara que no sàpiga què és una clàusula de relatiu:

(1) Obama, que va néixer a Kenya i que ara és ciutadà nord-americà, vol accelerar l'aprovació de la reforma sanitària.

De manera semblant, se sap que en el nostre **sistema visual**, i en el sistema visual d'un bon nombre d'animals, les neurones duen a terme operacions matemàtiques molt complexes com convolucions periòdiques, transformades de Fourier, laplacianes, etc. Ni aquests animals ni la majoria dels humans les "coneixen" i ni tan sols n'han "sentit" a parlar mai. Sembla, però, que les seves neurones sí que duen a terme aquestes operacions. I sembla que fins i tot són més complexes ja que, malgrat els milions de dòlars que s'han invertit i el talent dels nombrosos investigadors que treballen en robòtica i IA, els robots actuals són molt lluny de dur a terme aquestes tasques de la manera eficient amb què ho fa el nostre cervell.

En el cas de **mantenir l'equilibri** (simplement aguantar-se dret o caminar) es requereix integrar informació molt diversa (visió, sistema vestibular, informació propioceptiva, etc.) i computar-la de manera adequada per a decidir, segons aquesta informació, quines ordres precises s'han de donar a desenes i desenes de músculs. La robòtica actual és molt lluny d'aconseguir el que la major part dels animals o els infants duen a terme amb una precisió extrema.

Com en el cas de la visió i de mantenir l'equilibri, en el cas del **llenguatge** tenim un coneixement molt complex del qual no som conscients. Ens podem preguntar ara **què saben els parlants del català, de l'anglès, de l'àrab o del quítxua?**

### 1.1. El coneixement del sistema de sons

En part, saber una llengua vol dir saber quins **sons** (o signes<sup>1)</sup> formen part d'aquesta llengua i quins no. El coneixement inconscient que tenim dels sons d'una llengua es mostra, per exemple, quan volem pronunciar paraules d'una llengua estrangera.

<sup>(1)</sup>Quan es fa referència a una "llengua", hi incloem tant el llenguatge parlat com el de signes, llevat que es faci referència específicament a una d'aquestes dues classes de llenguatge.

Quan els francesos parlen anglès sovint pronuncien paraules com *this* i *that* com si es lletregessin *zis* i *zat*. El so anglès representat per les lletres inicials *th* no forma part de l'inventari de sons del francès i aquests errors de pronunciació revelen un coneixement inconscient d'aquest fet. De la mateixa manera, els parlants del xinès tenen dificultats per a distingir els fonemes /r/ i /l/ del català, que són molt semblants acústicament, i utilitzen el seu fonema nadiu /l/ tant per a pronunciar la paraula *lata* com per a pronunciar la paraula *rata*.

El coneixement que tenim dels sons d'una llengua, a més d'incloure'n l'inventari de sons, també inclou les **regles per a combinar aquests sons**: els sons que poden començar o acabar una paraula i els sons que poden anar seguits dins d'una paraula.

Considerem un joc de completar paraules com el que apareix en el programa de televisió *La ruleta de la fortuna*, en el qual un concursant ha d'endevinar les lletres que falten en la seqüència "\_SS\_I\_". El concursant no escollirà a l'atzar les lletres que falten per a completar la paraula ja que sap, de manera no conscient, que la probabilitat que tenen algunes lletres d'aparèixer en una determinada posició és molt més alta que no unes altres.

Per exemple, la probabilitat d'utilitzar una consonant en la primera posició és pràcticament de zero ja que les regles apreses per a combinar sons en català impedeixen que una paraula comenci amb tres consonants seguides. Els infants ghanesos, en canvi, aprenen que en el seu idioma una paraula pot començar amb tres consonants seguides, com en el cas de la paraula *Nkrumah* (nom d'un expresident de Ghana).

#### Activitat

Com ens pot ajudar el coneixement que tenim dels sons de la nostra llengua a reconèixer una paraula que no hem sentit bé en un ambient sorollós?

### 1.2. El coneixement de les paraules

Saber una llengua també implica saber que algunes seqüències de sons corresponen a determinats conceptes o **significats**. Si no sabem una llengua, la majoria de les paraules (i de les oracions) d'aquesta llengua seran incomprendibles ja que la relació que hi ha entre els sons de la parla i els significats que representen és arbitrària o basada en una convenció entre els parlants d'una llengua (exceptuant les onomatopeies).

Si sabem el significat d'una paraula, com per exemple *casa*, no podem utilitzar aquesta informació per a predir el significat d'altres paraules que tenen una forma semblant, com *cosa*, *cas*, *passa*, *massa*, *tassa* o *saca*. D'altra banda,



paraules que tenen el mateix significat poden tenir formes molt diferents en idiomes diferents: *house*, *maison*, *dom* o *jiā*. Aquestes paraules corresponen a la traducció de *casa* en anglès, francès, rus i xinès.

Els éssers humans tenim la capacitat sorprenent d'aprendre un nombre immens d'associacions arbitràries entre la forma i el significat de les paraules. S'estima que un infant de 6 anys pot saber fins a 13.000 paraules i que, en acabar el batxillerat, en sabem entorn de 60.000. Una persona adulta pot saber més de 100.000 paraules, segons el seu nivell de lectura, però independentment del nivell educatiu, continuem aprenent paraules noves al llarg de la nostra vida.

Les **paraules** són una part important del coneixement lingüístic; tanmateix, podem saber milers de paraules d'una llengua i, tot i això, no saber aquesta llengua. Qualsevol persona que no domini un idioma estranger i que hagi provat de comunicar-se només a partir d'un diccionari ha comprovat aquest fet. Encara que tinguem un diccionari, tindrem dificultats per a formar les oracions més simples. Ningú no parla amb paraules aïllades.

Imaginem-nos que som a Dublín i que busquem la botiga més propera per comprar piles d'una càmera de fotos. Amb l'ajut del nostre diccionari preguntem: *Where-shop-camera-battery-near?* Al cap d'uns quants intents, un nadiu irlandès acabaria entenent-nos i ens assenyalaria la direcció de la botiga més propera. Si ens contesta parlant, però, probablement no entendrem el que diu i li haurem de demanar que ens parli més a poc a poc. Podríem sentir una cosa semblant a *theshopisrightaroundthecorner*. El nostre diccionari tampoc no ens serviria de gaire ja que no sabríem on comença i on s'acaba cada paraula.

Separem les paraules en escriure-les, però quan parlem no fem pauses entre la majoria de les paraules (en un espectrograma es pot veure que el senyal de la parla és continu i que no hi ha una separació entre diferents paraules).

Tot i que, com hem vist, saber les paraules d'una llengua no vol dir que sapiguem aquella llengua, sense les paraules seríem incapaços de transmetre els pensaments amb el llenguatge o d'entendre els pensaments que ens transmeten els altres. Un parlant de llengua anglesa no té cap problema a segmentar la resposta del nostre interlocutor en l'exemple anterior en les paraules individuals *the*, *shop*, *is*, *right*, *around*, *the* i *corner* perquè aquestes paraules formen part del seu diccionari mental o lexicó i, de fet, li semblarà obvia la presència d'aquestes paraules.

### **Quina informació tenim en el nostre lexicó quan sabem una paraula o l'hem apresada?**

La informació associada a cada paraula en el nostre lexicó inclou el seu **so** (pronúncia) i el **significat** o diversos significats (de fet, la majoria de paraules que sabem tenen diversos significats). Com que la relació entre el so i el significat d'una paraula és arbitrària, podem tenir emmagatzemades paraules amb

un mateix so i diferents significats (*cec* i *séc*), i paraules amb el mateix significat i diferents sons (*ordinador* i *computadora*). Per als parlants alfabetitzats en el lèxic, també s'inclou l'ortografia de les paraules que sabem (com es lletregen).

També tenim un coneixement no conscient de l'estructura interna o **morfològia** de cada paraula. La nostra intuïció ens diu que una paraula com *far* no es pot dividir en parts significatives. En canvi, la paraula *fars* es pot dividir en dues parts: *far* més un element final, *-s* (un morfema<sup>2</sup> gramatical que marca la noció de plural). Aquest coneixement, que no s'ensenya de manera explícita, es pot utilitzar per a formar el plural de qualsevol paraula, fins i tot d'una paraula inventada, sense sentit (o pseudoparaula), que no s'hagi vist mai abans. Els infants en edat preescolar, per exemple, passen amb èxit el test del *bure*: *Aquí hi ha un bure. Ara n'hi ha un altre: n'hi ha dos. Ara hi ha dos \_\_\_\_*. La seva tasca consisteix a dir la paraula que falta. Això ens indica que no tenim simplement llistades totes les paraules en el nostre lèxic, sinó que en podem crear de noves a partir de les que ja sabem utilitzant les regles de la morfologia.

<sup>(2)</sup>Un morfema és la unitat lingüística més petita que té significat.

### Activitat

Escriu una regla per a la formació del plural en català.

En el nostre lèxic també s'especifica la **categoria lèxica** o **classe sintàctica** de cada paraula, és a dir, si es tracta d'un nom, un pronom, un verb, un adjectiu, un adverb, una preposició o una conjunció. Pot ser que no sapiguem conscientment que tenim emmagatzemada la forma *traça* com un verb i un nom, però si no tinguéssim aquesta informació no podríem formar o entendre oracions com les que es mostren en (2) i en (3), ni distingir les oracions gramaticals de les agramaticals.

(2) Una equació de segon grau traça la trajectòria seguida per la nau espacial.

(3) No té gens de traça a fer vestits.

Hi ha l'evidència que en el nostre lèxic la informació s'organitza segons la categoria lèxica de les paraules. Per exemple, durant el procés d'adquisició del llenguatge, els nens (de parla anglesa) produeixen expressions com *a John* però no com *a eat*.

### Activitat

Per què són una evidència favorable a l'existència de categories lèxiques aquesta classe d'expressions?

Una altra d'evidència es troba en les dissociacions que tenen els pacients que han tingut una lesió cerebral que els ha afectat el llenguatge. Alguns pacients tenen molt més ben preservades les paraules de contingut (noms, verbs i adjectius) que les paraules funcionals (determinants, preposicions i conjuncions), mentre que hi ha altres pacients en què s'observa el patró invers. També s'han descrit pacients que tenen preservada la capacitat per a produir noms però que

tenen una capacitat molt minvada per a produir verbs, i al revés, pacients que poden produir amb una certa facilitat verbs però que tenen dificultats a l'hora de produir noms.

### 1.3. El coneixement sintàctic i la creativitat del llenguatge

Un dels fets més sorprenents sobre el llenguatge humà és que els parlants que "saben" una llengua poden crear i entendre un **nombre infinit d'oracions**. També som capaços de produir oracions noves, que mai no s'han produït abans, i d'entendre oracions que no hem sentit mai abans. Considerem una oració com la que es mostra en (4):

(4) La multinacional índia Bharti Airtel va reiterar, també el 2009, la seva ofensiva sobre la sud-africana MTN, la unió de la qual crearia un altre gegant més en el sector de les telecomunicacions procedent dels països emergents.

Encara que amb seguretat no hàgim vist ni sentit mai aquesta oració, la podem entendre sense cap dificultat (fins i tot encara que desconeguem el significat d'algunes de les paraules que la formen). Aquesta creativitat o productivitat és possible gràcies a una característica essencial del llenguatge humà: podem construir un conjunt infinit d'oracions a partir de la combinació d'un nombre finit, encara que molt gran, d'elements (les paraules del nostre vocabulari). A més, els principis que regeixen aquesta capacitat combinatòria ens permeten de crear expressions arbitràriament llargues. A partir de qualsevol de les oracions que hi ha en una llengua es pot crear una oració nova més llarga. Fixem-nos en les oracions que es mostren en (5):

- (5)
- a) Aquest és el vehicle.
  - b) Aquest és el vehicle que la policia va registrar.
  - c) Aquest és el vehicle robat que la policia va registrar als afores de Marsella.
  - d) Aquest és el vehicle tot terreny, robat i amb matrícula falsa que la policia francesa va registrar meticulosament quan va aconseguir el permís del jutge en una operació anti-droga als afores de Marsella.

I podem continuar allargant l'oració indefinidament de diferents maneres, com ara mitjançant múltiples modificadors adjectius i preposicionals, mitjançant successives clàusules de relatiu inserides<sup>3</sup> o mitjançant la conjunció de diferents oracions.

**Quin coneixement lingüístic tenen els parlants d'una llengua per a ser capaços de crear i entendre infinites oracions? Com és possible que puguem crear i entendre oracions arbitràriament llargues? Com es combinen les paraules per a formar les oracions? És impossible fer una llista i emmagatzemar totes les oracions possibles d'una llengua ja que el nombre d'oracions en qualsevol llengua és infinit. El nostre cervell és finit i, per tant, no pot emmagatzemar infinites oracions. Fins i tot en el cas, però, que tinguéssim una**

<sup>(3)</sup>Es diu que una categoria sintàctica A és inserida (de l'anglès *nested*) dins una altra categoria B si B conté A, un constituent a l'esquerra de A, i un altre constituent a la dreta de A. Fixem-nos en l'exemple següent: [El ratolí [que [el gos havia mossegat]] perseguia]] es va menjar el formatge]. En aquesta oració la clàusula de relatiu (CR) *que el gat ... perseguia* és inserida dins l'oració *el ratolí ... es va menjar el formatge*. A més, una segona CR, *que el gos havia mossegat*, és inserida dins la primera oració, *el gat ... perseguia*, que també era inserida.

capacitat d'emmagatzemament infinita, com és possible que puguem crear o entendre oracions noves? Oracions que, com que no hem sentit mai abans, no hem tingut l'oportunitat de memoritzar.

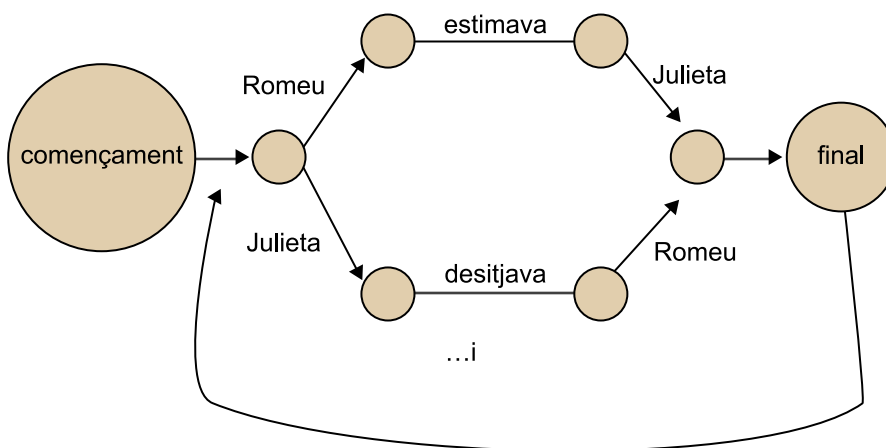
Una solució possible al problema de la combinatorietat podria consistir simplement a afegir paraules del nostre vocabulari una darrere de l'altra i agrupar-les en qualsevol ordre. Òbviament, però, aquesta resposta no és satisfactòria, com mostren els exemples següents (en la literatura sintàctica s'acostumen a marcar amb un asterisc les oracions que no estan ben formades o són agramaticals):

- (6)
- a) En Joan va decidir fer-li un petó.
  - b) \*En Joan li va decidir fer un petó.
  - c) Els nois van veure el gat negre que creuava el carrer.
  - d) \*Nois els van veure el negre carrer que creuava gat el.
  - e) La música clàssica m'agrada molt.
  - f) \*La música molt m'agrada clàssica.

Les oracions marcades amb un asterisc, que els parlants del català considerem mal formades, ens mostren que tenim un coneixement que ens permet de decidir quines seqüències o combinacions de paraules formen una oració gramatical i quines no. Els exemples anteriors també mostren que no n'hi ha prou de saber les paraules d'una llengua per a donar compte de la creativitat del llenguatge. A més de les paraules, s'ha de tenir una altra mena de coneixement per a "saber" com s'han de combinar de manera gramatical.

Des d'un punt de vista computacional, la manera més simple de combinar les paraules en un determinat ordre per a crear o analitzar un nombre il·limitat d'oracions es basa en un mecanisme de cadenes de paraules; tècnicament, es coneix com un *autòmat d'estats finits*. Podem representar aquest mecanisme (vegeu la figura següent) com un conjunt d'estats (l·listes de paraules) i un altre conjunt de "fletxes" que indiquen la direcció de cadascuna de les transicions possibles entre paraules, és a dir, com s'ha de passar d'una paraula a la següent.

Autòmat d'estats finits



### Llargada de les oracions

Encara que teòricament es poden construir oracions arbitràriament llargues, com hem vist en l'exemple anterior, és poc probable que ocorrin oracions exageradament llargues en el nostre ús habitual del llenguatge per les limitacions que ens imposen els nostres sistemes de memòria i atenció i, sens dubte, perquè se'ns acabaria la paciència.

Un **autòmat d'estats finits** (AEF), a més, es pot sofisticar assignant una probabilitat específica a cadascuna de les transicions possibles entre diferents estats (aquests AEF es coneixen com a *models de Markov*). En el llenguatge natural la probabilitat de transició entre diferents paraules també varia.

**Exemple**

Per exemple, la probabilitat que *vell* succeeixi a *home* és molt més alta que la probabilitat que *bastant* succeeixi a *els*.

En qualsevol cas, el lingüista **Noam Chomsky** (1957), utilitzant l'aparell formal desenvolupat per la teoria matemàtica de la computació, va mostrar que el llenguatge natural no es pot descriure a partir d'un AEF. Els AEF, per exemple, no poden generar oracions que continguin expressions o clàusules inserides. En aquesta classe d'oracions, si considerem l'ordre serial de les paraules, l'ocurrència de la paraula  $n+1$  no depèn de la paraula immediatament anterior, la paraula  $n$  (ni de les  $m$  paraules anteriors), sinó que pot dependre de l'ocurrència d'una altra paraula que apareix un nombre indefinit de posicions abans. Considerem l'exemple en (7):

(7) El gat que perseguia el ratolí que es va menjar el formatge va acabar a la teulada.

L'ocurrència de la tretzena paraula en aquesta oració no depèn de la dotzena paraula, sinó que depèn de les dues primeres: si canviem *el gat* per *els gats*, llavors també hem de substituir *va acabar* per *van acabar* perquè l'oració continuï essent gramatical. Aquest exemple mostra que per a "saber" combinar les paraules s'ha de tenir una representació mental de l'estructura interna (o jeràrquica) d'una oració i que, per tant, no n'hi ha prou de tenir un coneixement estadístic sobre les transicions o associacions entre paraules.

A més de les paraules, calen un seguit de regles o principis estructurals, que són finits, i que determinen com es combinen les paraules. Aquestes regles no les aprenem a partir del coneixement explícit que ens ensenyen al col·legi o a l'institut en les classes de gramàtica o de sintaxi, sinó que són regles no conscients que adquirim de petits a mesura que aprenem la nostra llengua materna.

**Activitat**

Per què et sembla que és tan complicat aprendre una segona llengua només a partir del coneixement que s'ensenyava en una acadèmia d'idiomes? Quin seria un mètode d'aprenentatge més bo?

La **creativitat del llenguatge** i la necessitat de les **representacions mentals** van ser els arguments principals que va fer servir Chomsky per a atacar les explicacions del conductisme sobre el comportament lingüístic que van dominar la psicologia durant la primera meitat del segle XX. Segons els **conductistes**, el coneixement necessari per a combinar les paraules es podia caracteritzar com una cadena d'associacions successives "estímul-resposta" apreses, però, com acabem de veure, els parlants de qualsevol llengua han de tenir una representació mental de l'estructura interna de les oracions.

**Activitat**

Per què la creativitat del llenguatge és un argument per a atacar les explicacions del conductisme sobre el comportament lingüístic?

**Activitat**

Qui sap més morfologia, semàntica, fonologia o sintaxi, les nostres neurones o els lingüistes actuals?

## 2. El "llenguatge" dels animals

És una propietat exclusiva de l'espècie humana el llenguatge? La idea que els animals es poden comunicar o, fins i tot, poden parlar com els éssers humans és immersa en la nostra cultura i es transmet amb rondalles i pel·lícules de ficció com per exemple la famosa *Dr. Dolittle*. Segurament tots hem vist alguna vegada algú que parla amb el gos mentre el treu a passejar, i que es comporta com si el gos l'entengués.

Si considerem el llenguatge només com un **sistema de comunicació**, llavors sembla que és clar que els animals també es comuniquen i que ho fan de manera molt diversa. Les formigues es comuniquen mitjançant missatges químics o feromones, les abelles mitjançant una "dansa particular", els ocells cantant i els simis cridant. Els éssers humans també utilitzem altres sistemes a part del llenguatge natural per a comunicar-nos, com per exemple el llenguatge corporal o l'expressió facial. Tanmateix, l'interessant és comparar els sistemes de comunicació que utilitzen altres espècies amb el coneixement lingüístic que tenim els éssers humans, que, com hem vist en l'apartat anterior, adquirim quan som infants, sense cap instrucció explícita, i que usem de manera creativa (no com una resposta automàtica als estímuls que rebem).

El fet que alguns animals, com els **lloros**, puguin imitar la parla humana no vol dir que tinguin llenguatge (humà). Els sons de la parla no són una condició indispensable per a definir el llenguatge, com mostra el sistema de signes que utilitzen les persones sordes per a comunicar-se. A més, en el cas del llenguatge humà, els sons de la parla o els gestos estan associats a certs significats, que poden ser molt complexos, cosa que no passa amb els sons que són capaços de produir els lloros o altres aus. Si els sons de la parla no són una condició indispensable per al llenguatge, ens podem plantejar llavors si altres sistemes de comunicació animal, com els que utilitzen les abelles, els ocells o els simis, són equivalents al nostre llenguatge.

Quan una **abella** torna al rusc després d'haver trobat aliment, fa una "dansa" complexa que indica als altres membres del rusc la localització exacta de la font de menjar (Von Frisch, 1974). Aquest patró de dansa complex permet d'indicar la distància (segons la taxa a què mou la cua) i la direcció (respecte a la posició del sol) del nèctar, i també la riquesa d'aquest nèctar. Tanmateix, encara que aquest sistema de comunicació és molt efectiu per a les abelles i els permet de crear un nombre il·limitat de missatges nous, tots els missatges, a diferència del que passa amb el llenguatge humà, fan referència a un sol tema, la localització del menjar. Aquesta falta de flexibilitat i de creativitat no permet a les abelles de transmetre un missatge com ara "Avui he vist un camp de flors molt bonic; hi podríem anar demà".

En el cas del cant i de les crides de moltes espècies d'ocells hi ha una similitud amb el llenguatge humà ja que no solament es pot establir una funció comunicativa sinó també una divisió de "dialectes" dins una mateixa espècie. Les crides, que consisteixen en una nota curta o en més d'una nota, serveixen per a transmetre missatges associats amb el seu entorn immediat (perill, aliment, tornar al niu, agrupar-se, etc.). Les cançons, que consisteixen en patrons més complexos de notes, s'utilitzen per a delimitar el territori i per a atreure les parelles.

Tanmateix, les crides i les cançons dels ocells són sistemes de comunicació molt diferents del llenguatge humà. No hi ha evidència que hi hagi una estructura interna en les cançons dels ocells ni que es puguin segmentar en parts independents amb significat, com passa amb les paraules del nostre llenguatge. A més, els missatges que poden transmetre els ocells són limitats i són controlats pels estímuls del seu entorn immediat. No són creatius en el sentit que puguin combinar les mateixes unitats (o notes) per a transmetre una gran varietat de missatges amb diferents significats. En el cas de les cançons territorials, per exemple, un missatge més elaborat i complex només serveix per a indicar la intensitat o força amb què un ocell està disposat a defensar el seu territori.

Si avancem en l'escala evolutiva, les **mones verdes** utilitzen diferents crides d'alarma per a alertar contra la presència de depredadors específics com àguiles, lleopards o serps (Demers, 1988). Quan es produeix la crida "lleopard", les mones s'afanyen a enfilarse a dalt de tot dels arbres; si es produeix la crida "àguila", les mones miren cap amunt i corren a amagar-se als arbusts, i, si es produeix la crida "serp", les mones es queden dretes, de dues potes, i miren al seu voltant. Tanmateix, no hi ha evidència de la utilització d'un sistema de comunicació complex que sigui combinatori i que permeti a les mones verdes de desenvolupar tòpics nous de conversa quan canvia el seu entorn. Les mones no poden expressar coses com "¿Has vist aquesta àguila tan grossa que vola just a sobre nostre? Val més que marxem corrents". Tampoc no hi ha evidència que les mones verdes facin les crides d'alerta amb la intenció de canviar l'estat mental de les altres mones que les senten.

Podem concloure, per tant, que hi ha sistemes de comunicació animal que permeten de transmetre missatges entre els membres d'una espècie i que comparteixen algunes propietats amb el llenguatge humà. Tanmateix, aquests sistemes de comunicació són qualitativament diferents del llenguatge humà ja que no tenen la capacitat d'expressió del nostre llenguatge.



La riquesa d'expressió del llenguatge humà es manifesta en la capacitat que tenim de parlar sobre un nombre il·limitat de coses, i, com hem vist anteriorment, això és possible gràcies a la combinació d'un nombre limitat de paraules i de regles que permeten de combinar les paraules.

#### **Lectura recomanada**

Per a una revisió exhaustiva sobre les diferències entre els sistemes de comunicació animal i el llenguatge humà, vegeu Hauser (1996) i Hillix (2007). Per a una revisió sobre els intents d'ensenyar el llenguatge humà als primats, vegeu Savage-Rumbaugh i Brakke (1996) i Rivas (2005).

### 3. Història de la psicolingüística moderna

#### 3.1. La influència de Chomsky i l'etapa "lingüística"

Encara que filòsofs, lingüistes i altres científics s'han interessat pel llenguatge des de fa molt temps (els primers testimonis escrits sobre la relació entre el cervell i el llenguatge es remunten a l'antic Egipte), l'origen de la psicolingüística com a disciplina moderna se sol establir als anys seixanta del segle passat, quan es produeix la **revolució cognitiva**. En aquell moment es comença a utilitzar la investigació experimental per a estudiar de manera sistemàtica la relació entre la ment i el llenguatge a partir de la mesura de temps de reacció, el monitoratge de moviments oculars i el registre del balboteig dels infants o de l'activitat elèctrica cerebral.

- A la fi de la **dècada de 1950** el conductisme va entrar en crisi i va ser substituït per l'enfocament cognitiu, basat en la **metàfora de l'ordinador**, com a paradigma dominant en psicologia. En aquest canvi de paradigma un lingüista jove, **Noam Chomsky**, va tenir un paper especialment rellevant per la crítica devastadora que va fer el 1959 de l'obra *Verbal Behavior*, de **Skinner**, que s'havia publicat feia dos anys. Com hem vist anteriorment, Chomsky va mostrar que el llenguatge natural no es pot explicar en termes purament associacionistes.

El marc teòric que va proposar Chomsky (1957, 1965), conegut com a **gramàtica generativa** o **transformacional**, va ser decisiu tant per al desenvolupament de la psicologia, ja que es van recuperar les representacions mentals per a explicar la conducta (lingüística), com per al de la lingüística moderna.

Segons Chomsky, quan un lingüista proposa una teoria gramatical no solament descriu l'estructura d'una determinada llengua sinó que, a més, descriu el coneixement (inconscient) que tenen els parlants d'aquesta llengua.

D'aquesta manera, es va produir una unió íntima entre la lingüística i la psicologia i es va superar la separació que s'havia establert entre l'una i l'altra durant la primera meitat del segle XX. Els psicòlegs es van interessar per la lingüística, especialment per la teoria de Chomsky, i els lingüistes van mostrar interès pel coneixement que han de tenir els parlants d'una llengua per a utilitzar-la.

- Durant la **dècada de 1960** la investigació experimental del llenguatge es va desenvolupar amb molt d'entusiasme mirant d'establir la realitat psi-

#### Lectura recomanada

Per a una revisió més extensa i divulgativa, encara que esbiaixada, de la lingüística moderna, vegeu Pinker (1994) i també Newmeyer (1986).

cològica de la teoria chomskiana. Els estudis es van centrar bàsicament a estudiar la comprensió d'oracions en adults i en la manera com adquirien el coneixement sintàctic els nens (Mehler, 1963; Miller i McKean, 1964).

- Tanmateix, ben aviat va quedar clar que no es podien validar empíricament gaires de les prediccions de la teoria sintàctica de Chomsky i que, per tant, aquesta teoria no es podia considerar una teoria psicològica sobre els processos implicats en l'ús real del llenguatge, especialment pel que fa al processament sintàctic. A partir d'aquell moment molts psicòlegs van deixar d'interessar-se per la teoria sintàctica de Chomsky, i per la lingüística, i a començament de la **dècada de 1970** la investigació psicolingüística va canviar de rumb i va experimentar un gran desenvolupament quan es va encaminar en la direcció en què avançava la resta de la psicologia cognitiva.

La influència de Chomsky, tanmateix, ha arribat fins als nostres dies ja que el debat que han suscitat alguns dels principis més polèmics de la seva teoria, com l'**especificitat de domini** (modularitat) i l'**innatisme** del llenguatge, continuen essent objecte d'un debat intens.

### **3.2. La metàfora de l'ordinador i la intel·ligència artificial**

Com hem vist en l'apartat anterior, la lingüística va tenir una gran influència sobre la psicolingüística durant la dècada dels seixanta, especialment en l'estudi de la sintaxi. En els anys setanta es va produir un gran avenç en la investigació d'un nombre ampli de fenòmens com el reconeixement de les paraules escrites i parlades, els processos de lectura, la comprensió d'oracions (posant un èmfasi especial en la resolució de l'ambigüitat sintàctica) i la representació mental del discurs. En bona mesura, aquest avenç va ser per l'aparició dels **primers ordinadors digitals**, que es van desenvolupar durant els anys cinquanta, i per l'impacte posterior que van tenir la **intel·ligència artificial** (IA) i la **metàfora de l'ordinador** en l'estudi dels processos cognitius.

Gairebé des del moment mateix en què es van començar a desenvolupar els primers ordinadors, els científics de la computació es van proposar de crear programes d'ordinador que fossin capaços de produir i comprendre el llenguatge natural. Les aplicacions pràctiques i tecnològiques d'aquesta classe de programes podrien ser nombroses i, per exemple, permetrien a qualsevol persona d'interactuar amb una màquina per a programar-la o per a recuperar informació d'una base de dades.

El primer objectiu en què es va treballar a gran escala en el terreny del processament del llenguatge natural en IA va ser desenvolupar **sistemes de traducció automàtica**. Malgrat l'optimisme del començament i dels esforços que s'hi van dedicar, però, aquests sistemes van fracassar estrepitosament. La raó d'aquest fracàs va ser, principalment, que els sistemes no tenien una represen-

tació conceptual que els dotés de "sentit comú". Aquests sistemes funcionaven simplement traduint cada paraula de la llengua original mitjançant un diccionari electrònic.

Per a superar els problemes d'aquests sistemes inicials, a partir dels anys seixanta els esforços es van dividir i es van centrar a resoldre les diverses subtasques que requereix el processament del llenguatge natural, de manera que cadascuna d'aquestes subtasques la portava a terme un mòdul<sup>4</sup> de processament diferent. Per exemple, un mòdul s'encarregaria del processament sintàctic i un altre, del processament semàntic. Aquesta estratègia va culminar amb el famós **programa SHRDLU**, de Winograd (1972). Aquest programa simulava un robot que es movia en un entorn format de blocs de joguines com els que utilitzen els infants per a jugar i era capaç d'"entendre" ordres d'un nivell de sofisticació que fins llavors no s'havia vist mai (per exemple "Posa el bloc vermell a sobre del bloc verd petit"). Tanmateix, el coneixement de SHRDLU quedava limitat a un món de blocs perquè no podia entendre res, per exemple, sobre els aliments i ni tan sols sabia què significava la paraula *bloc*.

<sup>(4)</sup>Convé remarcar aquests fets perquè en l'actualitat, llegint segons quins textos, sembla que la noció de mòdul sigui més aviat una aportació de Fodor (1983) i no una cosa que va sorgir dels treballs en el terreny de la IA i la psicologia cognitiva com a fruit d'un procés de reflexió sobre la manera com s'ha de concebre la computació.

Aquestes limitacions mostren la complexitat que requereix entendre el llenguatge natural i els problemes que s'han de solucionar abans que les màquines arribin a entendre mai el llenguatge, ja que s'ha de tenir un coneixement de la manera com funciona el món i també una representació del context. Aquest fet va ser un dels motius pels quals durant els anys setanta l'interès es va desplaçar del processament sintàctic a la **representació del coneixement**. Es van desenvolupar, per exemple, sistemes per a representar el significat dels conceptes mitjançant **xarxes semàntiques** (Collins i Quillian, 1969; Quillian, 1968) i programes, com els esquemes o guions de Roger Schank, que es basaven en l'organització del coneixement en la memòria humana (Minsky, 1975; Schank i Abelson, 1977).

Els treballs que es van portar a terme en el terreny de la IA perquè les màquines entenguessin el llenguatge natural i la metàfora de l'ordinador van influir en la psicolingüística de diferents maneres.

- En primer lloc, els programes d'ordinador funcionen fragmentant comportaments complexos en parts o seqüències més simples i, per tant, en comportaments que són més tractables o més fàcils de comprendre (modularitat).
- En segon lloc, l'adopció de la metàfora de l'ordinador i de l'enfocament del processament d'informació va portar els psicòlegs a analitzar el comportament segons les representacions (símbols) internes i els processos (transformacions) que tenien lloc amb aquestes representacions, en contraposició a l'enfocament conductista, que se centrava només en associacions d'estímul i respostes i considerava la ment com una capsula negra.

- En tercer lloc, quan s'implementa un model d'un determinat comportament en un ordinador, cal ser ben explícit a l'hora d'escriure el programa, la qual cosa permet de generar prediccions noves que no es podrien fer si el programa no s'hagués implementat completament.
- En quart lloc, quan es fa funcionar o "córrer" un programa d'ordinador, en certa mesura aquest programa representa una teoria sobre un determinat comportament.

Aquí cal distingir entre els programes d'IA que tracten de resoldre una tasca que requereix intel·ligència sense tenir en compte les limitacions del cervell humà i els programes que tracten de simular les capacitats del cervell humà (Newell i Simon, 1972; Simon i Newell, 1971).

### 3.3. El ressorgiment del connexionisme

Recentment, durant els anys vuitanta, un enfocament computacional conegut com a **xarxes neuronals** o **connexionisme** ha cobrat una gran importància com a alternativa teòrica en psicologia als models computacionals simbòlics o clàssics, basats en la metàfora de l'ordinador.

Els models connexionistes, que són d'inspiració neuronal o basats en la metàfora del cervell, consisteixen en un conjunt d'unitats o neurones que estan interconnectades en forma de xarxa. Cadascuna d'aquestes unitats té un nivell diferent d'activació, que pot variar, per exemple, entre 0 i 1, i cadascuna de les connexions entre les diverses unitats de la xarxa té assignada una força o "pes". Quan una unitat s'activa, llavors aquesta unitat propaga l'activació a la resta d'unitats amb què està connectada i, d'aquesta manera, es transmet una quantitat d'activació més gran o més petita segons la força que té la connexió entre dues neurones.

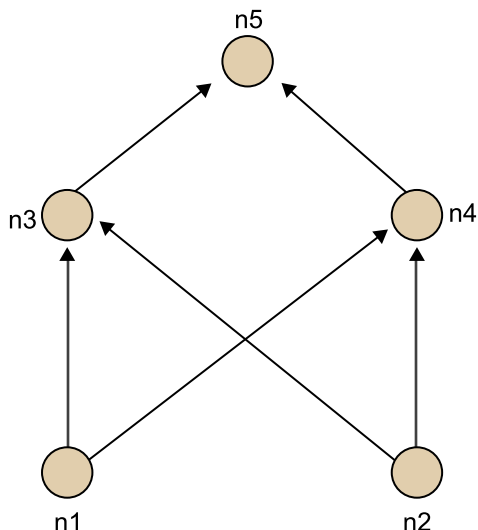
L'arquitectura d'una xarxa neuronal pot ser molt variada depenent del nombre d'unitats que té la xarxa i del patró de connectivitat que hi ha entre les diverses unitats.

En la figura següent es mostra una xarxa neuronal molt simple formada de cinc neurones. En aquest cas tenim una xarxa neuronal que consta de tres capes de neurones: dues neurones d'entrada, que formen el patró d'entrada a la xarxa, dues neurones "ocultes", que formen la capa intermèdia, i una sola neurona de sortida, que correspon al patró de sortida de la xarxa.

#### Lectura recomanada

Per a una introducció als models connexionistes, vegeu McClelland, Rumelhart i The PDP Research Group (1986), i Rumelhart, McClelland i The PDP Research Group (1986).

Xarxa neuronal composta de cinc neurones



Una de les diferències fonamentals entre els models basats en la metàfora de l'ordinador i els models connexionistes és que, mentre que en els primers el processament i l'emmagatzemament de la informació té lloc en estructures separades, en els segons les dues funcions les porta a terme la mateixa estructura, les **neurones**.

L'arquitectura funcional dels models basats en la metàfora de l'ordinador és semblant a la d'un ordinador digital. El processament és centralitzat (en la CPU) i es fa en sèrie, mentre que el coneixement és un element essencialment passiu que s'emmagatzema en una estructura separada (en el disc dur). La informació que necessita manipular el processador central en qualsevol moment es manté activa en una altra estructura diferent (una memòria intermèdia o memòria RAM).

En els models connexionistes, en canvi, el coneixement queda emmagatzemat de manera distribuïda en el patró de connectivitat que hi ha entre les diverses unitats, i el processament de la informació té lloc en paral·lel quan es propaga un determinat patró d'activació per la xarxa. D'aquesta manera, una mateixa xarxa neuronal pot aprendre a establir múltiples associacions entre patrons d'entrada-sortida i, així, ajustar de manera progressiva el valor dels pesos de cadascuna de les connexions de la xarxa. L'aprenentatge, com s'ajusten els valors dels pesos, es basa en principis associatius bastant simples que deriven dels treballs del psicòleg **Donal Hebb** (1949), encara que amb el temps s'han desenvolupat diferents algorismes d'aprenentatge perquè les xarxes neuronals arribin a aprendre associacions entre patrons cada vegada més complexes. Una diferència important, tanmateix, entre els models connexionistes i els models conductistes d'aprenentatge és que les xarxes neuronals poden generar representacions internes (mentals).

Hi ha hagut diversos models connexionistes que han tingut un impacte profund en el desenvolupament de la psicolingüística recent i la influència que han tingut ha arribat fins als nostres dies. Aquests models no solament han constituït una explicació teòrica detallada de fenòmens molt diversos sinó que, a més, han estimulat la investigació experimental pel gran nombre de prediccions que han generat.

Malgrat, però, la potència que ofereixen les xarxes neuronals com a eina teòrica, des d'un punt de vista històric, el ressorgiment del connexionisme ha portat a la polarització de la comunitat psicolingüística entre els qui es mostren partidaris de l'enfocament connexionista i els qui defensen l'enfocament "simbòlic". La polèmica entre aquests dos enfocaments teòrics, a vegades enquistada, continua intacta en l'actualitat i encara sembla lluny de resoldre's.

#### Polèmica entre connexionistes i simbolistes

Alguns dels motius d'aquest enquistament i de la crítica intensa que ha rebut el connexionisme des de les comunitats filosòfica i lingüística estan en el fet d'explicar el llenguatge com un sistema no modular (no específic de domini) basat en patrons estadístics, en la utilització de principis associatius per a explicar l'aprenentatge i en el fet de descartar la manipulació explícita de símbols (ja que en una xarxa neuronal les representacions internes emergeixen de manera implícita a partir del cablejat que s'estableix per si sol durant el procés d'aprenentatge). Un altre dels motius d'aquest enfrontament intens es deu a la importància que atorguen els models connexionistes a les regularitats estadístiques de l'experiència a l'hora d'adquirir el llenguatge, una proposta que xoca de cara amb la posició innatista que defensen Chomsky i els seus seguidors.

### 3.4. La psicolingüística al començament del segle XXI

Si en etapes anteriors tant la lingüística com la intel·ligència artificial van tenir una gran influència en el desenvolupament de la psicolingüística, durant els darrers vint anys la neurociència cognitiva ha exercit una influència semblant. A la **dècada de 1990** hi va haver un gran interès a estudiar la **localització cerebral** dels processos lingüístics, motivat especialment pel fet que els científics que estudien el llenguatge cada vegada tenen més possibilitats d'accedir a les noves tecnologies de neuroimatge.

Malgrat, però, els avenços recents que s'han aconseguit en la localització cerebral del llenguatge, encara som molt lluny de saber en detall com es duen a terme o s'implementen a les neurones processos molt bàsics com la codificació d'un determinat fonema o d'una determinada categoria sintàctica o, per exemple, com s'implementen les representacions conceptuals. La psicolingüística és un terreny cada vegada més divers que s'ha enriquit gràcies a les aportacions teòriques i tècniques de múltiples disciplines i que ha de continuar en aquesta direcció multidisciplinària per a arribar a entendre de manera completa el tipus de computació que duen a terme les diverses parts del cervell per a poder processar el llenguatge.

#### Models

S'han desenvolupat models per al reconeixement de paraules escrites, com el **model IAC** (*interactive activation with competition*: McClelland i Rumelhart, 1981; Rumelhart i McClelland, 1982) i per al reconeixement de paraules parlades, com el **model TRACE** (McClelland i Elman, 1986). Altres models simulen la manera com els infants adquireixen la morfologia del **passat simple dels verbs en anglès** (Rumelhart i McClelland, 1986) o com té lloc el **processament sintàctic** (Elman, 1990; McDonald, 1994; Smolensky, 1990). Les xarxes neuronals també s'han utilitzat per a simular els **processos de lectura** (Seidenberg i McClelland, 1989; Plaut, McClelland, Seidenberg i Patterson, 1996) i per a implementar les **xarxes semàntiques** (Hinton, 1981; Shastri, 1989).

#### Tècniques

Entre aquestes tècniques destaquen la tomografia per emissió de positrons (TEP), la resonància magnètica funcional (RMF), l'electroencefalografia (EEG), la magnetoencefalografia (MEG) i l'estimulació magnètica transcranial (EMT).





## Bibliografia

### Bibliografia bàsica

- Berko, J. i Bernstein, N. (1999). *Psicolingüística*. Madrid: McGraw-Hill.
- Carroll, D. W. (2006). *Psicología del lenguaje* (4a. ed.). Madrid: Thomson.
- Harley, T. (2009). *Psicología del lenguaje*. Madrid: McGraw-Hill.
- Jackendoff, R. (2002). *Foundations of Language. Brain, meaning, grammar, evolution*. Oxford: University Press.
- Pinker, S. (1994). *El instinto del lenguaje*. Alianza: Madrid.
- Vega, M. de i Cuertos, F. (eds.). (1999). *Psicolingüística del español*. Madrid: Trotta.

### Referències bibliogràfiques

- Chomsky, N. (1957). *Syntactic Structures*. The Hague: Mouton.
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge, DT: MIT Press.
- Collins, A. M. i Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8, 240-247.
- Demers, R. A. (1988). Linguistics and animal communication. A. F. J. Newmeyer (Ed.), *Linguistics: The Cambridge Survey. Vol. 3: Language: Psychological and biological aspects* (pp. 314-335). Cambridge: Cambridge University Press.
- Elman, J. L. (1990). Finding structure in time. *Cognitive Science*, 14, 179-211.
- Fodor, J. A. (1983). *The Modularity of Mind: An Essay on Faculty Psychology*. Cambridge, DT: MIT Press.
- Hauser, M. (1996). *The Evolution of Communication*. Cambridge, DT: MIT Press.
- Hebb, D. O. (1949). *The Organization of Behaviour*. New York: Wiley.
- Hillix, W. A. (2007). The past, present, and possible futures of animal language research. A. D. A. Washburn (Ed.), *Primate Perspectives on Behaviour and Cognition* (pp. 223-234). Washington, DC: American Psychological Association.
- Hinton, G. E. (1981). Implementing semantic networks in parallel hardware. A. G. E. Hinton i J. A. Anderson (Eds.). *Parallel Models of Associative Memory* (pp. 161-187). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- McClelland, J. L. i Elman, J. L. (1986). The TRACE model of speech perception. *Cognitive Psychology*, 18, 1-86.
- McClelland, J. L. i Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: Part 1. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88, 375-407.
- McClelland, J. L., Rumelhart, D. E., i The PDP Research Group (1986). *Parallel Distributed Processing. Vol. 2: Psychological and biological models*. Cambridge, DT: MIT Press.
- McDonald, M. C. (1994). Probabilistic constraints and syntactic ambiguity resolution. *Language and Cognitive Processes*, 9, 157-201.
- Mehler, J. (1963). Some effects of grammatical transformations on the recall of English sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 2, 346-351.
- Miller, G. A. i McKean, K. E. (1964). A chronometric study of some relations between sentences. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 16, 297-308.
- Minsky, M. (1975). A framework for representing knowledge. A. P. Winston (Ed.), *The Psychology of Computer Vision*. New York: McGraw-Hill.
- Newell, A. i Simon, H. (1972). *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Newmeyer, F. L. (1986). *Linguistic Theory in America* (2a. ed.). London: Academic Press.

- Pinker, S. (1994). *The Language Instinct*. New York: Morrow.
- Plaut, D. C., McClelland, J. L., Seidenberg, M. S., i Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word reading: Computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, 103, 56-115.
- Quillian, M. R. (1968). Semantic memory. A M. Minsky (Ed.), *Semantic Information Processing* (pp. 227-270). Cambridge, DT: MIT Press.
- Rivas, E. (2005). Recent use of signs by chimpanzees (*Pan troglodytes*) in interactions with humans. *Journal of Comparative Psychology*, 119, 404-417.
- Rumelhart, D. E. i McClelland, J. L. (1982). An interactive activation model of context effects in letter perception. Part 2: The contextual enhancement effect and some tests and extensions of the model. *Psychological Review*, 89, 60-94.
- Rumelhart, D. E. i McClelland, J. L. (1986). On learning the past tense of English verbs. A D. E. Rumelhart, J. L. McClelland i The PDP Research Group, *Parallel distributed processing. Vol. 2: Psychological and biological models* (pp. 216-271). Cambridge, DT: MIT Press.
- Rumelhart, D. E., McClelland, J. L., i The PDP Research Group (1986). *Parallel Distributed Processing. Vol. 1: Foundations*. Cambridge, DT: MIT Press.
- Savage-Rumbaugh, E. S. i Brakke, K. E. (1996). Animal language: Methodological and interpretive issues. A M. Bekoff i D. Jamieson (Eds.), *Readings in Animal Cognition*. Cambridge, DT: MIT Press.
- Schank, R. C. i Abelson, R. (1977). *Scripts, Plans, Goals, and Understanding*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Seidenberg, M. S. i McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523-568.
- Shastri, L. (1989). Default reasoning in semantic networks: A formalization of recognition and inheritance. *Artificial Intelligence*, 39, 283-355.
- Simon, H. i Newell, A. (1971). Human problem solving: The state of the theory in 1970. *American Psychologist*, 26, 145-159.
- Smolensky, P. (1990). Tensor product variable binding and the representations of symbolic structures in connectionist systems. *Artificial Intelligence*, 46, 159-216.
- Von Frisch, K. (1974). Decoding de language of bees. *Science*, 185, 663-668.
- Winograd, T. (1972). *Understanding Natural Language*. New York: Academic Press.