
La representació del coneixement en la memòria

PID_00260028

Juan Antonio Vera Ferrándiz

Temps mínim de dedicació recomanat: 5 hores



Juan Antonio Vera Ferrándiz

Professor titular de Psicologia bàsica de la Universitat de Múrcia. Imparteix docència en les assignatures de Psicologia de la memòria i Psicologia del pensament. La seva investigació s'ha especialitzat en història de la psicologia espanyola i en autors de tipus funcionalista especialment en autors com ara James, Vygotski o Piaget, fet que li ha permès apropar-se als temes de pensament i representació del coneixement.

La revisió d'aquest recurs d'aprenentatge UOC ha estat coordinada per la professora: Modesta Pousada Fernández

Tercera edició: febrer 2019
© Juan Antonio Vera Ferrándiz
Tots els drets reservats
© d'aquesta edició, FUOC, 2019
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Realització editorial: FUOC

Cap part d'aquesta publicació, incloent-hi el disseny general i la coberta, no pot ser copiada, reproduïda, emmagatzemada o transmesa de cap manera ni per cap mitjà, tant si és elèctric com mecànic, òptic, de gravació, de fotocòpia o per altres mètodes, sense l'autorització prèvia per escrit del titular dels drets.

Índex

Objectius	5
1. Qüestions preliminars sobre la ment i els sistemes representacionals	7
1.1. La representació mental i el sistema cognitiu	7
1.1.1. Introducció	7
1.1.2. Les representacions mentals i la percepció	7
1.1.3. Funció psicològica de les representacions mentals	10
1.2. Característiques generals dels sistemes de representació	11
1.2.1. Elements constitutius dels sistemes de representació	12
1.2.2. Relació entre els components d'un sistema de representació	14
2. Formats de representació	16
2.1. El format de representació analògic	16
2.1.1. La representació analògica	16
2.2. El format de representació digital	19
2.2.1. La representació digital	20
2.3. La representació mental: reflexions entorn del primer model de Paivio	21
2.3.1. La teoria del doble codi de Paivio	22
3. La representació per imatges mentals	25
3.1. Les imatges i la ment	25
3.1.1. Característiques de les imatges en tant que són representacions mentals	25
3.1.2. Funció psicològica de les imatges mentals	27
3.2. Els mapes cognitius	29
3.2.1. Propietats essencials dels mapes cognitius	29
3.2.2. Naturalesa heurística dels mapes cognitius	31
4. La representació proposicional	34
4.1. Naturalesa de la representació proposicional	34
4.1.1. Característiques de les proposicions en tant que són representacions mentals	34
4.1.2. La forma de les proposicions	36
4.1.3. Significat psicològic de les proposicions	37
4.2. Xarxa proposicional i memòria semàntica	38
4.2.1. La xarxa proposicional de Quillian: on el concepte de <i>memòria semàntica</i> entra en joc	39
4.2.2. Les alternatives al TCL: el model de trets	44

5. El concepte de representació en disputa.....	49
5.1. El concepte de representació a disputa: introducció	49
5.2. El computacionalisme: la "versió dura" de la psicologia cognitiva	51
5.2.1. El concepte d' <i>algorisme</i> en els sistemes computacionals	52
5.2.2. El paper de la consciència dins un sistema computacional	53
5.3. El sistema de representació en els models PDP o connexionistes	55
5.3.1. Propietats definitòries dels models PDP	58
Bibliografia.....	63

Objectius

Després d'haver estudiat aquest mòdul l'alumnat ha de manejar sense problemes el vocabulari relacionat amb els sistemes de representació, incloent-hi el que està destinat a ressaltar les particularitats pròpies dels formats analògic i digital.

També ha de conèixer les raons explicatives que van impulsar els psicòlegs a fer servir el concepte de representació mental i ha d'estar preparat per distingir amb precisió les diferències que hi ha entre la representació basada en imatges i la fonamentada en el concepte de proposició, tant en termes estructurals com funcionals.

Igualment, amb aquest mòdul també pretenem de deixar clara la inclinació experimentalista de la psicologia contemporània i il·lustrar com es poden investigar uns processos tan íntims i subjectius com són les imatges mentals o les xarxes semàntiques.

Finalment, l'estudi del mòdul ha de capacitar l'alumne per a aprofundir en les reflexions conceptuals que estimulen el debat actual sobre la representació mental; per a ajudar-lo a percebre les diferències essencials entre els models que conceben l'home com una computadora de símbols i els que el presenten com una màquina connexionista; per a fer-li sospesar els pros i els contres dels models de més vigència en la psicologia contemporània (proposicionalistes enfront de PDP) i, en el millor dels casos, per a animar-lo a prendre una posició activa davant del problema que planteja l'existència d'aquestes teories alternatives sobre la representació del coneixement i el seu processament.

1. Qüestions preliminars sobre la ment i els sistemes representacionals

1.1. La representació mental i el sistema cognitiu

1.1.1. Introducció

En aquest mòdul ens introduïm a l'interior de la "unitat central de processament" humà de la informació per a examinar quin és el format que adopten els records una vegada han estat adquirits. Quin és el lloc que ocupa la representació mental en el sistema cognitiu i de quina manera afecta a la nostra conducta la codificació mental de les experiències viscudes són preguntes que mirarem de respondre en aquest apartat en particular.

Més que examinar els processos que permeten de codificar i recuperar la informació, o analitzar les diverses estructures que conforma el sistema de memòria humà, aquí ens centrem en la manera com s'organitza i relaciona entre si tot el coneixement que anem acumulant sobre les coses al llarg de la nostra vida.

1.1.2. Les representacions mentals i la percepció

Segons la nostra experiència subjectiva, el fet de percebre alguna cosa no comporta cap treball extra per a nosaltres. Sembla que actuem d'una manera immediata i sense cap tipus d'esforç, reaccionant a l'energia física dels estímuls presents.

Tanmateix, encara que no ens n'adonem, sempre que processem qualsevol tipus d'estímul la nostra ment treballa amb estructures mentals internes, a les quals anomenarem *símbols* o senzillament *representacions mentals*, que serveixen per a interpretar i donar sentit a les nostres percepcions.

El fet que quan veiem alguna cosa directament la reconeixem de manera pràcticament automàtica, fa molt difícil que ens adonem de l'activitat psicològica que en aquell moment desplega el nostre sistema cognitiu. Però la immedia-

tesa amb la qual identifiquem els objectes del nostre entorn no ens ha de fer passar per alt la **gran càrrega d'activitat mental** que requereix qualsevol tipus d'operació psicològica per simple que sembli.

Les representacions mentals manipulades pel sistema cognitiu guarden tota la informació rellevant sobre la realitat a la qual fan referència. Així, més enllà de l'aparença externa de les coses, d'allò que som capaços de captar amb els nostres sistemes sensorials, gràcies al processament de les representacions mentals penetrem en l'estructura interna de la realitat. D'aquesta manera, podem gaudir d'un coneixement profund dels objectes del nostre entorn que no es limita a les propietats que són directament percebudes.

Reflexió

Per entrar en situació, ens plantejarem una tasca tan absolutament trivial per a nosaltres com és la identificació d'un objecte qualsevol. Com és que som capaços de reconèixer els objectes que apareixen en el nostre entorn?



Per tractar de situar el problema, mireu la imatge reproduïda i responeu a la pregunta següent: Què és el que hi ha representat? Si no esteu afectats per una agnòsia visual reconeixereu d'una manera immediata el *significat* de la imatge exposada. Fins i tot, gairebé segur, sentireu una espècie d'enuig, si no d'indignació, per la trivialitat de la tasca que des d'aquestes pàgines us estem proposant. Certament, reconeixem una rosa real *en* la rosa representada aquí al costat d'una manera pràcticament automàtica i immediata. Qualsevol de vosaltres podria estar replicant: Això veritablement no és cap problema! Però el que no és un problema *a simple vista* es pot convertir en un problema d'investigació real, com tractarem d'aclarir de seguida. L'important és que ens adonem que el que no és un problema per a nosaltres *pot ser* un problema per a la psicologia. Només per això ens hem permès d'abusar de la vostra confiança.

Al marge que en la rosa del dibuix no hi hagi representades totes les característiques de les roses que veiem en els jardins –no es veuen en la il·lustració, per exemple, les espines de la tija que tant joc han donat en poesia i, per no tenir, fins i tot no té color–, la nostra ment està perfectament capacitada per a reconèixer la representació d'una rosa.

No heu de passar per alt que per a identificar un objecte *com una rosa*, necessàriament el nostre sistema cognitiu ha hagut de fer un conjunt d'activitats internes que ens permeten el reconeixement. Però, a més, quan *reconeixem* una cosa com *una rosa*, no solament *identifiquem* una cosa, sinó que alhora l'estem *classificant* dins la categoria de les flors.

Això ens permet també d'*inferir* amb absoluta destresa totes les propietats que defineixen una rosa pel fet de pertànyer a aquesta categoria dels éssers vius que coneixem com a flors.

Com podeu comprovar, res més lluny de la simplicitat amb la qual sembla que actuem en un senzill acte de percepció.

Us heu de fixar en què la posada en marxa d'una operació psicològica tan bàsica, com és la de reconèixer un objecte, és possible perquè el nostre sistema cognitiu treballa amb *categories* que han d'estar codificades d'alguna manera en la nostra memòria. Així, quan identifiquem un objecte estem captant moltes qualitats que no estan directament presents, però que sí que estan **representades** en la nostra memòria.

Els psicòlegs de l'escola gestaltista ja van advertir durant la primera meitat del segle XX, que la percepció no podia ser únicament el resultat de sumar totes les sensacions aïllades que estan associades als diferents estímuls físics (color + olor + forma + tacte + etc.). Els psicòlegs cognitius vénen avui a donar-los la raó en aquest punt en afirmar que qualsevol acte mental (inclòs el de percebre) està condicionat pel conjunt de coneixements que els subjectes tenen recollits en la seva memòria en forma de representacions mentals.

Aquesta posició teòrica comporta acceptar que el significat del que veiem prové del que cada un de nosaltres sap (o creu saber) sobre com és el món, i no exclusivament de les sensacions que els estímuls provoquen directament en els sistemes sensorials.

Exemple

En el cas que ens trobem davant el dibuix en blanc i negre d'una rosa (*símbol* o *representant* de la rosa), és molt probable que tinguem records associats a aquell tipus d'objecte: que es tracta d'una flor que desprèn una aroma, que ha de posseir un color determinat, que si no es rega morirà, que constitueix l'òrgan reproductor de la planta, etc. (*significat* de la rosa). Segons han plantejat alguns psicòlegs cognitius, tenir un sistema de coneixements articulats ens permet de parlar de la diferència entre *percebre* i *percebre com*: *veure* una taca de tinta amb una forma particular o *veure* una taca de tinta *com* una flor pertanyent a la categoria de les roses. Heus aquí el que ens ofereix una complexa xarxa d'idees sistemàticament relacionades entre si.

Del que portem esmentat fins ara es desprèn que en qualsevol acte de percepció no solament reconeixem les coses del nostre entorn, sinó que també *inferim* les seves propietats. D'aquesta manera, la nostra representació organitzada del món ens permet d'assolir un coneixement que va més enllà d'allò que actua com a estímulo puntual. I des d'un punt de vista adaptatiu, tenir un sistema de representació intern ens permet d'anticipar el comportament de les coses que ens envolten i planificar la nostra pròpia conducta en conseqüència.

Exemple

Per exemple, si topem amb un ós famolenc en llibertat, a més de *veure* directament les seves grapes, *sabem* que es tracta d'un animal carnívor que podria ser perillós per a la nostra integritat física; per la qual cosa, *raonablement*, el millor que podem fer és posar-nos a resguard.

O si prenem novament en consideració el significat de l'exemple de la rosa, direm que la xarxa de propietats associades al concepte de rosa –que s'activa quan en veiem una o hi pensem–, defineix el nostre coneixement d'aquesta porció de la realitat. I segons la nostra noció del que és una rosa, planejarem la nostra conducta en relació amb ella: apropiarem el nostre nas per gaudir de l'agradable aroma que desprèn, la introduïrem en un test ple de sorra, la regarem, etc. Fins i tot ens sentiríem completament decebuts si alguna de les

nostres expectatives no es complís; si, per exemple, es tractés d'una rosa de plàstic molt aconseguida, ens sentiríem una mica estúpids després d'apropar-hi el nas.

És important que observeu com l'existència d'un sistema de representació mental ens permet als psicòlegs de comprendre per què l'ésser humà és capaç de fabricar-se expectatives, planificar la seva conducta i projectar-se cap al futur proposant-se metes i objectius.

Com podeu advertir, amb la percepció o el record d'una cosa s'activa una representació mental interna que excita al seu torn tot el conjunt de coneixements que hi estan relacionats. Òbviament, que un estímul determinat activi una xarxa de significats que estan relacionats amb aquest, o un altre qualsevol d'un signe completament diferent, dependrà de les experiències personals que cada subjecte particular hagi adquirit. El significat d'una rosa per a un agricultor serà en part coincident i en part també diferent del significat que pugui tenir per a un poeta o per a un dependent d'una floristeria. Cada un d'aquests subjectes concebrà les roses des de perspectives diferents, segons les seves experiències personals i els seus respectius sistemes d'interessos.

1.1.3. Funció psicològica de les representacions mentals

Fins ara totes les nostres consideracions pràcticament han circulat entorn del paper de la representació mental en el procés perceptiu. D'aquesta manera, miràvem de posar de manifest que **en l'acte de veure, sentir, tocar, etc., sempre hi ha un plus d'activitat cognitiva no conscient però imprescindible per a explicar les habilitats adaptatives de l'ésser humà**. Així, vèiem que, fins i tot en el cas que hi hagi un objecte físic que estimuli els nostres sentits, la nostra conducta depèn del que sabem o creiem sobre l'objecte esmentat, depèn de com estigui representat en la nostra ment.

Però quan l'activitat psicològica posada en marxa no implica la percepció directa de la realitat, sinó la seva imaginació o record, veiem amb tota claredat que les operacions cognitives necessiten uns substituents mentals de les coses.

La idea clau és que en tota operació mental participen els processos de representació. Tant si estem recordant una cosa com si estem percebent-la directament, en el nostre sistema cognitiu s'ha d'activar alguna estructura subjectiva, un substitut cognitiu que aparegui en lloc de l'objecte real (un representant) que ens permeti de manipular mentalment la realitat.

Reflexió

Fixeu-vos una mica en les preguntes següents: com és possible que la nostra ment sigui capaç de fer coses com ara reconèixer, identificar, classificar, inferir? És més, com és possible que ho faci d'una manera tan absolutament veloç i precisa que no puguem ser conscients del procés psicològic que ha seguit? De quina manera s'activa en nosaltres el

significat d'allò que estem veient? Quina és l'organització dels conceptes que conformen el nostre sistema de representació del coneixement?

Totes aquestes són preguntes pertinents per al psicòleg interessat en la memòria humana. Com ens interessava fer notar, l'aparentment *simple* procés de reconeixement, identificació, classificació i inferència que la nostra ment exerceix sobre els objectes físics del seu entorn, o sobre els objectes virtuals de la imaginació, és molt més complex del que a primera vista pot semblar. I en la investigació psicològica contemporània podem trobar algunes respostes interessants com veurem de seguida.

Com ja haureu endevinat, quan del que es tracta és d'imaginar un objecte (per exemple, una rosa), es fa encara més patent la necessitat que hi hagi certs "objectes mentals" que actuïn com a **representants** dels objectes físics sobre els quals meditem. Per tant, en l'àmbit de la psicologia de la memòria és on potser adquireix més sentit la investigació de les estructures internes amb les quals construïm un model mental de la realitat.

En resum, hem de concloure que els processos de representació del coneixement estan implicats en totes les activitats psicològiques d'ordre superior. Processos psicològics com ara reconèixer, recordar o pensar depenen en bona mesura de com estigui reflectit el món en la nostra ment.

Resum

La ment humana (o sistema cognitiu) és un sistema de processament de la informació.

El que processa el sistema cognitiu són substituïts mentals o símbols interns que representen les entitats de la realitat.

La conducta humana depèn del (i s'explica pel) seu sistema de representació mental de la realitat.

1.2. Característiques generals dels sistemes de representació

Vèiem en l'apartat "La representació mental i el sistema cognitiu" que el sistema cognitiu humà treballa amb símbols, amb substituïts mentals de les coses. Els nostres records, òbviament, no poden ser una altra cosa que **rèpliques mentals** de les experiències que vam tenir en el passat, **mai les experiències mateixes**. De la mateixa manera, els nostres pensaments estan fets de nocions o idees, de **duplicats mentals** que es refereixen a les coses sobre les quals pensem, però els nostres pensaments no són les coses mateixes.

Reflexió

Fixeu-vos en com resultaria d'absurd pensar que quan recordem un objecte, el que fem és reproduir una còpia exacta, en termes de les seves propietats físiques (mida, per exemple) en la nostra ment. La nostra imaginació seria, lògicament, molt limitada si només es pogués ocupar d'aquells objectes que cabessin en el nostre cap. Quan pensem en un gos, per exemple, el que s'activa en el nostre sistema cognitiu és algun concepte, una noció que es refereix als gossos, però que no és un gos en si mateix.

El que heu d'advertir, en definitiva, és que les entitats que maneja la nostra ment són **representacions** i que, com a tals, han de tenir uns trets definitoris comuns que les identifiquin. Dedicarem aquest apartat a descriure el conjunt de propietats que defineixen el que és una representació, independentment que es tracti d'una representació mental o no.

1.2.1. Elements constitutius dels sistemes de representació

En qualsevol sistema de representació hem de distingir, almenys, entre quatre components: 1) el mateix sistema representant o *codi*; 2) el món representat al qual està referit el sistema representant o *domini*; 3) el *mitjà* que fa servir com a vehicle de representació, i 4) el *procés* de traducció que permet d'interpretar la relació que hi ha entre el sistema representant i el món representat.

El primer que heu de recordar és que qualsevol representació sempre **fa referència a** una altra realitat diferent d'ella mateixa, així actua com el seu **símbol**. Una altra manera d'expressar aquesta mateixa idea és dient que **es produeix un cas de simbolització sempre que una cosa apareix en lloc d'una altra cosa**.

D'aquesta manera, cada símbol constitueix un **element** referencial, un **àtom** de significat que ens informa sobre la realitat a què aquest símbol està vinculat.

Com veieu, **una cosa és un símbol quan posseeix un significat**, quan *significa* això o allò. I quan un conjunt de símbols admet organització interna, augmentant la seva potència referencial, ens trobem davant un **sistema de representació**. Aquesta és la qüestió.

L'abecedari, per exemple, és un dels sistemes més potents de representació que ha ideat l'home. En el cas del castellà, per exemple, comptem amb vint-i-vuit símbols, elements o àtoms d'informació amb els quals, relacionats entre si segons les regles de la sintaxi, podem fer referència a tots els mons reals o imaginats. En aquest sentit, la capacitat referencial del llenguatge avantatja notablement a qualsevol altres sistemes de representació.

Moltes vegades s'ha dit que una imatge val més que mil paraules. És possible. Però, si us sentiu amb ganes i encara no esteu molt aclaparats pels exàmens, us recomanariem que llegíssiu les pàgines introductòries del llibre de José Saramago *L'evangeli segons Jesucrist*, per posar a prova aquest gastat proverbi. Després de la seva lectura haureu experimentat per vosaltres mateixos que no és el mateix fer servir una *imatge* que *mil paraules* per a representar un mateix estat de coses.

Codi i domini

No oblideu que, com estem mantenint, totes les representacions són entitats que **posen en una relació de referència un món representant i un món representat**. El món representant consisteix en aquest conjunt de **símbols**

Exemple

Exemples de símbols poden ser la paraula *camió* en lloc d'un camió, una fotografia de Jordi en lloc de Jordi, un mapa de Catalunya en lloc de Catalunya, el rei d'Espanya en lloc dels més de quaranta milions d'espanyols, etc.

(amb un *format* o forma específica sobre la qual parlarem en l'apartat "El format de representació analògic"), que codifiquen certs aspectes de la realitat. I el món representat és aquell **domini** de la realitat que és referenciat pels símbols.

Exemple

Penseu, per exemple, en els senyals de circulació. Presos en el seu conjunt, constitueixen una part important del codi de circulació: diuen el que s'ha de fer i el que no, adverteixen dels perills, indiquen que hi ha llocs d'interès, ofereixen consells, etc. El **codi** que es fa servir en aquest cas consisteix en el conjunt d'imatges amb les quals compta el reglament per ordenar el trànsit i el **domini** referencial està circumscrit al terreny de la circulació viària.

Mitjà representacional

Un altre dels elements que formen part d'un sistema de representació és el **mitjà** físic que fa possible l'existència del codi. En aquest sentit, direm que perquè es doni el símbol és imprescindible que hi hagi un **mitjà** material que serveixi de vehicle per a la representació.

Exemple

Si seguim amb l'exemple del codi de circulació, direm que les diverses línies pintades a l'asfalt (en el cas de la senyalització horitzontal) i les estructures metàl·liques que actuen de suport en els senyals verticals, constitueixen el **mitjà físic** en el qual es concreten els símbols. En aquest cas, per tant, asfalt, pintura i estructura metàl·lica són el vehicle que fan servir els símbols per a referir-se als diferents aspectes del trànsit que tracten de regular.

Processos de codificació i interpretació

Finalment, fixeu-vos que un codi simbòlic és útil perquè simplifica la realitat, ens mostra només aquells aspectes de la realitat que són rellevants per al domini en què està especialitzat aquest codi.

Si volguéssim representar la realitat que és Catalunya amb una rèplica perfecta de Catalunya, el que obtindríem és un duplicat idèntic d'aquesta realitat però no un símbol. Per tant, heu de tenir en compte que **representació és selecció i abstracció**.

Exemple

Observeu que els senyals de circulació només s'ocupen d'aquelles característiques de la circulació viària que són profitoses per al bon funcionament del trànsit rodat de vehicles, fent abstracció de qualsevol altre detall. En aquest sentit, de totes les condicions que poden formar part del paisatge potser només interressi ressaltar el fet que a uns quants metres comença una sinuós trajecte ple de corbes perilloses.

Però, per aconseguir que el codi signifiqui el que es vol i resulti realment efectiu, hem de conèixer quines són les regles d'interpretació d'aquest: saber, per exemple, que un senyal amb forma de triangle ens adverteix de perill; i que el dibuix d'una línia en forma de zig-zag no significa una altra cosa que corbes perilloses.

Un mapa de carreteres, per posar un altre exemple, ha de fer abstracció de molts dels elements que es troben físicament presents en el territori que representa. Perquè un mapa de carreteres sigui útil el que ha de representar són aquells trajectes que ens poden servir per a traslladar-nos d'un lloc de partida a un altre de destinació. Per això no estan representats els edificis o el nombre de persones que compon l'apartat de població, però sí les diferents carreteres que ens poden conduir d'un extrem a l'altre del nostre itinerari.

Tanmateix, una vegada més, el mapa només serà útil en la mesura que qui l'empra sàpiga interpretar la línia amb els colors de la bandera de l'Estat espanyol com una autopista, els números que apareixen entre els apartats de població com els quilòmetres de distància, etc. És a dir, l'abstracció implica necessàriament traducció, exigeix un procés d'interpretació.

D'aquesta manera, ja que els sistemes de representació exerceixen la seva **funció referencial** fent abstracció de la major part de les propietats del món representat, necessitem conèixer les regles de traducció implícites en el procés de representació per a poder interpretar el significat dels símbols.

1.2.2. Relació entre els components d'un sistema de representació

Acabem ja aquest apartat amb una última observació: **entre els diferents components d'un sistema de representació hi ha una relació d'interdeterminació.**

Imaginem que ja haureu advertit la relació íntima que hi ha entre els diferents components que conformen qualsevol sistema de representació. Però, per fer més evident encara aquest aspecte, ens centrarem en el **mitjà representacional.**

Ja sabem que per poder efectivament *representar alguna cosa* no solament cal un món representant i un món representat, vinculats per una funció referencial determinada, sinó que també és imprescindible un mitjà físic que permeti que aquesta relació es doni. Doncs bé, fixeuvos que un sistema de representació que faci servir de vehicle de transmissió les ones sonores, com ocorre amb el llenguatge oral, necessàriament determinarà que el processament de la informació sigui seqüencial. Mentre que un dibuix o una fotografia, com veurem en el cas de la representació analògica, permeten un processament en paral·lel.

Exemple

Penseu en com apreneu coses (almenys això esperem) sobre el món de la representació per mitjà d'aquestes pàgines. La informació se us transmet en forma de llenguatge escrit, la qual cosa exigeix que el seu processament es faci per etapes. El mitjà representacional imposa que els elements significatius del discurs apareguin seriatos en l'espai. Les paraules, per exemple, les heu de llegir obligatòriament una darrere d'una altra.

Els quatre components constitutius d'un sistema de representació (codi, domini, mitjà i procés) es troben profundament interrelacionats, i estan sotmesos entre si a unes determinacions mútues.

Bibliografia

Per estudiar en profunditat tots els detalls sobre els elements constitutius dels sistemes de representació, podeu consultar:

M. de Vega (1992). Representaciones mentales: paradojas, debates y soluciones. A J. Mayor i M. de Vega. *Tratado de Psicología General* (editat per J. Mayor i J. L. Pinillos). Vol. 4: *Memoria y representación* (p. 263-305). Madrid: Alhambra.

Resum

En qualsevol sistema de representació s'ha de distingir entre codi, domini, mitjà i procés.

Els símbols són útils en la mesura que consisteixen en models simplificats i abstractes de la realitat.

Per poder fer servir un sistema simbòlic és imprescindible conèixer les regles que vinculen el codi amb el domini.

Cada component d'un sistema de representació condiciona els altres i hi està condicionat.

2. Formats de representació

2.1. El format de representació analògic

Segons hem establert a l'apartat anterior, codi, domini, mitjà i procés constitueixen **allò que té de comú qualsevol sistema de representació**. Tanmateix, cada un d'aquests components pot adoptar formes diverses segons el tipus de símbols utilitzats pel sistema. Per això heu de tenir sempre present que **la forma o "format de representació" condiona el *què* i el *com* pot ser representat un domini qualsevol de la realitat**.

Per comprovar la importància del *format de representació*, aprofundirem en aquest apartat i en l'apartat "El format de representació digital" en la distinció popular que s'estableix entre el valor que pot tenir una "imatge" davant "mil paraules". Tractarem de mostrar-vos a partir d'aquesta dicotomia de quina manera el format de representació pot afectar cada un dels components del sistema representacional.

Exemple

Les imatges, per exemple, són uns símbols excel·lents per a transmetre informació d'una manera immediata. Les paraules, al contrari, necessiten més temps per a transmetre aquesta mateixa informació. Per això, els encarregats de planificar el trànsit gairebé sempre pensen en senyalitzacions amb format d'imatge, en lloc de pensar a col·locar rètols que signifiquin el mateix.

2.1.1. La representació analògica

Com haureu de fer servir amb propietat els termes relatius a aquest punt, començarem per referir-nos a les imatges com el **format analògic** de representació i a les paraules com el **format digital**. Tots dos formats de representació exhibeixen trets antagònics, per la qual cosa en aquest apartat ens estendrem en els atributs de la representació analògica i exposarem en el següent els de la representació digital per contraposició a aquells. Enumerem, doncs, les propietats que defineixen el format analògic de representació.

Analogia i semblança

Coincidirem amb nosaltres en el fet que la millor manera de representar alguna cosa amb una imatge és fent una figura que sigui **semblant** a l'objecte que es vol simbolitzar. Per exemple, la manera més ràpida i eficaç de representar un gos verd seria emprant una imatge **anàloga** a l'esmentat gos, és a dir, **elaborant una imatge que s'assembla al gos** en els seus detalls essencials (és a dir, una imatge amb forma de gos i de color verd).

Reflexió

Potser us podrà semblar una banalitat però és important que recordeu que **la força que tenen les imatges per a representar deriva directament de la semblança que s'estableix entre el codi i el domini**. Esperem que no us sigui difícil de recordar aquesta accepció de l'analògic en el sentit que el codi és **anàleg en** contingut en la dimensió en què el representa.

En definitiva, moltes imatges són símbols que guarden cert isomorfisme estructural¹ amb els seus significats, símbols la forma dels quals és similar a la de l'objecte significat.

⁽¹⁾Direm que una imatge guarda una relació d'*isomorfisme estructural* quan preserva la forma de l'objecte que representa.

Domini de la representació analògica

A més, en la mesura que les imatges simbolitzin *per la semblança*, **estan exclusivament destinades a representar objectes concrets**.

La noció abstracta d'*inefabilitat*, com veurem quan examinem la representació digital, *no pot assemblar-se a res*. Entre altres coses perquè **ningú no ha vist mai** un cas d'inefabilitat. Per això el que és inefable no pot ser simbolitzat directament mitjançant una imatge. Només ho podríem aconseguir indirectament, donant un pas previ imprescindible de redefinició arbitrària i públicament acceptada, que establís que una imatge determinada significa *inefabilitat*.

Reflexió

És clar que sempre podríem dibuixar una creu de color violeta, per exemple, i establir que aquella icona és el símbol de la inefabilitat. Però ens interessa molt que reflexioneu sobre el fet que fins i tot en el cas que determinéssim d'assignar aquest símbol a la inefabilitat, estaríem parlant ja d'*una altra relació referencial* no basada en l'isomorfisme estructural.

La creu violeta *s'assembla a* una creu de color violeta i només secundàriament, d'una manera derivada, podríem dir que representa qualsevol altra cosa. Perquè la creu violeta fos el representant de la inefabilitat, hauríem d'explicar amb paraules, o un altre tipus de conceptes, la relació (com veieu, arbitrària) que hi ha entre el símbol i el seu significat. Segons podreu apreciar, la imatge, **per si sola**, no representa més que allò a què s'assembla.

El format analògic i la percepció

Amb tota la intenció acabem d'escriure en negreta que "ningú no ha vist mai" l'inefable. El que preteníem era fer-vos notar que **només són susceptibles de ser traduïts a imatges els objectes de la nostra percepció**, ja que són els únics que permeten la construcció d'una rèplica isomòrfica. Aquesta és la raó per la qual **un codi analògic de representació està limitat al domini del concret**, el seu referent semàntic és allò **directament perceptible**.

Exemple

La fotografia de Jordi i el mapa de Catalunya al qual fèiem referència a l'inici d'aquest apartat són exemples paradigmàtics de la representació per imatges. Fixeu-vos que només aconsegueixen la seva funció referencial en la mesura que realment s'assemblin a Jordi i al territori de Catalunya. Com podeu veure, el seu poder representacional deriva **directament** de com d'aconseguida sigui l'analogia amb els seus dominis. Dir que representen *directament* els seus respectius objectes significa que qualsevol que conegui el subjecte de la fotografia anomenat Jordi o la forma del territori de Catalunya no necessita posar-se d'acord amb ningú per advertir que l'un i l'altra estan allà directament representats.

Per això diem que la representació per imatges es fa d'una manera directa i no arbitrària. Una altra cosa ben diferent és el que ocorre amb l'exemple del rei d'Espanya que només pot ser un bon representant del poble espanyol en la mesura que s'hagi acceptat i ratificat públicament el seu poder simbòlic; és un acte del tot arbitrari, perquè perfectament es podria donar el cas que el rei d'Espanya no fos el representant de ningú.

Com veieu, la semblança és un bon vehicle de representació directa, però la seva força s'exhaureix aquí, fet que ens mostra la necessitat d'acceptar un altre tipus de sistemes de representació que no estiguin llastrats per les limitacions de la representació analògica. El que necessitem és un format digital, com comprovarem després.

Aquestes afirmacions no estan renyides amb la possibilitat que puguem construir imatges fantàstiques: els unicorns són possibles, és clar, perquè l'ésser humà és capaç de combinar al seu capritx les dades de la seva percepció. Però les imatges són entitats extremament vinculades al procés perceptiu.

La dependència de les imatges respecte de l'experiència perceptiva explica també que molts dels processos implicats en la percepció siguin parcialment presents en el processament de les imatges. Per això és possible que en algun lloc de la bibliografia recomanada llegiu que la imatge es pot descriure com una entitat **quasiperceptiva**. Vol significar això i no una altra cosa. Entre altres coses, a causa de la naturalesa quasiperceptiva de la imatge s'explica que el tipus de processament d'aquestes sigui fet **en paral·lel**, exercit pràcticament d'un sol *cop de vista*.

Analògic enfront de digital

Hem de fer una última apreciació entorn d'aquest format de representació que és la imatge. I és que el concepte d'*analògic*, a més de poder ser interpretat com a sinònim de *semblant*, també es pot concebre per contraposició al concepte de *digital*.

Com que l'apartat "El format de representació digital" està exclusivament dedicat a dibuixar el perfil del que és una representació digital, aquí només ens interessa destacar que **una imatge és una entitat que no es genera com a resultat de l'articulació altres símbols més elementals**. Una imatge no es pot descompondre en unitats discretes, analítiques o digitals, sinó que es tracta d'un **símbol sintètic, continu i global**.

Exemple

Penseu, per exemple, en les lletres de l'alfabet *g, t, o, a*. Doncs bé, aquests quatre dígitos informatius poden donar lloc, almenys, als significants *gat, toga i gota*. L'articulació d'aquestes quatre unitats discretes d'informació, seguint les regles de composició de la sintaxi, ens han permès de referir-nos a tres coses completament diferents; hem construït tres paraules el contingut semàntic de les quals és completament diferent. Si volguéssim, també podríem procedir en sentit contrari, i descompondre *analíticament* cada un d'aquests tres termes a les seves unitats elementals.

Si tracteu de fer qualsevol d'aquestes coses amb una imatge entendreu que intentar-ho és un disbarat. Per representar cada un dels objectes del nostre exemple, estariem obligats a fer servir **tres símbols diferents**. De cap manera podríem defensar que la imatge de la *toga*, per exemple, s'ha fabricat a partir d'uns elements representacionals bàsics, comuns a la resta de les imatges.

Esperem que aquest petit exemple us serveixi per a entendre per què els psicòlegs i altres especialistes han dit de les imatges que són entitats representacionals *sintàcticament denses*. I les han presentat com a objectes no articulats que no es poden descompondre en àtoms constituents. El seu significat l'expressen per la seva constitució global, la seva estructura és resistent a la descomposició analítica, **són formes de representació sintèti-**

Bibliografia

Per aprofundir en les raons que animen a defensar cert grau d'encavalcament entre percepció i imatge, podeu llegir:

M. de Vega (1984). *Introducción a la Psicología Cognitiva* (p. 236-241). Madrid: Alianza.

ques i contínues que tenen condensat el seu significat en la seva estructura integral; són, en definitiva, *sintàcticament denses*.

Com a resum d'aquest apartat, heu de recordar que la *funció referencial* de les imatges s'exerceix per la semblança, que el seu *domini* es limita als objectes concrets, que la percepció és un agent essencial en el *procés de codificació i interpretació* de les imatges i que les imatges són símbols de naturalesa contínua, que no estan construïdes a partir d'elements atòmics pertanyents a un sistema discret (digital).

Resum

Els elements d'un sistema de representació estan condicionats pel format simbòlic que s'ha fet servir.

El format analògic representa els objectes concrets amb imatges estructuralment isomòrfiques a aquests.

En el processament de la imatge estan implicats molts mecanismes comuns amb la percepció.

2.2. El format de representació digital

Si ja més d'una vegada ens hem referit a les paraules del llenguatge natural per il·lustrar l'essència d'un sistema de representació digital és perquè, efectivament, **el sistema lingüístic consisteix en un conjunt no gaire gran de símbols que admeten articulació interna i que ens permeten de dir-ho pràcticament tot**. Només hem de conèixer les regles de formació sintàctica definides pel sistema per poder expressar qualsevol tipus d'idea, per abstracta que sigui. Aquesta és, en essència, la naturalesa d'un format de representació digital.

En el cas del castellà o el català, per exemple, no necessitem un símbol diferent per a cada una de les coses a què ens referim, sinó que ens limitem a combinar adequadament cada un dels àtoms discrets d'informació que constitueixen aquest codi de naturalesa digital que és l'abecedari.

Heu de ser conscients que estem il·lustrant el format digital de representació amb el cas del llenguatge natural, però això no significa que es redueix només a aquest. El concepte de *digital* ve de *dígit*, vocable que està molt emparentat amb la noció de *dit*, però també amb la noció de *número*. Tindrà això alguna cosa a veure amb el fet que un dels primers sistemes utilitzats per l'home per comptar estava molt relacionat amb els seus deu dits de les mans? Possiblement. En qualsevol cas, *digital*, per contraposició a *analògic*, ha adquirit una preponderància extraordinària en la nostra vida quotidiana a causa de la popularitat que han assolit els sistemes de codificació, emmagatzematge i recuperació de la informació, basats en la utilització d'un codi numèric de representació, fonamentalment binari (zeros i uns).

Davant els antics sistemes analògics com el vídeo o el tocadiscs, el DVD o disc compacte són sistemes prototípics de la revolucionària tecnologia digital. El mateix ordinador que vosaltres esteu ara fent servir per a estudiar resulta ser el paradigma d'aquests sistemes d'informació que operen amb informació digital, que processen uns símbols discrets, atòmics, finits i sotmesos a regles sintàctiques de formació.

2.2.1. La representació digital

Recordeu: tot sistema de representació digital està constituït per un conjunt finit d'elements discrets d'informació, que es combinen entre si a partir de certes regles de composició, per donar lloc a una potentíssima funció de representació.

Reflexió

Fixeu-vos una vegada més en la necessitat de postular un sistema de representació digital per poder explicar les capacitats psicològiques humanes. En l'apartat "El format de representació analògic" ja hem deixat establert que una de les limitacions fonamentals de la representació analògica rau en la seva capacitat referencial. De fet, totes aquelles idees que tenen a veure amb nocions abstractes (com "l'home solter és infeliç" o "la inefabilitat és inquietant", per exemple) no poden ser de cap manera representats directament amb imatges. El cas és que no hi ha res que es pugui assemblar a un solter infeliç i molt menys a la desorientació de l'inefable i, per tant, difícilment podem generar una imatge mental que es faci càrrec de representar directament aquests conceptes.

Però també és un fet que tots nosaltres podem entendre sense dificultat (o amb ajuda del diccionari) el significat de les expressions anteriors. El que és una prova evident que l'ésser humà treballa, a més d'amb imatges, amb un altre tipus de sistema representacional de més potència referencial. En qualsevol cas, la nostra capacitat per representar propietats abstractes de la realitat no ens ha de sorprendre. Com hem vist en un altre lloc, el llenguatge (oral o escrit) i el sistema numeral són dos exemples potentíssims de les eines simbòliques digitals que ha construït la humanitat.

És important també, per tant, que no oblideu la importància que té la representació digital per a explicar la capacitat de l'ésser humà de codificar, emmagatzemar i transmetre *qualsevol tipus* d'informació, sigui aquesta de la naturalesa que sigui.

Arbitrarietat del format digital i aprenentatge

Els sistemes digitals de representació compleixen la seva funció referencial associant arbitràriament el significat i el seu significat. A diferència dels sistemes analògics, el poder representacional del format digital no prové directament de la forma dels símbols, sinó de l'acord públic. Aquesta és una de les raons de per què **cal aprendre les relacions que s'estableixen entre codi i domini en aquests sistemes de representació.**

Naturalesa abstracta i amodal del format digital

Adoneu-vos que la representació digital no preserva estructuralment cap de les característiques físiques d'allò al qual està referit. Ni tan sols quan el que s'ha representat és un objecte concret, podem trobar trets formals comuns al codi i al domini: **el format representacional, en aquest cas, és de naturalesa abstracta i no associada a cap modalitat sensorial (o amodal).** Això vol dir que per representar digitalment el concepte de *rosa*, no necessitem que els símbols que es facin servir tinguin la forma o el color o l'olor o el tacte d'una rosa.

Exemple

Mireu en quin sentit la representació lingüística és amodal i abstracta:

(a) La **rosa vermella té la tija verda**

(b) La rosa vermella té la tija verda

Amb aquest petit exemple es fa evident que el significat d'una oració no depèn de les característiques físiques dels símbols lingüístics. En aquest cas concret, el color de les paraules de l'oració *a* no afegeix cap informació extra al seu significat, que és idèntic al de l'oració *b*. En la mesura que la funció referencial no està condicionada per la informació que pugués aportar **cap modalitat sensorial** (aquí, el color relacionat amb la vista), diem que la representació és **amodal**; i en aquesta mateixa mesura, diem que és **abstracta**.

Com a resum d'aquest apartat, heu de recordar que la *funció referencial* de la representació digital s'exerceix per la vinculació arbitrària i públicament acceptada entre significant i significat, que el seu *domini* no es limita als objectes concrets sinó que es pot estendre a tot tipus noció, que la *codificació i interpretació* dels dígits informatius depenen d'un conjunt de regles de composició sintàctica i que els dígits són símbols de naturalesa discreta, amodal i abstracta.

Reflexió

Us pot ajudar no passar per alt la relació d'antagonisme que hi ha entre el format de representació digital i l'analògic. Per això dèiem en un altre lloc que una bona estratègia per a recordar les propietats que defineixen la representació digital és pensar en termes contraris a com ho fem amb la representació analògica.

Resum

Un format de representació és digital, com el llenguatge, quan fa servir uns quants símbols per a representar-ho tot.

El format digital està arbitràriament referit al seu domini per mitjà d'unitats discretes d'informació que es combinen sintàcticament.

Els símbols digitals són abstractes i amodals.

2.3. La representació mental: reflexions entorn del primer model de Paivio

Un problema que ha col·lapsat l'agenda dels psicòlegs des que la psicologia es va fer *cognitiva* ha consistit precisament a establir de quina naturalesa són els símbols que manipula la ment. Si la conducta humana depèn del *coneixement* que els homes guarden en la seva ment, i si aquests coneixements estan codificats en forma de símbols, llavors la *representació del coneixement* es converteix en el concepte clau de l'explicació psicològica. Segons va declarar el psicòleg Zenon Pylyshyn en un dels llibres fonamentals de la ciència cognitiva:

El que proposaré és que una de les coses més importants que comparteixen totes les entitats que coneixen [i l'ésser humà és una d'aquestes] és que actuen sobre la base de *representacions*. Per dir-ho d'una altra manera, en explicar aspectes importants de la seva conducta, hem de tenir en compte les seves metes i el seu coneixement [...] Si sabem quines representacions posseeixen, i a més adoptem el supòsit que gran part de la seva conducta està connectada a les seves representacions mitjançant uns principis generals determinats, llavors podrem explicar una part substancial de les regularitats que aquests éssers que coneixen exhibeixen en la seva conducta.

Z. Pylyshyn (1988). *Computación y conocimiento* (p. 11). Madrid: Debate, 1984.

Si algun de vosaltres està interessat a aprofundir en les raons que van estimular els psicòlegs cognitius a introduir el concepte de representació en les seves teories, pot llegir,

almenys, els dos primers capítols del llibre de Pylyshyn, del qual hem extret la citació anterior. El nivell de dificultat d'aquests capítols no és molt elevat i els beneficis que obtindríeu en termes de comprensió compensarien amb escreix l'esforç.

Lògicament, com veieu, en quedar definida la ment com un *sistema de processament de la informació que opera amb símbols emmagatzemats en el seu interior*, el concepte de representació mental va agafar una enorme transcendència.

Reflexió

Heu de ser conscients que ara no es tracta d'examinar les característiques que defineixen, en tant que són **sistemes de representació externs**, els dibuixos fets amb paper i llapis, les fotografies o les paraules que pronunciem per comunicar-nos. Ara toca reflexionar sobre la forma que tenen les mateixes **representacions internes** que manipula el nostre sistema cognitiu.

De debò hi ha un sistema de representació mental? En el cas que existeixi, el seu format és digital, analògic o un compost de tots dos? Com manipula la ment les seves representacions? De quina manera el psicòleg pot posar a prova les seves hipòtesis sobre la representació mental? Aquestes són les qüestions sobre les quals hem de treballar d'ara endavant.

Tanmateix, encara que les representacions siguin entitats mentals internes, no observables directament, **l'explicació psicològica no es pot fer més que per mitjà d'una metodologia objectiva**. Per això, per a poder contestar els interrogants relatius al tema de la representació mental, els psicòlegs cognitius han ideat diversos procediments que els han permès d'oferir respostes basades en les dades de l'experimentació.

L'excel·lent llibre del plorat psicòleg espanyol Àngel Rivière, *Objetos con mente*, us pot servir d'inigualable introducció a la problemàtica qüestió a la qual s'enfronta la psicologia cognitiva en tant que vol ser la **ciència objectiva del mental inobservable**.

Referència completa: Á. Rivière (1991). *Objetos con mente*. Madrid: Alianza (especialment el capítol 1 cobreix excepcionalment aquest tema).

Amb la intenció de cridar la vostra atenció sobre la metodologia experimental que és pròpia de la psicologia cognitiva (i també pel seu valor històric intrínsec), tancarem aquest apartat del mòdul "La representació del coneixement en la memòria" amb les investigacions del psicòleg canadenc Allan Paivio. Des que la popularitzés en la dècada dels setanta, la de Paivio la podeu considerar com una de les primeres (i de les més influents) aproximacions experimentals al problema de la representació mental.

2.3.1. La teoria del doble codi de Paivio

En opinió de Paivio, el sistema cognitiu treballa amb dos tipus diferents de representacions mentals. D'aquí el qualificatiu de *teoria del doble codi* o *teoria dual*. Exposem-ho amb les seves pròpies paraules:

Bibliografia


A M. de Vega (1984), *Introducción a la psicología cognitiva* (p. 220-224), Madrid: Alianza, podeu trobar una exposició clara i concisa de la teoria dual de Paivio, la seva fonamentació experimental i les crítiques més importants que ha rebut aquesta.

La teoria assumeix que la conducta cognitiva és mediatitzada per dos sistemes simbòlics, independents però estretament interrelacionats, que estan especialitzats en la codificació, organització, transformació, emmagatzematge i recuperació de la informació. Un d'aquests (el sistema d'*imatges*) està especialitzat en el tractament de la informació perceptiva sobre objectes i esdeveniments no verbals. L'altre (el sistema *verbal*) està especialitzat en el tractament de la informació lingüística. Els sistemes es diferencien en la naturalesa de les seves unitats de representació, el mode d'organització d'aquestes en unitats superiors, i el mode de reorganització o transformació possible de les estructures.

A. Paivio (1979). The relationship between verbal and perceptual codes. A E. C. Carterette i P. P. Friedman (Comp.), *Perceptual Processing* (Vol. IX: *Handbook of perception*). Nova York: Academic Press. [Citat per A. Rivière (1986). *Razonamiento y representación* (p. 85). Madrid: Siglo XXI.]

Implicacions teòriques de la hipòtesi dual de Paivio

Com heu pogut comprovar llegint el mateix Paivio, segons la seva teoria el sistema cognitiu maneja tant imatges com paraules per representar la realitat, cosa que significa afirmar que hi ha un *doble sistema de codificació* (imaginatiu i verbal) que necessàriament ha d'heretar les mateixes característiques estructurals i funcionals dels formats analògic i digital que ja hem estudiat en els apartats anteriors.

Format de representació		
	Sistema imaginatiu	Sistema verbal
Naturalesa del símbol	Representació analògica	Representació digital
Tipus de símbol		Taula
Domini a què està referit	Objectes concrets	Objectes concrets i conceptes abstractes
Organització interna del domini	Associacions per contigüitat i semblança	Estructuració per vincles semàntics
Tipus de processament	En paral·lel	Seqüencial
Funció referencial	Per la semblança estructural	Per vincles arbitraris
Origen del codi	Són còpies esquemàtiques que procedeixen dels continguts perceptius	Procedeixen de l'aprenentatge de les regles que connecten sintaxi i semàntica

Tots dos sistemes, que són estructuralment i funcionalment independents, estan intrínsecament relacionats i poden traduir amb facilitat la informació d'un codi a la de l'altre.

Suport experimental a la teoria del doble codi

Encara que la teoria de Paivio és molt intuïtiva, ja que tots nosaltres tenim l'experiència directa de pensar amb imatges i amb paraules interiors, és important que us fixeu en el fet que **la fonamentació de la teoria es basa en la comprovació experimental de les hipòtesis formulades** i no en l'experiència fenomenològica² que cada un de nosaltres tenim dels nostres estats interns. Al contrari, la construcció de la teoria dual de Paivio es va basar en tot moment en l'evidència empírica i objectiva.

⁽²⁾El concepte d'experiència fenomenològica fa referència a l'experiència subjectiva que tots podem tenir de la nostra vida interior. D'aquesta manera, l'experiència fenomenològica és **un fenomen absolutament privat que es dona en l'esfera de la consciència individual**: *jo*, i només *jo*, tinc accés a *les meves* emocions, *als meus* dolors, *als meus* records o *als meus* pensaments. Ningú més no els pot sentir per mi, ni a ningú més no els puc comunicar d'una manera transparent i objectivament precisa.

L'experiència fenomenològica va ser objecte d'investigació de molts psicòlegs mentalistes del segle passat, i la consciència l'instrument privilegiat per a la seva introspecció. Però l'evolució de la metodologia de la ciència va fer desconfiar els psicòlegs de les teories que es proveïen únicament de les dades aportades per l'experiència fenomenològica, que per definició és privada, individual i intransferible.

La teoria dual ha estat posada, lògicament, en qüestió per investigadors posteriors. Però el seu poder exemplificatiu és el que ens importava posar de manifest ara. Les crítiques més dures van portar a uns psicòlegs a apostar per altres models teòrics que incloïen una caracterització de les imatges molt més elaborada; i a altres psicòlegs a rebutjar per complet la funcionalitat psicològica d'aquest format de representació per imatges i a proposar un codi el format del qual és molt més abstracte que les imatges o que les mateixes paraules internes. Però això són ja qüestions que pertanyen als propers apartats d'aquest mòdul.

Qui estigui interessat en les crítiques a la teoria del doble codi de Paivio pot llegir el llibre següent: Á. Rivièrre (1986). *Razonamiento y representación*. Madrid: Siglo XXI.

En el seu conjunt, en el llibre podem trobar exposats amb la precisió i l'encant al qual l'autor ens té acostumats els fonaments filosòfics, metodològics i històrics de les diverses teories representacionals. Els tres primers capítols del llibre tracten amb tot luxe de detalls les diferents propostes teòriques que han aparegut al llarg de tota la història de la psicologia cognitiva (i també dels seus antecedents filosòfics).

El punt 3 del capítol 2 (especialment de la pàgina 80 a la 86) està especialment indicat per a qui s'interessi per la sort del model de Paivio.

Resum

La psicologia cognitiva es preocupa pels processos mentals interns dedicats a codificar el coneixement i processar la informació (representacions i processos).

La psicologia cognitiva tracta el seu objecte d'estudi amb una metodologia preferentment experimental i objectiva.

La teoria del doble codi de Paivio es pot proposar com a exemple de model cognitiu en què es postula l'existència d'un codi dual format per imatges i paraules.

3. La representació per imatges mentals

3.1. Les imatges i la ment

Entrem aquí a examinar l'aspecte que tenen, i les funcions que compleixen, aquells símbols mentals que els psicòlegs cognitius denominen *imatges*.

Recordeu, sobretot, que les imatges mentals consisteixen en representacions analògiques i que, com a tals, pertanyen a un format de representació continu, quasiperceptiu, que representa per la semblança i que està referit al domini dels objectes concrets.

Representacions analògiques

Ens podem permetre ser parcials en la descripció de les característiques que defineixen l'analògic, ja que ja hem dedicat un apartat a aquesta tasca de precisió conceptual.

3.1.1. Característiques de les imatges en tant que són representacions mentals

A què anomenem imatge mental

Un costum molt arrelat entre la gent és el de reservar el terme *imatge* per referir-se només a les imatges visuals. Tanmateix, una imatge pot pertànyer a qualsevol modalitat sensorial.

Aquest és un error que hem de desterrar de la nostra manera de pensar. Al vell estil de la filosofia empirista, heu d'entendre que les imatges són empremtes dels objectes que veiem, sentim, etc. I, encara que és cert que en psicologia s'han investigat fonamentalment les imatges icòniques o visuals, i menys les ecoïques o auditives, qualsevol cosa que pugui impressionar els nostres sentits es pot convertir en una imatge. El record d'una melodia, les paraules interiors que escoltem en pensar o llegir, l'evocació d'una aroma, etc., són imatges en el sentit que desperten en nosaltres una espècie de percepció debilitada de les entitats reals a les quals es refereixen.

Per tant, podem parlar amb la mateixa propietat d'imatges visuals, auditives, olfactivas, gustatives i hàptiques. És a dir, les imatges mentals són entitats multimodals, l'origen de les quals es troba en la pròpia percepció.

Les imatges són entitats dinàmiques

Podem fer mentalment una rotació de les nostres imatges, ens hi podem desplaçar per sobre, les podem escorcollar, etc. És a dir, hi podem fer *virtualment* el mateix que podem fer *realment* amb els objectes físics. En aquest sentit, diem que les imatges es poden manipular mentalment, i poden donar lloc als efectes que tan bé s'han estudiat en psicologia cognitiva.

Exemple

Vegem-ne només un exemple, referit al terreny de la investigació sobre el desplaçament per imatges.



Una manera d'investigar com pot ser manipulada una imatge mental va ser la ideada per Kosslyn i col·laboradors el 1978. El que van fer va ser demanar-li a una mostra de subjectes que memoritzessin l'illa fictícia que apareix a l'esquerra, i els van sol·licitar que recordessin la seva forma i el conjunt d'objectes inclosos a l'illa (el llac, la cabanya, el pou, etc.). Després comprovaven el grau de record dels subjectes fent-los dibuixar de memòria el que havien après.

Una vegada verificat que els subjectes posseïen una imatge mental prou ajustada a la del dibuix, van demanar als participants en l'experiment que es col·loquessin mentalment en un dels punts de l'illa, que es desplaçessin per la seva imatge mental fins a arribar a un altre dels punts i que fessin saber als investigadors que havien arribat a la destinació pressionant un interruptor que detenia un cronòmetre.

El que van voler demostrar amb aquest experiment és que hi havia una correlació lineal gairebé perfecta ($r_{xy} = 0,97$) entre la distància que havien de recórrer i el temps que trigaven a fer-ho.

Dades empíriques com aquestes, i d'altres de la mateixa naturalesa, van donar suport a la interpretació de les imatges com a estructures dinàmiques i manipulables pel subjecte.

Les imatges no són fotocòpies

Per molt que diguem que les imatges són rèpliques dels objectes, no pretenem de dir de cap manera que són rèpliques idèntiques. Les imatges són representacions quasipictòriques, la seva definició és més la de l'esbós que la de les fotografies. A més, **en la mesura que les imatges mentals necessàriament són selectives i abstractes, en aquesta mateixa mesura es diferencien dels estímuls físics.**

Les imatges pertanyen a l'àmbit de la nostra experiència fenomenològica

Quan parlem d'imatges mentals, òbviament ens estem referint a aquestes entitats que sembla que sorgeixen en el nostre interior quan recordem, pensem o fem qualsevol activitat cognitiva que es pogués veure beneficiada per la manipulació d'alguna d'aquestes. És a dir, les imatges o formen part de la nostra

pròpia experiència conscient o no són res. Som cada un de nosaltres com a individus els que posseïm aquesta o aquella imatge, o les esmentades imatges no existeixen.

Les imatges s'han de donar en l'esfera de l'experiència subjectiva d'un individu, són sota el control de la consciència i consumeixen recursos atencionals. Aquesta característica ens posa sobre la pista que el lloc d'acció de les imatges és la memòria a curt termini.

Reflexió

Aquesta afirmació contrasta intensament amb les que s'han fet sobre la realitat de les proposicions. Recordeu que aquestes són inconscients, inaccessibles per introspecció, propietat de la ment en la mesura que és màquina, i alienes a la voluntat i condicions de la consciència.

Tanmateix, cal destacar que per molt que tota imatge sigui una realitat subjectiva, això no implica que la investigació d'aquestes s'hagi d'apartar dels requeriments de la metodologia experimental dominant en la psicologia contemporània.

Activitat

Perquè pugueu posar a prova d'una manera objectiva l'existència i utilitat psicològica de les imatges mentals accepteu l'activitat que ara us proposem. Es tracta que poseu en pràctica una de les trenta proves (exactament la vint-i-vuit) amb les quals Binet i Simon, el 1905, avaluaven les capacitats intel·lectuals dels nens francesos.

Permeteu-nos d'esmentar directament el passatge en el qual Binet i Simon recomanen un procediment per valorar les capacitats de raonament, atenció i imaginació visual del nen. Diu així: "se li pregunta primer al subjecte si sap llegir l'hora. En cas de resposta afirmativa, cal verificar-ho; perquè no un s'ha de fiar de la seva paraula. Hi ha imbècils que declaren que saben llegir l'hora, i donen respostes extravagants quan se'ls presenta un rellotge [alerta: preneu el terme *imbècil* com el que en realitat és, és a dir, com a 'categoria diagnòstica' i no com a 'insult'; l'advertiment és nostre no de Binet i Simon]. Després d'haver constatat que el subjecte sap llegir l'hora, se li recorda que l'agulla gran indica els minuts i la petita les hores".

Doncs bé, aquí tenim la prova: demaneu a algú que tingueu a mà que sense mirar el rellotge, ni dibuixar, contesti a la pregunta següent basant-se només en la seva imaginació: si en són tres quarts de tres, quina hora seria en el cas que invertíssim les agulles del rellotge i l'agulla gran es trobés on la petita i aquesta on aquella? I si fossin un quart i cinc de sis? O quan falten cinc minuts per les tres?

3.1.2. Funció psicològica de les imatges mentals

Les imatges com a espai analògic de resolució de problemes

Les imatges mentals de vegades són molt útils per a resoldre problemes de diferents tipus, tal com haureu pogut comprovar si heu fet l'activitat anterior. De fet, no és del tot estrany trobar ocasions, sobretot a la universitat, en què se'ns parla de fer algun *experiment imaginari*. El que tractem de fer-vos notar ara és que això no és únicament una manera de parlar. En aquest sentit és

important que observeu que una imatge mental no és una estructura estàtica, immòbil. Al contrari, si les imatges mentals tenen algun valor cognitiu, aquest es deriva que són **manipulables**.

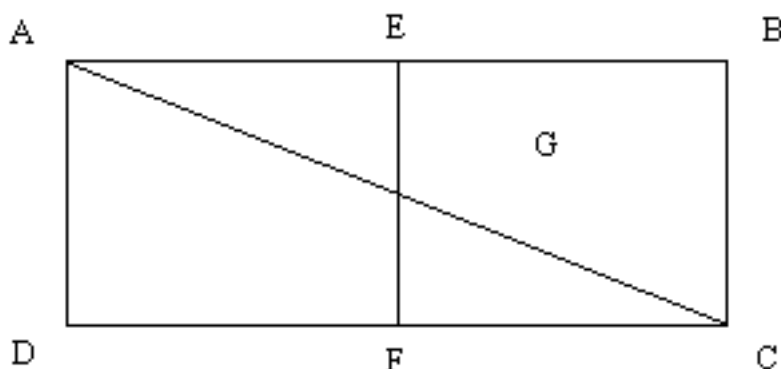
Les imatges mentals intervenen en moltes de les activitats superiors del sistema cognitiu, com ara la creativitat o la resolució de problemes, gràcies a la seva naturalesa dinàmica i flexible. En general, podem dir que les imatges són peces de valor inestimable per a raonaments determinats.

Activitat

Tracteu de resoldre el problema següent, plantejat per Simon el 1978 i que hem pres del llibre d'Á. Rivièrre (1986) *Razonamiento y Representación*. Madrid: Siglo XXI.

Suposem que tenim un rectangle ABCD, tal que AB té una longitud doble que BC. Ara, imaginem que dividim el rectangle en dos quadrats per una línia EF (essent E el punt mitjà de AB i F el de CD), i que establim també una línia AC, que divideix el rectangle en dos triangles. Té AC i EF un punt d'intersecció dins el rectangle?

Si sabeu geometria plana podeu començar a calcular o veure com es pot oferir una solució ràpida i directa a aquest problema.



La resposta, com veieu, és que sí que hi ha un punt G d'intersecció. I el procediment més ràpid per a trobar la solució estava en el fet de dibuixar o formar mentalment una imatge que recollís les descripcions del problema.

Diguem-ho una vegada més: hi ha alguns problemes que per la seva estructura sembla que exigeixin solucions que es deixen més a la mediació de les imatges que a la del càlcul numèric o lògic. Aquesta és una característica funcional important de les imatges mentals.

Bibliografia

Per aprofundir en el tema podeu acudir al llibre següent:

J. J. Ortells (1996). *Imágenes mentales*. Barcelona: Paidós.

També la *Introducción a la psicología cognitiva* de De Vega us podria ajudar (especialment les pàgines 213 a 236, corresponents al capítol 5).

Resum

La imatge mental és una estructura analògica, que representa per la semblança els objectes que estimulen els nostres sentits.

Les imatges tenen el seu lloc d'acció en la memòria a curt termini i estan sota el control del subjecte.

La investigació experimental ha demostrat que les imatges són entitats flexibles i dinàmiques.

Les imatges compleixen una funció destacada en moltes tasques de resolució de problemes.

3.2. Els mapes cognitius

3.2.1. Propietats essencials dels mapes cognitius

Els mapes cognitius representen relacions espacials

Els mapes cognitius estan destinats a la representació espacial de territoris. Són una espècie de representació interna dels diferents llocs pels quals estem acostumats a moure'ns. En aquest sentit, heu de saber que els mapes cognitius **són representacions estructuralment isomòrfiques amb els territoris que representen**, dels quals preserven les distàncies i la ubicació dels llocs. Precisament aquesta característica és la que va conduir a autors com Tolman, tan aviat com el 1948, a referir-se a aquests dispositius mentals amb el qualificatiu de *mapa*.

Com ja heureu notat, la preservació isomòrfica de les relacions espacials era una de les característiques definidores de les imatges mentals i, en aquest sentit, els mapes cognitius s'han estudiat sempre com formant part de la representació del coneixement per imatges. Tanmateix, a causa de les seves pròpies peculiaritats i al seu alt grau d'especialització, també sempre han tingut un tractament a part. Nosaltres aquí no fem res més que seguir-ne la tradició establerta.

Exemple

Casa nostra o la nostra ciutat són dos exemples del que els mapes cognitius solen representar amb un alt grau d'efectivitat. Per exemple, ens podem orientar mentalment abans de decidir-nos a prendre una ruta determinada, fent servir aquestes rèpliques mentals que ens permeten de saber amb més o menys exactitud en quin punt de l'espai es troben els llocs més significatius de la nostra ciutat i quina és la distància que els separen. Per això diem que quan es posa en marxa un mapa cognitiu el que s'activa en la nostra ment és un dispositiu mental especialment dotat per a calcular distàncies i permetre d'orientar-nos en l'espai. Quan posem un mapa cognitiu d'una ciutat, podem afirmar amb tota tranquil·litat que **coneixem** aquesta ciutat; i la manera de demostrar-ho és desplaçant-nos amb seguretat i confiança pels seus carrers.

Els mapes cognitius són entitats de naturalesa multimodal

Però no tota la informació està codificada per mitjà d'imatges en els mapes cognitius.

Heu de saber que els mapes cognitius consisteixen en representacions de naturalesa multimodal. És a dir, la funció referencial dels mapes cognitius s'exerceix combinant informació analògica i proposicional.

És important que compregueu que si un mapa cognitiu hagués de codificar tots els elements significatius d'un territori utilitzant només imatges, la seva capacitat es podria veure ràpidament desbordada. Com veieu, és una raó

d'**economia cognitiva** la que explica per què els mapes cognitius codifiquen la major part de la informació **semànticament** o **proposicionalment**. Només els llocs més significatius de la ciutat o **prototípics** són els que s'actualitzen en forma d'imatge mental i la ubicació de la resta de llocs es dedueix per mitjà d'inferències conceptuais.

Els mapes cognitius són estructures dinàmiques de caràcter adaptatiu

A diferència dels mapes cartogràfics, que són estructures acabades i estàtiques, **els mapes cognitius estan en construcció i remodelació constant**.

D'una banda, és lògic pensar que els mapes cognitius s'enriqueixen amb els nous coneixements i les noves experiències que els individus acumulen en relació amb els entorns en els quals habiten i pels quals transiten. En la mesura que els mapes cognitius són sistemes de representació multimodals, en aquesta mateixa mesura un canvi en el contingut de la informació codificada en un dels formats pot repercutir en el de l'altre format, i donar lloc a modificacions constants del mapa cognitiu resultant.

Reflexió

Quan rebem informació sobre la construcció de noves avingudes a la nostra ciutat o si quan hi passem descobrim que el nostre barri està creixent cap a una direcció determinada, és irremediable, a part d'adaptatiu, que el nostre mapa cognitiu es remodeli per recollir aquella nova informació o aquesta última experiència. Imagineu per un moment, si no, la transformació que va haver de sofrir el mapa cognitiu dels habitants de Barcelona, quan després de 1992 la ciutat va deixar de viure d'esquena al mar.

D'altra banda, que s'actualitzi mentalment el mapa cognitiu d'una manera o una altra dependrà de les exigències de la tasca per a la qual s'hagi activat. És a dir que, com es pot esperar des d'un punt de vista adaptatiu, segons la ruta que hàgim de planificar a cada moment s'anirà constituint el mapa cognitiu.

Això indica que el mapa mental de la nostra ciutat no és un i immodificable, sinó que la generació d'un mapa mental particular depèn tant dels nostres coneixements previs i experiències directes sobre el territori, com de les demandes adaptatives que en cada moment exigeixin la seva construcció.

Els *mapes cognitius* són sistemes de càlcul

De tot el que portem esmentat fins ara es desprèn que un mapa cognitiu no solament és una representació mental de territoris que combina informació conceptual i d'imatges, sinó que també compleix funcions concretes que el justifiquen com a entitat psicològica. I és que els mapes cognitius són un **dispositiu mental de resolució de problemes espacials**. La funcionalitat dels

mapes cognitius és òbvia: gràcies a aquests podem **planificar la nostra conducta deambulatòria i prendre decisions relatives als nostres moviments** per l'entorn.

Exemple

No sé si haureu vist alguna vegada aquestes utilíssimes màquines que hi ha en algunes boques de metro i que serveixen per a dirigir a *l'habitualment* perdut usuari d'aquest mitjà de transport. Una vegada que l'usuari ha introduït el punt de destinació a la màquina, l'informa del metro més convenient i de les estacions en les quals ha de fer els transbordaments oportuns a altres metros. D'aquesta manera l'usuari agraït pot triar, **sense cap gènere de dubtes**, el camí més curt entre els punts d'origen i destinació.

Més o menys una cosa semblant a aquest dispositiu són els mapes cognitius. Més, perquè els nostres mapes cognitius no estan limitats a representar exclusivament recorreguts suburbans, i menys, perquè l'efectivitat dels nostres càlculs mentals no és del 100%. Els càlculs mentals basats en els mapes cognitius estan oberts a errors, fet que ens introdueix al pròxim apartat d'aquest apartat.

3.2.2. Naturalesa heurística dels mapes cognitius

Tots nosaltres, alguna vegada almenys, hem planificat els nostres itineraris fent servir una espècie de plànol mental que ens permet, com la caputxeta vermella, de decidir-nos pel camí que considerem més curt. Però com li va passar a la caputxeta, també moltes vegades descobrim que l'itinerari elegit segons la representació del territori en la nostra ment era més llarg del que pensàvem; i és possible que esbrinem fins i tot que efectivament n'hi havia un altre de més curt. Si realment us ha passat això alguna vegada, entendreu per què afirmem que els mapes cognitius segueixen procediments de còmput de naturalesa heurística³, és a dir, sistemes simplificats de càlcul que ens poden conduir a prendre una decisió errònia.

⁽³⁾En el context dels mapes cognitius, diem que un mètode de càlcul és de naturalesa heurística quan es basa en procediments abreujats que no prenen en consideració tota la informació rellevant o que no compten amb totes les dades necessàries per a obtenir la solució correcta sense cap grau d'error.

Òbviament, no podria ser d'una altra manera. La nostra ment no té representats tots els carrers que connecten el punt de partida i el de destinació, ni tampoc no posseïm una informació detallada sobre la llargada exacta de cada un dels carrers pels quals podem travessar. Però la importància dels mapes cognitius no rau en el fet que puguem encertar les nostres decisions d'una manera infal·lible, sinó que **ens permeten de prendre decisions amb tota rapidesa i amb un alt grau d'efectivitat**. Els mapes cognitius, per tant, són mecanismes heurístics que afavoreixen la rapidesa per sobre de la seguretat absoluta en la presa de decisions. I aquesta és una de les seves principals característiques adaptatives.

Reflexió

Poseu-vos per un moment en la situació següent: us trobeu a la plaça de Catalunya i us heu de dirigir cap a una parada d'autobús que es troba a uns cinc minuts d'allà; exactament els mateixos que aproximadament trigarà l'autobús a sortir. Imagineu mentalment aquesta parada. Segurament, si estiguéssiu en aquesta situació real, us paràrieu a pensar quin és el camí més convenient per arribar a temps d'agafar l'autobús. Ara mateix pot ser que estigüeu imaginant totes aquestes possibilitats i, potser basant-vos en la imatge men-

tal que segur que acompanya la vostra activitat mental, ja haureu decidit quin és la millor trajectòria. Doncs bé, penseu per un moment en el que significaria que la nostra decisió hagués d'estar fundada en tota la informació necessària, com les distàncies en metres o el nombre de les possibles trajectòries alternatives. Molt probablement, quan haguéssim pres la decisió de seguir la ruta més curta, el temps que hauríem invertit a decidir-nos ens hauria fet perdre l'autobús. Aquest és l'**avantatge adaptatiu** dels mapes cognitius, que la majoria de les vegades ens ajuden a prendre decisions encertades i **més ràpidament**.

L'inconvenient és, com hem dit, que ens podríem equivocar amb la decisió adoptada. I, si bé el nivell d'èxit que solem tenir en aquest tipus de decisions és una prova evident que els mapes cognitius són funcionals, no podem passar per aquest tema sense considerar aquest aspecte dels mapes cognitius.

Biaixos de càlcul

Els psicòlegs afirmen que el sistema cognitiu fa servir *procediments mecànics* de càlcul, basats en mètodes heurístics, precisament perquè **les nostres equivocacions no són a l'atzar**. Si fos així, podríem pensar que cadascú fa servir els mapes a la seva manera, d'una manera capritxosa i idiosincràtica. I, davant aquesta possibilitat, la psicologia hauria de quedar muda, no s'hauria d'explicar res o s'explicaria tot per la *casualitat* (que no per la *causalitat*).

Tanmateix, **els errors** derivats de l'ús dels mapes cognitius **mostren una estructura**, apunten tots cap a una mateixa direcció; per això ens hi referim amb el qualificatiu de **biaixos**. Això demostra que hi ha un **mecanisme subjacent comú** a totes les persones, que desvia d'una manera sistemàtica els seus judicis.

L'estudi dels judicis que la gent emet sobre distàncies i orientacions demostra que els errors als quals dona lloc l'ús dels mapes mentals no són producte de l'atzar, sinó que consisteixen en errades sistemàtiques.

El mapa cognitiu implica una representació distorsionada de la realitat

En efecte, els nostres mapes cognitius codifiquen d'una manera **distorsionada** alguns valors relatius a distàncies i orientacions. Encara que la distorsió no afecta la majoria de les propietats espacials representades, sí que pren la seva importància en determinats judicis característics.

Exemple

Està experimentalment comprovat que la majoria de la gent sol ordenar els objectes del seu mapa cognitiu segons la disposició dels eixos cartesianes, és a dir, alineats segons les coordenades horitzontal i vertical. Per exemple, és una impressió molt comuna creure erròniament que Washington es troba al nord de Madrid.

També està comprovat que les distàncies es consideren més grans quan els trajectes són corbs que quan són rectes, o que la distància es representa més curta des d'un punt qualsevol del territori a un altre prototípic, que a la inversa, quan des d'un punt de vista euclidià la distància des d'un punt A fins a un altre punt B, és exactament la mateixa que la que hi ha des de B fins a A.

De fet, sol ocórrer que quan es fa servir un plànol per a comprovar on es troben *realment* els llocs d'una ciutat, un se sorprengui i s'estranyi de com de diferent és de com ho havia imaginat, i també que tingui dificultats a fer-lo servir per a desplaçar-se.

Això demostra que els mapes cognitius no són plànols que reflecteixen puntualment les coordenades cartesianes, sinó que tenen problemes amb les configuracions lineals o corbes dels trajectes que connecten dos punts i que estan molt condicionats per factors concernents a la prototipicitat.

En aquest apartat hem exposat de manera succinta les propietats més rellevants dels mapes cognitius; tanmateix seria recomanable que completéssiu aquestes idees amb les explicacions que s'ofereixen en la *Introducción a la psicología cognitiva* de Manuel de Vega.

Resum

Un mapa cognitiu és un format de representació compost d'imatges i proposicions, el domini del qual és el món de les relacions espacials (orientacions i distàncies) i la funció del qual és la de servir d'instrument de coneixement de l'espai i d'ajuda per a navegar-hi mentalment.

Els mapes cognitius són procediments heurístics de càlcul que permeten de prendre decisions amb la màxima velocitat i amb una alta efectivitat.

Els mapes cognitius són representacions distorsionades com demostren els errors sistemàtics o biaixos a què donen lloc.

Bibliografia

M. de Vega (1984). *Introducción a la psicología cognitiva* (cap. 5, p. 247-254). Madrid: Alianza.

4. La representació proposicional

4.1. Naturalesa de la representació proposicional

La **proposició**, per a la major part dels psicòlegs cognitius, és el **format de representació més adequat per a simbolitzar mentalment conceptes abstractes**.

El proposicional és un format de representació digital. I, com ocorre amb tots els sistemes simbòlics de naturalesa digital, el codi proposicional consisteix en un nombre limitat de símbols discrets que, combinats sintàcticament de manera adequada, permet de representar qualsevol domini.

En la mesura que la representació proposicional és un cas de representació digital, en aquest apartat només tractarem aquells aspectes del codi proposicional que constitueixen l'essencial per comprendre l'organització i el funcionament dels diferents sistemes de memòria, tal com heu estudiat en el mòdul "Els sistemes de la memòria", al qual us remetem per a qualsevol aclariment. De la mateixa manera, el conjunt de propietats comunes a la representació digital les podeu estudiar en l'apartat "El format de representació digital" d'aquest mateix mòdul.

Com que les proposicions són representacions digitals, què les diferencia d'altres sistemes també digitals com, per exemple, el llenguatge oral o escrit? Vegem-ho.

4.1.1. Característiques de les proposicions en tant que són representacions mentals

Propietats definitòries de la proposició

Tota proposició ha de complir les característiques següents: 1) ha de tenir un **significat**; 2) ha de ser **asseverativa**, és a dir, ha d'afirmar o negar alguna cosa sobre la realitat; i, com a conseqüència, 3) s'ha de trobar **subjecta a valors de veritat**, és a dir, és necessàriament vertadera o falsa; finalment, 4) es construeix segons regles explícites (sintàctiques) de formació.

Exemple

Avalueu el sentit de les quatre propietats llistades amb l'enunciat següent: *En Joan va arrencar la rosa vermella*. Com podeu apreciar, en l'oració següent: 1) hem pronunciat una sentència amb un significat precís: que la rosa vermella ha estat arrencada per en Joan; 2) hem asseverat que les coses s'han produït d'una manera determinada: que algú anomenat **Joan ha arrencat una flor que és una rosa** i a més que **la rosa és de color vermell**; 3) estem oberts que ens anomenin mentiders per sostenir aquesta afirmació, si fos el cas que no hagués estat en Joan l'autor d'aquesta acció o si no es tractés d'una rosa o si aquesta no fos del color esmentat, i 4) si haguéssim escrit "arrencar va la Joan en rosa vermell de color", o si cada una de les paraules les haguéssim escrit amb les lletres en diferent ordre

(*racarrecn*, per exemple), ens estariem arriscant que ens ingressessin en un centre de salut mental o ens enviessin a un exorcista.

Com veieu, per poder apropar-vos al concepte de proposició hem hagut de construir una oració, ja que una paraula aïllada (*rosa*, per exemple), fins i tot tenint significat, no compleix les propietats 2 i 3 de la llista. Confiem, finalment, que aquest exemple us hagi servit per a aprendre les quatre característiques que defineixen una proposició. Però **no volem que interpreteu que l'oració, amb la qual ho hem estat exemplificant, és una proposició**. Continueu llegint aquest apartat i enteneu per què una oració no és una proposició.

La representació proposicional no és la representació lingüística

Per poc que us hàgiu fixat en la llista de característiques del punt anterior, hauréu observat que totes també es poden aplicar al llenguatge natural que fem servir per a comunicar-nos entre nosaltres. I, sense cap mena de dubte, també el proposicional **és un llenguatge**. Tanmateix, **les oracions del llenguatge parlat o escrit no s'han de confondre amb les proposicions que expressen les oracions esmentades**. Les oracions contenen o expressen proposicions, però **no són** proposicions. Per això, precisament, el codi verbal de Paivio no pot sense més ni més identificar-se amb el codi dels proposicionalistes.

Reflexió

És important que tingueu clara la distinció entre *oració* i *proposició*, perquè podríeu pensar, equivocadament, que les paraules internes que moltes vegades utilitzem quan recordem o pensem s'identifiquen amb les proposicions. Res més lluny de la intenció del concepte psicològic de *proposició*.

Les paraules utilitzades per cada comunitat lingüística són diferents: *gos*, *dog*, *perro* o *chien* són diferents paraules, representacions lingüístiques amb **formes físiques diferents, que tenen un mateix significat**. Si la ment d'un català, un anglès, un castellà i un francès treballés amb paraules, hauríem d'elaborar una psicologia catalana, anglesa, etc., amb perfils diferents. És a dir, la psicologia cauria en un relativisme cultural extrem, si el llenguatge del pensament fos el llenguatge natiu. Segons la psicologia cognitiva no és aquest el cas: les proposicions, en la mesura que són unitats del llenguatge privat de la ment, són de naturalesa més abstracta que les paraules dels llenguatges socials que compleixen funcions comunicatives.

Sense restar importància al condicionament que la llengua materna pugui exercir sobre la *mentalitat* d'una comunitat lingüística determinada, la psicologia cognitiva manté que la *ment* és una, independentment del lloc on es neixi. Que l'ésser humà, per exemple, només pugui recordar 7 ± 2 ítems d'informació, és un fet establert per la psicologia de la memòria que compromet tots els homes i dones del món. I si *la ment* funciona així és perquè treballa amb el seu propi codi de representació, no del tot influenciable per variables lingüísticoculturals. Per això no podíem confondre el llenguatge natiu de la comunicació amb el llenguatge més abstracte de la ment.

Naturalesa semàntica de la proposició

Fixeu-vos, pel que hem dit fins ara, que sembla com si el llenguatge amb el qual treballa la ment estigués referit a un domini integrat només per significats purs; és com si la ment traduís al seu propi llenguatge tot allò que li arriba pels sentits, per guardar la informació transformada en unitats pertanyents al seu codi de representació intern. En definitiva, el que ocorre és que **el que codifica la ment en forma de proposicions són conceptes abstractes i les relacions de naturalesa estrictament semàntica que hi ha entre ells**.

Exemple

Les proposicions han estat utilitzades pels psicòlegs cognitius per a explicar moltes propietats característiques de la ment. Com ja us vam fer notar en el primer apartat d'aquest mòdul, és un fet empíricament demostrat que la nostra ment no té poders inferencials o que el nostre coneixement té una estructura jerarquizada per categories. De la mateixa manera, som perfectament capaços d'identificar com a sinònimes dues expressions lingüístiques diferents (com ocorre amb les oracions actives i les seves corresponents passives). A més, quan llegim o escoltem alguna cosa, el que és comú és que després de passat algun temps només recordem el que és fonamental del missatge i oblidem per complet les informacions accessòries. El mateix ocorre si hem de reproduir una cosa que hem llegit en un text o que hem vist per televisió: sempre *resumim*, oferint una versió no literal del que s'ha memoritzat. Tampoc no solem transmetre una informació amb les mateixes paraules amb què van ser gravades en la nostra memòria. És a dir, el que **sembla codificar les proposicions en la nostra memòria és la part essencial de la informació.**

4.1.2. La forma de les proposicions

Com que es tracta d'un codi abstracte i no observable directament (cap psicòleg mai no ha pogut *veure* les proposicions que hi ha dins el cap), les proposicions han estat representades de múltiples formes pels psicòlegs.

En el treball de De Vega recomanat en l'apartat "Característiques generals dels sistemes de representació" d'aquest mòdul, es reflexiona sobre la dificultat que comporta per al psicòleg treballar amb el concepte de *representació mental*. L'assumpte rau en el fet que el psicòleg tracta d'elaborar una *representació teòrica* del que en si mateix és un sistema de representació: els codis interns que fa servir la ment per a representar el món i les seves propietats. És a dir, el psicòleg ha de fabricar una representació *que està referida* a una representació *que està referida* al món.

Referència completa:

M. de Vega, M. (1992). Representaciones mentales: paradojas, debates y soluciones. A J. Mayor i M. de Vega. *Tratado de Psicología General* (Vol. 4: Memoria y representación, p. 263-305) (editat per J. Mayor i J. L. Pinillos). Madrid: Alhambra.

Però el que interessa advertir és que, la proposició ha d'incloure, independentment de com la representi el psicòleg, símbols que facin referència als seus elements bàsics: els conceptes (o nodes) i les relacions semàntiques establertes entre ells (o baules).

Representació teòrica d'una xarxa proposicional

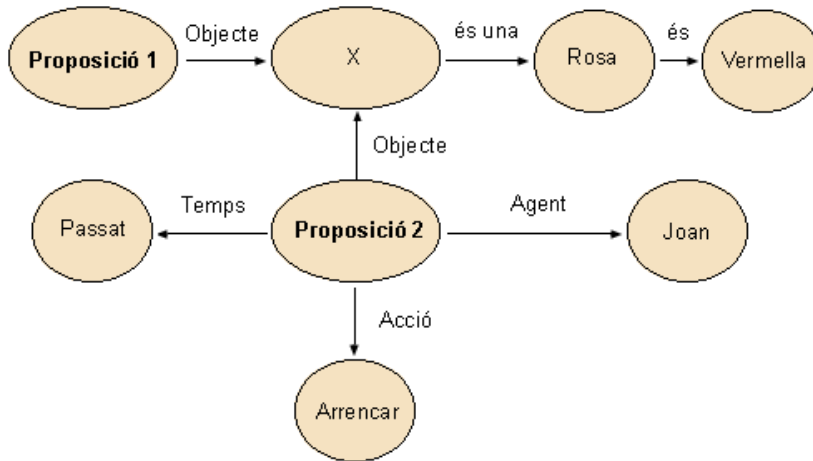
Com podrà representar la nostra ment les proposicions contingudes en les oracions "En Joan va arrencar la rosa vermella" i "Juan arrancó la rosa roja"? Mai no podrem conèixer la forma exacta que adopta en la nostra ment aquest enunciat ple de significat, que afirma alguna cosa i del qual pot ser comprovada la veracitat. Però el que sí que pot fer el psicòleg és proposar una teoria que reculli els conceptes presents i les relacions semàntiques, gramaticals o d'una altra índole que s'hi estableix.

Com veieu, les dues oracions són equivalents des d'un punt de vista semàntic, és a dir, expressen la mateixa idea o tenen un significat idèntic. El que diu la teoria psicològica que fa la ment d'un parlant bilingüe és extreure *la idea* expressada, i l'allibera del format físic en el qual ve embolcallada la informació (paraules en castellà i en català), per guardar-la en la memòria com una xarxa

proposicional en la qual hi ha relacionats els **nodes conceptuals**: *Joan, rosa, arrencar*, etc., per mitjà de **baules relacionals**: agent, objecte, acció, temps de l'acció, etc.

Exemple

La següent podria ser una manera de representar proposicionalment el significat de l'oració "En Joan va arrencar la rosa vermella":



És clar que el psicòleg ha de fer servir "paraules", "cercles", "fletxes" i altres formes per a representar el que suposadament es troba emmagatzemat en la memòria. Però, òbviament, no heu de prendre literalment que la representació mental segueix cap d'aquests símbols que són més propis del llenguatge de la psicologia que del llenguatge de la ment. Segur que als nostres caps no hi ha res d'això, però sí que hi ha un codi de representació proposicional que ha de preservar totes les relacions exposades aquí.

Aquesta manera de representar les dues proposicions que es troben contingudes en l'oració analitzada és típica dels models de la memòria semàntica, tal com estudiarem en l'apartat "Xarxa proposicional i memòria semàntica". No podia ser d'una altra manera, ja que la majoria d'aquests models estan inspirats en la lògica proposicional, com veurem.

4.1.3. Significat psicològic de les proposicions

Quan els psicòlegs parlem de proposicions, ho fem perquè, com ja hem il·lustrat en algun exemple d'aquest mateix apartat, les considerem unes bones aliades per a explicar moltes propietats del funcionament de la memòria i altres processos mentals. Tingueu en compte que una proposició en si mateixa no seria gaire interessant perquè només captura una porció molt reduïda del que és la xarxa de coneixements que defineix el nostre sistema de memòria semàntica.

Tanmateix, el sistema proposicional, pres en el seu conjunt, garanteix que processos psicològics tan complexos com la lectura, per exemple, es facin d'una manera pràcticament automàtica: cada un dels conceptes posats en joc per les proposicions contingudes en l'oració "En Joan va arrencar la rosa vermella", accionen mecànicament al seu torn la resta de conceptes que hi ha associats, n'activen uns i n'inhibeixen d'altres. Per això, en l'oració anterior hem comprès immediatament que el concepte *rosa* fa referència a una flor i no a una

persona o un color. Clar que no hem estat conscients del que fèiem però **de fet** la nostra ment, entre altres coses, estava calculant el valor semàntic que havia d'assignar a cada un d'aquests conceptes.

Reflexió

Reflexioneu una mica sobre el que acabeu de llegir. Si heu entès el significat de l'oració "En Joan va arrencar la rosa vermella", segur que ho heu fet d'una manera pràcticament automàtica, sense esforç aparent i sense intervenció de la vostra consciència. No ha calgut una tenacitat especial per part vostra per a analitzar sintàcticament l'estructura de la frase, ni tampoc no us heu esgotat en excés buscant en la vostra ment el significat de cada una de les paraules que llegíeu. Senzillament, llegíeu i compreníeu. Doncs bé, el que s'infereix des de la psicologia cognitiva és que tots aquestes operacions de descomposició sintàctica, anàlisi gramatical i recerca semàntica les fa la vostra ment d'una manera automàtica, gràcies a l'estructura jerarquizada i reticular de les proposicions.

Però no solament hi ha llaços més o menys associatius entre els nodes conceptuals de les proposicions (rosa-flor, vermell-color, etc.). A més, com en el càlcul lògic, les proposicions també estan articulades entre si a partir de certs operadors que ens condueixen d'unes premisses a les seves conclusions d'una manera absolutament mecànica. Per exemple, una vegada que hem identificat el tipus de categoria a la qual pertany la rosa arrencada per en Joan (la de les flors), estem en disposició de seguir un raonament condicional del tipus "si ... llavors", que d'aquesta manera activa una altra part de la xarxa, que ens permet d'inferir moltes propietats corresponents al món de les roses i que no estan explícitament expressades en l'oració llegida.

Per tant, és recomanable que no passeu per aquest punt sense fixar-vos en l'alt valor psicològic de les proposicions mentals.

El cas és, en definitiva, que si hi ha les proposicions com a format de representació mental, podem explicar molts fenòmens psicològics d'una manera simple i elegant. La ment funcionaria com una espècie de màquina calculadora, que maneja automàticament les proposicions segons certes regles formals ben establertes, i deixa lliure la consciència per poder dedicar-se a altres assumptes potser més delicats de la nostra vida.

Bibliografia

Un text que us podria ajudar molt a comprendre totes les implicacions psicològiques de la representació proposicional és el capítol 6 del llibre: M. de Vega (1984). *Introducció a la psicologia cognitiva*. Madrid: Alianza.

Resum

La representació proposicional és un format de naturalesa digital que serveix per a representar conceptes i relacions.

Les proposicions són entitats de naturalesa més abstracta que les imatges o les paraules i només codifiquen l'aspecte semàntic de la informació.

La ment maneja les proposicions de manera automàtica i inconscient, i dóna lloc a moltes de les propietats que defineixen la memòria i altres processos psicològics.

4.2. Xarxa proposicional i memòria semàntica

La **memòria semàntica** (aquest sistema de memòria a llarg termini que, com ja heu estudiat, codifica d'una manera extremadament abstracta els coneixements no contextualitzats i dissociats de les experiències personals), va néixer pràcticament als laboratoris i les publicacions dels psicòlegs preocupats per la representació proposicional.

És clar que, tal com heu estudiat en el mòdul "Els sistemes de la memòria", els sistemes de memòria a llarg termini poden ser diferenciats segons el tipus d'informació que codifiquen, de com la codifiquen, o de la facilitat amb la qual es poden traduir a paraules

o imatges. Però podem afirmar que la major part dels sistemes de memòria semàntica proposats coincideixen en la seva estructura proposicional.

Si voleu aprofundir en la naturalesa de les xarxes proposicionals i en els procediments formals que fan servir els psicòlegs per a construir-les, podeu acudir al capítol 10 del llibre següent:

P. H. Lyndsay i D. A. Norman (1983). *Introducció a la psicologia cognitiva*. Madrid: Tecnos.

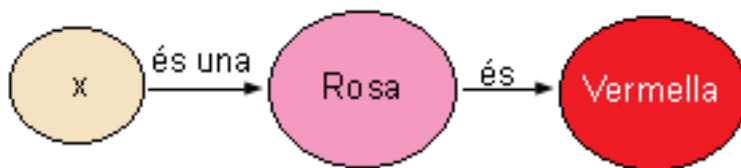
Recordeu: gran part dels models de la memòria semàntica defensen que la informació guardada en aquest sistema de l'MLt *està composta per proposicions*, per símbols no conscients que es troben internament organitzats, i que ens permeten de recuperar la informació d'una manera estructurada i plena de sentit molt temps després d'haver-la adquirit.

4.2.1. La xarxa proposicional de Quillian: on el concepte de memòria semàntica entra en joc

El 1968 M. Ross Quillian va presentar el seu TCL (*Teachable Language Comprehender*), un programa d'ordinador que manifestava una capacitat peculiar: la de *comprendre textos* en anglès. Per aconseguir que el seu ordinador *comprengués textos*, Quillian va generar un programa que incorporava el que va anomenar una **memòria semàntica**, que no era una altra cosa que una base de dades l'estructura de la qual era la d'una **xarxa proposicional**. Examinarem detingudament aquest model perquè ens pot servir de fil conductor, d'exemple il·lustratiu amb el qual poder-nos apropar a l'essència de tots els models de la memòria semàntica que fan que el concepte de **xarxa proposicional** sigui el seu fonament.

Exemple

Reprenquem l'exemple de l'oració "en Joan va arrencar la rosa vermella"; recordareu que una de les proposicions que s'afirmava en aquesta sentència és la que mostrem aquí:



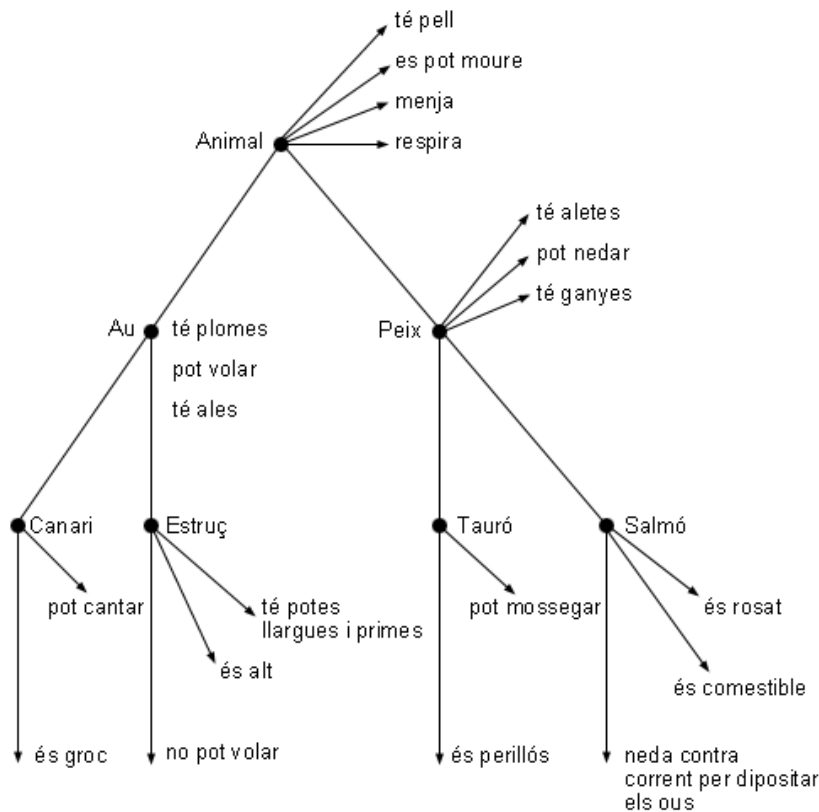
Si ens limitem a representar la part de l'oració que es refereix al color de la rosa, ens trobem que en la memòria hi ha d'haver una cosa semblant a la proposició que acabem d'exposar.

Però l'atractiu de la representació proposicional rau en el fet que assegura que els nodes conceptuals de cada proposició estan, al seu torn, associats semànticament a altres nodes. La *rosa* pertany a la categoria de les flors i el *vermell* és un cas particular pertanyent a la categoria dels colors. A més es dona el cas que una de les propietats d'aquesta rosa particular és que té el color vermell. Els models de la memòria semàntica, com veureu, es fan ressò d'aquestes peculiaritats de la representació proposicional.

Característiques estructurals i funcionals de la xarxa de Quillian

Des del punt de vista de l'estructura representacional, el programa de Quillian estava equipat amb una **memòria** que representava **categories** (canari, au, animal) i **proprietats definitòries** associades a cada una de les categories (en el cas de la categoria *canari*, es ressalten les propietats 'que pot cantar', que 'és groc', etc.). Les categories o **nodes conceptuals** es connecten entre si segons un ordre jeràrquic de pertinença, és a dir, en la mesura en què un canari *pertany a la categoria* de les aus, tots dos conceptes s'havien de trobar explícitament vinculats en TCL per mitjà d'una **baula relacional**.

A més, seguint un principi d'**economia representacional**, les categories jeràrquicament inferiors no havien d'emmagatzemar informació d'una manera redundante: mirant d'evitar la sobrecàrrega del sistema amb un nombre immanejablement alt d'informació, TCL estava **preparat perquè les categories subordinades poguessin heretar automàticament les propietats de les seves superiors jeràrquiques**.



El funcionament de la xarxa, d'altra banda, queda garantit per un mecanisme de **propagació de l'activació**. La gestió del programa segueix la regla segons la qual quan s'activa un dels nodes aquesta activació es difon a tots els altres nodes que es troben directament associats amb aquell.

Propietats del TCL de Quillian

Doncs bé, el cas és que el TCL era capaç d'assenyalar correctament si una sentència relativa a la seva base de dades era verdadera o falsa. Per exemple, era capaç de reconèixer com a vertaderes sentències del tipus "un canari és

una au" o "un canari és un animal" o "un canari té pell"; i assenyalava com a falses les que realment ho eren (per exemple, "un canari té ganyes"). És a dir, que avaluava correctament les sentències, fent gala de la seva habilitat de comprensió.

Però l'important no és únicament que el TCL *comprengués*, sinó que **a més li portava un temps prendre la seva decisió segons el tipus de sentència que es tractés**. Això demostrava que els judicis de TCL **depnien de la distància jeràrquica** que hi havia entre els conceptes sobre els quals se li preguntava, i que el temps de processament estava en relació directa amb el nombre de nodes que s'havien de travessar.

Exemple

És a dir, que no trigava pràcticament res a contestar que efectivament "un canari és un canari"; tardava una mica més quan havia de comprovar la veracitat de sentències com "un canari és una au" (node pertanyent a la categoria superior) i el temps que necessitava per comprendre si "un canari és un animal" encara augmentava més, ja que s'havia de travessar un node superordinat més.

D'altra banda, els temps eren encara més grans quan el que havia de fer el TCL era emetre un judici sobre propietats. Així, quan una sentència posava en joc propietats que no estaven explícitament representades en el nivell de la categoria sobre la qual havia d'emetre el seu judici, el programa trigava més a *inferir* l'existència d'aquesta propietat, cosa que es manifestava en més temps en el procés de verificació de sentències.

Per què era interessant el TCL de Quillian

El programa de Quillian és interessant perquè efectivament es tracta d'un dels primers models basats en la metàfora de l'ordinador que es va prendre seriosament explicar com funciona la memòria humana. Fixeu-vos que del que estem parlant en el cas del model de Quillian és d'un **programa d'ordinador que s'executa automàticament i que funciona de manera molt similar a com ho fa el sistema cognitiu humà**. És fàcil de comprendre que la repercussió del TCL en la teoria psicològica fos extraordinària.

Si el TCL tenia raó, el coneixement codificat en la nostra memòria semàntica està estructurat jeràrquicament i sotmès a un principi d'economia cognitiva, que fa que cada element de la xarxa proposicional comparteixi implícitament tots els atributs o propietats corresponents a les classes d'ordre superior a les quals pertany, a més de representar explícitament els específics del seu nivell.

Exemple

Per exemple, la resposta de verificació trigava molt més a emetre's quan es tractava d'una sentència del tipus "un canari pot volar" (on *poder volar* és una propietat relacionada directament amb *au*, no amb *canari*), que del tipus "un canari és groc".

De fet, el 1969, Collins i Quillian van intentar posar a prova experimentalment les bondats explicatives del model. I moltes de les prediccions que se'n derivaven van trobar la ratificació en les dades, és a dir, que en termes de temps de reacció el rendiment dels subjectes experimentals en una tasca de verificació de sentències s'ajustava bastant al previst des del model TCL.

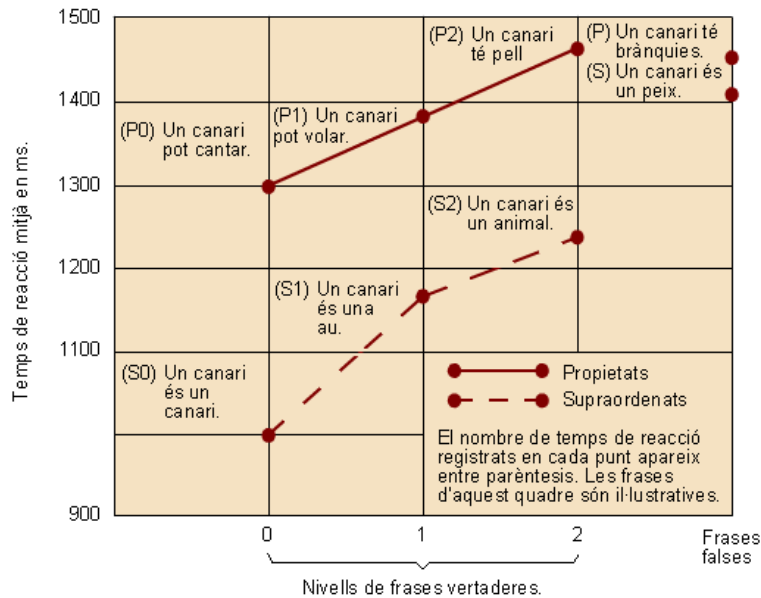


Figura 2. Temps de reacció mitjans per als diferents tipus de frases en els tres experiments.

Font: adaptació d'M. V. Sebastián (1983). *Lecturas de psicología de la memoria*. Madrid: Alianza.

El TCL i la naturalesa de les categories

Com heu pogut comprovar, TCL establí que la connexió entre els diversos conceptes representats en la memòria era de naturalesa jeràrquica, el principi organitzatiu del qual és el mateix que regeix en les relacions de pertinença que s'estableix entre categories de diferent nivell d'abstracció.

Les categories del TCL, tanmateix, eren *massa lògiques* per prosperar en la psicologia dels anys setanta. Els nous models de la memòria semàntica es van veure influïts per una nova concepció de les categories, promoguda per la psicòloga Eleanor Rosch, que les presentava com a estructures bastant menys definides lògicament, amb límits més difusos del que apareixien en el model més logicista de Quillian.

La noció de *categoria* dins els estudis psicològics es va veure enormement reactivada a partir de les investigacions que Rosch va dur a terme a partir dels anys setanta. En la seva opinió, les categories són organitzades segons dues dimensions: una vertical, basada en el **grau d'abstracció** de la categoria; i una altra **horitzontal**, que s'estableix a partir del concepte de *prototipicitat*.

En relació amb la dimensió vertical, Rosch defensa l'existència de tres tipus fonamentals de categories, les quals, ordenades de més petita a més gran en termes del seu caràcter abstracte, es correspondrien amb les categories subordinades (per exemple, cadira d'oficina), les bàsiques (cadira) i les supraordinades (moble). Les categories bàsiques es mouen en

aquell nivell mitjà de concreció que es correspon amb el de l'experiència directa i ingènua de les coses. Així, només un expert percep un om o una alzina (categoria subordinada), on la majoria dels mortals percebem únicament un arbre (categoria bàsica).

Des del punt de vista horitzontal, direm seguint a Rosch que no tots els exemplars comparteixen un mateix grau de pertinença a les categories, sinó que sembla que hi ha alguns casos que són més *representatius* que d'altres: un canari, per exemple, és considerat per la majoria de la gent un exemplar més representatiu de les aus que un pingüí (encara que en castellà aquest també sigui conegut com a *pájaro bobo*). Segons Rosch, el procés de categorització depèn de la nostra experiència directa amb les coses, de la nostra interacció amb un món que està intrínsecament estructurat, en el qual els atributs definitoris de les categories sempre apareixen més o menys junts (les aus, per exemple, són animals que normalment solen aparèixer amb ales, plomes i amb capacitat de vol i no com a animals amb pèl que viuen gran part del seu temps al mar). Seguint amb aquesta lògica, ocorre que els casos més representatius d'una categoria (aquells que més trets definitoris mostren) són fixats com els *prototips* d'aquesta i que la pertinença de la resta d'exemplars s'avalua a partir de la seva semblança amb el prototip esmentat. Per tant, si admetem el principi de la *prototipicitat*, estem obligats a acceptar igualment que la pertinença d'un exemplar a una categoria no és qüestió de tot o res: sempre hi haurà casos que pertanyin més que d'altres a unes categories determinades.

Certament el concepte de *representativitat*, en la mesura que es basa en el concepte de *semblança* no és lliura d'importantes crítiques filosòfiques en les quals no podem entrar aquí. Tampoc no ens podem estendre més sobre les particularitats d'aquest important tema de la psicologia que és el de les categories i els processos de categorització. Però, encara que hagi estat d'una manera complementària, sí que estàvem obligats a recordar els principis estructurals de les categories segons Rosch per poder abordar amb un mínim de sentit les explicacions relatives als sistemes de memòria semàntica que es van desenvolupar posteriorment al de Quillian.

Raons en contra del TCL

Els principis de funcionament de la xarxa es basaven en algunes propietats de les categories que no convencien tots els psicòlegs de la mateixa manera. Molts investigadors van dubtar, per exemple, que sigui la relació jeràrquica, com a **principi lògic** de connexió entre les categories, la que determina el temps del seu processament cognitiu. A més, no totes les dades que es van acumular en investigacions posteriors afavorien el model TCL respecte al seu principi d'**economia cognitiva**.

Exemple

Efectivament, la relació jeràrquica estableix un valor d'equidistància entre una categoria i la seva subordinada; és a dir, la **distància lògica** no s'hauria de veure afectada per la naturalesa de les categories. Tanmateix, en moltes tasques de verificació de sentències com les estudiades abans, es va trobar que en certes relacions prevalen un altre tipus de principis diferents al de la distància jeràrquica. Per exemple, la gent triga molt més temps a determinar si és vertadera una sentència que afirma que una balena és un mamífer o que un ratpenat és un mamífer que una altra que afirmi que una vaca és un mamífer, fenomen que no es pot explicar des del punt de vista de la relació jeràrquica, lògicament entesa, ja que tots dos exemplars es troben a un sol pas de la categoria superior. És a dir que, des d'un punt de vista lògic, el grau de pertinença de les categories *balena* i *ratpenat* a la categoria jeràrquicament superior de mamífer és idèntic al de la categoria *vaca*. Aquesta apreciació no sembla que sigui eficaç des d'un punt de vista psicològic. A més, alguns estudis sobre les categories i els processos de categorització també volien demostrar que la *redundància*, això és, que la representació explícita de certes propietats associades a diversos nodes d'una mateixa jerarquia conceptual, podria resultar en molts casos un procediment psicològic molt més eficaç que la inferència lògica per a recuperar informació sobre les característiques que defineixen les coses.

Si voleu aprofundir en la relació que es va establir entre el concepte de *categoria* i el de *memòria semàntica*, us pot resultar d'indubtable interès el treball següent:

P. Soto i M. V. Sebastián (1983). Conocimiento y memoria. A M. V. Sebastián (Comp.), *Lecturas de psicología de la memoria* (p. 296-304). Madrid: Alianza.

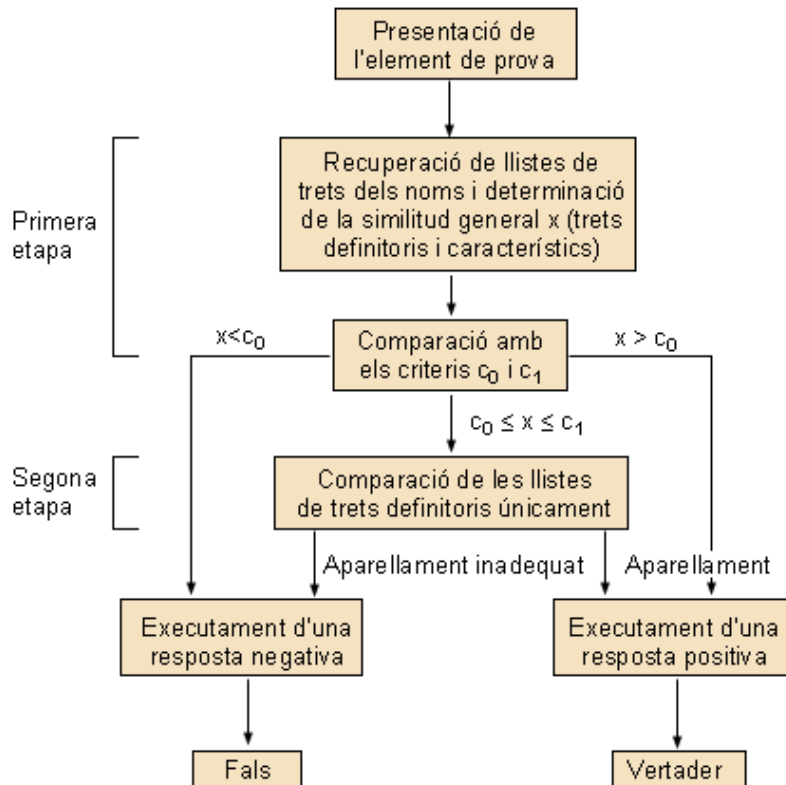
En aquest mateix llibre es troben traduïts l'article original de Collins i Quillian, i el de Smith, Shoben i Rips, en què, respectivament, es defensa la noció de **xarxa proposicional** i la de **trets**.

4.2.2. Les alternatives al TCL: el model de trets

Davant aquest estat de coses, alguns investigadors van decidir rebutjar la idea que la memòria semàntica està constituïda per xarxes proposicionals, negant que el significat d'un concepte pugui ser capturat per un node i les seves relacions jeràrquiques. Al contrari, van trobar més raonable reemplaçar la noció de xarxa per la de **trets**.

El model de trets treballa amb la suposició que el que defineix una categoria són un **conjunt de trets**, una llista associada d'**atributs definitoris i característics** que determinen quins exemplars poden formar part de la categoria esmentada i quins no. Els **trets definitoris** són aquells que especifiquen el que necessàriament ha de tenir una entitat qualsevol per poder pertànyer a una categoria. Aquests trets tindrien molt a veure amb la *descripció científica d'una classe o categoria*: per ser un mamífer, per exemple, és imprescindible que l'animal tingui els atributs de ser vertebrat i tenir temperatura constant. Els **trets característics**, al contrari, es corresponen amb les **propietats** més o menys **prototípiques** que solen acompanyar als elements més *característics* de la classe: els mamífers, per exemple, *no solen volar*; per això és molt més difícil identificar com a tal un ratpenat que una vaca.

En el model de trets, el que es posa en marxa no és un procés de propagació de l'activació sinó un de **comparació d'atributs**: en el cas de verificar la sentència "un canari és un au", el que faria la nostra memòria és, primer, **identificar tant els trets definitoris com els característics** que defineixen als canaris i els que defineixen les aus, per a poder **comparar-los** i establir el grau d'encavalcament que hi ha entre totes dues llistes d'atributs. Segons el model, el resultat d'aquesta comparació s'assignaria com a valor de **similitud general** a la variable X . I una vegada obtingut el grau d'encavalcament dels trets definitoris i característics (valor de X), el procés de decisió podria prendre tres direccions diferents:



1) Si l'encavalcament és prou fort per a superar un cert **criteri de similitud** que actua com una espècie de límit superior (c_1), es determina la veracitat de la sentència; podríem dir que com més prototípics de la categoria *au* siguin els trets activats per la categoria *canari*, abans s'emetrà la resposta (més aviat es percebrà que $X > c_1$).

2) També pot ocórrer el contrari: que la discrepància entre aquestes llistes sigui de tal magnitud que immediatament es determini la falsedat de l'afirmació, perquè clarament el valor de X es troba molt per sota d'un altre criteri que defineix el límit inferior de similitud general o C_0 (seria sens dubte obvi que $X < C_0$).

3) Però també es pot donar una tercera situació: que el grau d'encavalcament entre totes dues llistes es trobi entre les altres dues possibilitats ($C_0 < X < c_1$); és a dir, pot ocórrer que aquesta primera comparació no ens permeti d'emetre una verificació de la sentència veloç i segura, perquè el grau d'encavalcament no és ni prou fort ni prou feble com per estar per sobre ni per sota del criteri de semblança general manejat pel subjecte. En aquest últim cas, seria necessària una **segona comparació** d'atributs, però aquesta vegada **prenent en consideració només els trets definitoris** de tots dos conceptes.

L'aparició de models de trets, tanmateix, no va significar l'anihilació de les teories basades en la idea que la **xarxa** és una bona manera de representar l'estructura de la memòria semàntica. Certament, com van demostrar Collins

i Loftus el 1975, modificant alguns dels principis *logicistes* del model TCL, com no admetre que totes les categories es troben a una mateixa distància semàntica, es podien superar molts dels seus inconvenients.

Exemple

En el model de Collins i Loftus, per exemple, la distància semàntica entre dues categories no la determina la noció lògica de jerarquia, sinó que la distància semàntica és sensible a la concepció prototípica de les categories. Sense sortir de la lògica del model de xarxa, el que proposen Collins i Loftus és representar amb enllaços més llargs la relació entre les categories que estan menys fortament associades (ratpenat ----- mamífer) i més curts per a les que tenen una associació entre si més poderosa (vaca --- mamífer); amb aquesta modificació, es pensa que la **propagació de l'activació** trigaria més temps a afectar els nodes més distants, i s'adequaria així a l'evidència que aporten les dades experimentals.

En qualsevol cas, la força del concepte de *xarxa proposicional* no es va esgotar tampoc amb els models que, com el de Collins i Loftus, limitaven el seu domini als conceptes individuals, o a frases i al temps de verificació de sentències. L'evolució dels models de xarxa va ser tal que es van arribar a transformar en vertaderes teories psicològiques d'ampli espectre, interessades en explicar el sistema cognitiu en el seu conjunt. Clar que aquesta tasca de remodelació apartaria els psicòlegs de l'estudi de la memòria semàntica, en la mesura que és objecte exclusiu de les seves preocupacions, ja que cada vegada més se sentien forçats a tenir en compte la importància psicològica dels **sistemes de producció** o de la **memòria episòdica** en la generació i el control de la conducta humana. Però la tasca pionera de Quillian havia estampat la seva empremta.

El de Quillian va ser un dels primers models proposicionalistes estrictament referit a la memòria semàntica i també el podem prendre com un dels més decisius estímuls per a la producció teòrica posterior en aquest àmbit de la psicologia de la memòria. Si ens hi hem estès és perquè els que el van seguir, certament van enrobustir els mecanismes funcionals de processament i van enriquir les estructures de representació, però també moltes de les idees originals de Quillian. A més, la simplicitat del model ens permetia d'apropar-nos a la representació proposicional de la memòria semàntica d'una manera senzilla i clara.

Certament, a partir del TCL, els models posteriors van criticar, van matisar, van ampliar o van revisar alguns dels principis explicatius implicats en aquest primer model, però el concepte de **memòria semàntica en la mesura que és xarxa proposicional** es va fer un forat gens menyspreable en la literatura psicològica a partir de llavors, per molt que s'intentés connectar amb altres sistemes de memòria no estrictament semàntics.

Aquest és el cas, clarament, dels **sistemes de producció** proposats per Anderson en el seu model ACT* (*Adaptive Control of Thought*) de 1983. Els sistemes de producció són estructures de representació de les destreses o habilitats que tenen la forma d'associacions condicionals del tipus **Condició** → **Acció**. Són estructures de coneixement no declaratiu i amb format no proposicional (encara que estan connectades amb aquest i amb el coneixement declaratiu que codifiquen les proposicions), i són responsables de relacionar interactivament el sistema cognitiu amb l'entorn.

Si us interessa aprofundir en els **models de xarxes** que van succeir al de Quillian (MAH, LNR, ACT, etc.), podeu acudir al capítol 6 (especialment les pàgines que van de la 273 a la 300) del llibre d'M. de Vega (1984), *Introducción a la psicología cognitiva*, Madrid: Alianza.

L'evolució dels models, com diem, va desbordar els estrets límits de la memòria semàntica. I d'aquesta transformació van brotar nocions teòriques d'importància capital per comprendre l'estat actual de la psicologia de la memòria en general. Una d'aquestes nocions és la que fa referència al concepte psicològic d'*esquema*, en el qual ens hem d'aturar breument perquè consisteix

en un **sistema de representació** que inclou xarxes proposicionals per a referir-se a la participació de la memòria semàntica en aquest sistema. Amb la seva anàlisi tanquem aquest apartat.

Els esquemes: les grans xarxes de coneixement contextual

Els **esquemes** són estructures mentals més àmplies que les proposicions, on es coordinen i interactuen entre si tots els coneixements (declaratius i no declaratius) emmagatzemats pel sistema cognitiu, encara que puguin pertànyer a diferents formats de representació.

Amb la intenció de destacar el que tenen de comú, més que preocupar-nos per les singularitats, hem fet servir aquí el terme d'*esquema* per a referir-nos indistintament al que alguns investigadors han anomenat també *marcs* (Minsky) o *guió* (Schank i Abelson). Però heu de ser conscients que aquestes diferències existeixen.

També és important que noteu que la força teòrica que avui posseeixen conceptes psicològics com ara *esquema*, *marc* o *guió*, en certa manera prové de la seva íntima relació amb la noció de *representació proposicional*.

De fet, el d'*esquema* és un concepte de reconeguda tradició dins la psicologia que es remunta, com ja sabeu, als treballs de Barlett (i, en un altre sentit, als de Piaget). Però de cap manera podeu passar per alt que si en algun moment aquests conceptes psicològics van augmentar formidablement la seva popularitat va ser quan van tenir oportunitat de concretar-se teòricament en forma d'estructures de representació interna manipulables pels recursos d'un sistema artificial. I que entre els més destacats defensors d'aquesta idea, hi ha en primera línia els psicòlegs preocupats pel concepte de *representació proposicional*, com podreu estudiar en l'apartat "El computacionalisme: la 'versió dura' de la psicologia cognitiva", dedicat a exposar els principis del computacionalisme.

Una font de referència molt útil, per la seva claredat i coherència expositiva, on podeu aprofundir en el concepte d'esquema la trobareu en el capítol 13 (especialment, p. 286-297) del llibre de Baddeley (1999), *Memoria humana. Teoría y práctica*, Madrid: McGraw-Hill. El capítol en el seu conjunt està dedicat a tots els problemes relacionats amb la memòria semàntica que hem assenyalat en aquest apartat.

Els **esquemes** són unitats de coneixement que estan estructurades entorn de situacions particulars, com poden ser prendre un autobús, anar al dentista o menjar en un restaurant. Quan s'activa un esquema, es recluten tots aquells coneixements que són pertinents per a la tasca, independentment del seu codi, i es posen al seu servei.

Exemple

Així, quan mengem en un restaurant, per exemple, s'acciona l'esquema corresponent, i s'actualitza el conjunt de coneixements que hem adquirit sobre aquesta activitat: hi haurà un cambrer, pot portar una carta, el menjador tindrà taules, cadires, estovalles, coberts, haurem de pagar al final, i tota la resta. Com podeu comprovar, els esquemes gestionen els nostres coneixements, siguin aquests sobre coses o destreses, i els posem al servei d'una activitat global que es troba lligada a contextos molt delimitats.

Sens dubte cada una d'aquestes situacions (o escenaris) poden variar en molts aspectes; però no és menys cert que la configuració global es manté més o menys constant. Precisament perquè les diverses situacions quotidianes amb les quals hem de bregar mantenen invariable la seva estructura, no hem d'inventar-hi constantment la nostra participació: el paper que hem d'exercir

en aquestes circumstàncies està en gran part *escrit* en la nostra memòria a llarg termini i només l'hem d'*improvisar* quan l'escena no es correspon del tot amb el que exigeix el *guió* après.

En certa manera, com veieu, el que ordinàriament anomenem *el context*, és a dir, allò que ens dóna les claus per a interpretar una situació concreta d'una manera i no d'una altra, és el que ens proporciona l'esquema cognitiu.

Exemple

Moltes de les nostres inferències quedarien sense explicar si no fos perquè la nostra ment treballa amb esquemes. En aquest sentit, la funcionalitat dels esquemes es manifesta obertament en tasques de comprensió: si en un restaurant de Llevant, per exemple, un cambrer ens recomana el següent: "Mengi una catalana, que estan molt bones", no interpretem intencions antropòfagues en el seu suggeriment, ni ho entenem tampoc com un comentari grosser sobre les virtuts femenines de les dones catalanes. Senzillament, comprenem que el que el cambrer ens aconsella és que degustem un saborosa llesca de pagès, calent, sucat amb tomàquet i oli, i amb un deliciós tall de pernil a sobre, si és possible dels que tenen pota negra. La nostra inferència en aquest cas només ha pogut resultar adequada perquè tenim la informació que ens ofereix el context. Diríem, psicològicament, que en aquest cas s'ha activat l'*esquema* correcte. Els esquemes, segons podeu veure, ens permeten de comprendre amb facilitat el que veiem, escoltem o llegim, sense necessitat que en tinguem *totes les dades*.

L'esquema i els seus derivats, que desenvolupen les tradicions inaugurades per Quillian i Barlett, poden ser concebuts com una gran base de dades amb estructura de xarxa, que combina representacions de naturalesa proposicional amb la d'altres tipus, que resideix en la memòria a llarg termini i que permet d'adaptar-nos a diversos escenaris de la nostra vida quotidiana.

Resum

El concepte de *memòria semàntica*, en tant que és estructura de coneixement de la memòria a llarg termini, va venir de la mà del concepte de *xarxa proposicional*.

El model TCL de Quillians va posar a prova un sistema de memòria basat en les nocions de *categoria lògica*, *economia cognitiva* i *propagació de l'activació*.

Les limitacions del model TCL van donar lloc a l'aparició dels models de trets i al perfeccionament dels models de xarxes, i va introduir en tots dos casos la idea de *categoria difusa* de Rosch.

Els esquemes (xarxes de coneixement connectades amb escenaris concrets) integren la informació dels diferents sistemes de memòria i ens permeten de superar les ambigüitats típiques de les situacions quotidianes.

5. El concepte de representació en disputa

5.1. El concepte de representació a disputa: introducció

En aquest últim apartat del mòdul "La representació del coneixement en la memòria" ens concentrarem en una qüestió de gran transcendència per a la teoria psicològica, com és la següent: quina és l'arquitectura funcional⁴ del sistema cognitiu? Certament, els apartats precedents s'han ocupat de qüestions referents a l'arquitectura funcional de la ment: quin tipus de representacions maneja el sistema cognitiu (imatges o proposicions) o quin tipus de procediments segueix per a la seva manipulació (processament en paral·lel o processament seqüencial), són qüestions importants relacionades amb aquesta temàtica. De la mateixa manera, fixeuvos que defensar l'existència de diferents sistemes de memòria (sensorial, a curt termini, a llarg termini, etc.), també implica postular una arquitectura funcional determinada. Per tant, heu de tenir en compte que en les nostres explicacions anteriors ja estàvem treballant implícitament amb el concepte d'*arquitectura funcional*. Com podeu apreciar, el fet és que qualsevol afirmació sobre els components del sistema cognitiu significa acceptar *implícitament* un tipus o un altre d'arquitectura funcional de la ment. Tanmateix, fins ara no havíem qüestionat *explícitament* la naturalesa d'aquesta arquitectura.

⁽⁴⁾En psicologia cognitiva, fem servir l'expressió *arquitectura funcional* per a referir-nos a l'estructura interna de la ment i als principis funcionals que regulen el seu comportament.

Reflexió

Òbviament, és crucial per a la teoria psicològica determinar quina és l'arquitectura funcional del sistema cognitiu, perquè d'això depèn que puguem explicar el funcionament de processos psicològics com la memòria. Per això, en aquest mòdul, no hem fet una altra cosa que reflexionar sobre l'*arquitectura funcional* del sistema cognitiu, sobre el tipus de representacions amb les quals treballa i sobre l'organització interna d'aquest sistema especial de processament de la informació que és la ment.

Aquest és el moment en què hem de posar en el centre de les nostres preocupacions teòriques **el mateix concepte del mental**. Amb aquesta finalitat, hem elaborat l'apartat següent que està pensada per a fer-vos reflexionar sobre la naturalesa del **sistema cognitiu** en la mesura que és la **màquina destinada a processar informació**. Potser a causa del nivell d'abstracció del debat en què ens introduïrem, la lectura dels propers dos apartats "El computacionalisme: la 'versió dura' de la psicologia cognitiva" i "El sistema de representació en els models PDP o connexionistes" serà una mica més difícil de seguir, d'una digestió una mica més dura. Però com que és una qüestió de gran importància, no la podem defugir sense que la nostra formació en psicologia de la memòria no se'n ressenti. Després d'estudiar aquest apartat entendreu perfectament (almenys això esperem) per què calia dedicar una mica del nostre temps a una qüestió tan transcendent com és la de determinar què és la ment i com treballa.

Si introduïm un apartat destinat a qüestionar la naturalesa del sistema cognitiu és, lògicament, perquè **el mateix concepte de representació es converteix en un element de disputa** quan es modifica la noció general de l'arquitectura funcional de la ment. Com tindreu oportunitat de comprovar, que el sistema cognitiu faci servir un format de representació analògic o proposicional, o que fins i tot puguem pensar en la possibilitat que no utilitzi *cap tipus de símbols* quan treballa, dependrà molt del tipus de màquina que considerem que és la ment.

Si ens importa assenyalar la gravetat d'aquest problema teòric és perquè actualment, juntament amb la psicologia cognitiva més clàssica que hem estudiat en les fites anteriors, coexisteixen unes altres dues aproximacions al mental que fan que el concepte de *representació* sigui un dels aspectes més debatuts en l'escenari psicològic contemporani: aquestes dues teories són el computacionalisme simbòlic i el connexionisme sub-simbòlic.

El **computacionalisme**, ja ho veurem, defensa una arquitectura funcional del sistema cognitiu molt pròxima a la de la intel·ligència artificial. Per a aquesta aproximació psicològica la ment és una màquina biològica de processar símbols. De la mateixa manera que les computadores, el sistema cognitiu és concebut aquí com un dispositiu que processa seqüencialment informació simbòlica, a partir d'un conjunt de regles explícites que es troben emmagatzemades en el seu interior en forma de *programes*. Com diem, el projecte teòric dels computacionalistes convergeix sovint amb els interessos dels especialistes en informàtica i robòtica. I, en aquest context, el concepte de representació (i en concret **el concepte de representació proposicional**) passa a un primer pla d'importància teòrica.

D'altra banda, el **connexionisme** prendrà el cervell com a estímul teòric. En lloc de parlar de símbols i programes, els connexionistes s'estimen més fer servir un vocabulari en què el concepte de *símbol* deixa de ser central, i parteixen de la idea que el que processa *realment* la informació no és una altra cosa que un nombre ingent de neurones *connectades* entre si. En opinió del connexionisme, **és poc precís si no equivocat parlar de representació mental** com si fos una mica diferent de l'activitat massiva i en paral·lel d'un cervell biològicament dissenyat.

Com veieu, l'arquitectura funcional de la màquina connexionista necessàriament ha de ser ben diferent de l'arquitectura funcional de la màquina computacional. Per això, perquè pugueu gaudir d'una primera aproximació a aquestes dues teories psicològiques tan interessants, i també perquè pugueu avaluar el significat de la representació mental en cada una, hem incorporat a la nostra assignatura els pròxims dos apartats. Primer, en l'apartat "El computacionalisme: la 'versió dura' de la psicologia cognitiva", tractarem la visió defensada pel

computacionalisme proposicionalista. L'últim apartat d'aquest mòdul, el "El sistema de representació en els models PDP o connexionistes", el dediquem al **connexionisme**, una de les últimes i més prometedores teories psicològiques, en la qual la metàfora del cervell exerceix un paper protagonista i en què el concepte de *símbol* perd el seu lloc de privilegi explicatiu.

Resum

En la psicologia contemporània coexisteixen diverses versions antagòniques sobre la naturalesa de la representació mental.

El computacionalisme simbòlic, en què es porta a l'extrem la metàfora de l'ordinador, és completament dependent del concepte de *representació mental*.

Al contrari, l'arquitectura funcional d'una màquina connexionista com el cervell no necessita el concepte de *símbol*.

5.2. El computacionalisme: la "versió dura" de la psicologia cognitiva

En aquest apartat, ens interessa examinar els supòsits d'una de les línies d'investigació amb més tradició dins la psicologia cognitiva, que fa que el concepte de *manipulació simbòlica* sigui el centre de la seva argumentació: ens referim al **computacionalisme proposicionalista**.

L'objectiu dels psicòlegs computacionalistes és fer plausible la hipòtesi segons la qual *la ment humana és literalment una computadora*, un sistema mecànic de còmput que fa servir exclusivament informació digital (de naturalesa *proposicional* fonamentalment) i que la processa seguint un conjunt de regles ben definides, pròximes a les que regeixen en el càlcul lògic.

Calcular no significa una altra cosa que operar amb representacions numèriques per transformar una informació d'entrada en una altra de sortida. El concepte de *càlcul*, tanmateix, no l'hem de reduir al domini del numèric, ja que no sols està destinat a representar aquest tipus d'entitats: la lògica moderna, per exemple, es caracteritza, com les matemàtiques, per constituir un potent sistema de càlcul. En aquest sentit de manipular símbols per al càlcul podem considerar sinònims els termes *càlcul* i *còmput*. Per això els angloparlants utilitzen el terme *computadora* per a referir-se a les màquines modernes dissenyades per a treballar amb grans bancs d'informació codificada numèricament. Nosaltres, deixant-nos induir pel vocable francès, anomenem a aquella mateixa màquina *ordinador*.

Com que els còmputs d'un ordinador es duen a terme sobre una informació que necessàriament està codificada simbòlicament, no té sentit parlar de computació sense representació; ni viceversa. Per això és important precisar molt clarament quin és el format de representació idoni per a fer càlculs a tota velocitat i amb la màxima precisió. En aquest context és en el que adquireix tot el seu sentit el concepte de *representació proposicional*, en tant que és **format digital** de representació que permet als sistemes dedicats al processament de la informació de dur a terme la seva tasca òptimament.

Si pensem ara en aquests psicòlegs que defensen que, a cert nivell de descripció, la ment és una computadora, entendrem millor per què la representació proposicional passa a un primer pla d'importància en l'explicació psicològica. L'encertat títol que el professor Rivièrre va escollir per al llibre que ja hem recomanat en apartats anteriors, captura exemplarment l'essència d'aquesta idea: els sistemes cognitius i els ordinadors són dos casos pertanyents a una mateixa categoria: la dels *objectes amb ment*. Objectes que reben, codifiquen, transformen, guarden i recuperen informació, seguint certes regles computaci-

onals. I la millor manera que es coneix fins ara per a dur a terme aquestes funcions és treballant amb un codi digital, com també és digital la representació proposicional.

Si esteu interessats a aprofundir en totes aquestes qüestions us remetem una vegada més a l'esmentat llibre de Rivièr. També us pot ser útil el treball sobre la història de la psicologia cognitiva publicat per la UOC per a l'assignatura d'*Història de la psicologia*, la referència completa del qual és la següent:

M. J. Pedraja, A. Romero, i J. Marín (2000). La psicologia cognitiva. A M. Sáiz (Coord.), *Història de la psicologia* (p. 19-36 del mòdul didàctic 5). Barcelona: UOC.

En la mesura que aquest tipus de psicòlegs defensa una **equivalència forta** entre la ment i els sistemes artificials de còmput (com els moderns ordinadors), la seva psicologia ha estat coneguda com la "**versió dura**" de la metàfora computacional. Per a ells, **la ment humana és el cervell, de la mateixa manera que el programa que fan servir els ordinadors per a funcionar** (o programari) **correspon a la matèria física de la qual estan fets** (o maquinari). És a dir, que hi ha una relació d'equivalència funcional⁵ entre el sistema cognitiu i els ordinadors, cosa que significa que aquestes **dues estructures diferents des d'un punt de vista material** (neurons i xips de silici) **són equivalents des del punt de vista funcional**.

⁽⁵⁾Es diu de dos objectes materialment diferents que són funcionalment equivalents quan fan les mateixes operacions o compleixen les mateixes funcions dins un sistema. És en aquest sentit paradigmàtica la comparació que estableix entre una màquina fotogràfica i l'ull humà. Tots dos dispositius són completament diferents a la seva composició material, però en la mesura que són sistemes, funcionen més o menys de la mateixa manera, són equivalents. Així, podríem buscar equivalències funcionals entre els diferents components de la càmera i l'ull (pupil·la-diafragma; pel·lícula-retina; enfocament-còrnia; etc.). I podem descriure l'ull humà *com si fos* una càmera fotogràfica, un dispositiu fotosensible especialitzat a registrar la informació electromagnètica.

Reflexió

Fixeu-vos en el fet que, segons la versió dura de la psicologia cognitiva, el que fa una ment **és exactament el mateix** que el que fa un ordinador, això és, manipular proposicions seguint regles precises de computació. En aquest sentit, més que parlar de la *metàfora de l'ordinador*, el que afirmen aquests psicòlegs és que **la ment**, d'una manera literal, **és un ordinador**.

Un supòsit central d'aquests models és que el **processament de les proposicions per la computadora mental segueix un procediment seqüencial** (o **serial**) i regles explícites de càlcul a les quals ens referirem amb el nom d'**algorismes**.

5.2.1. El concepte d'*algorisme* en els sistemes computacionals

Igual que els experts en programació, els psicòlegs computacionalistes fan servir el concepte d'*algorisme* per a referir-se a aquests **procediments mecànics de càlcul** que especifiquen clarament quines són les diferents operacions que haurà de fer la ment per produir un resultat desitjat.

Un algorisme és, per tant, un procediment efectiu de càlcul, que fa mecànicament un conjunt finit i seqüenciat d'operacions reglades lògicament.

Reflexió

Tingueu sempre present que **tant la descripció com l'explicació algorísmica de la ment consisteix en un tipus de descripció i d'explicació funcional**. Això és: una explicació que s'ocupa més del que fa la nostra ment i de com ho fa (els programes cognitius), que de les propietats de la matèria que li serveix de substrat físic (el cervell). Quins són els algorismes que fan que la nostra ment *funcioni* com una màquina lògica, que es comporti com una espècie d'ordinador digital? Aquesta és una pregunta central per als psicòlegs computacionalistes que s'interessen per explicar les propietats de la ment en tant que pot ser descrita funcionalment.

Amb la intenció que penseu amb deteniment sobre aquest aspecte de l'explicació algorísmica o funcional, fixeu-vos atentament en el que apareix en la vostra pantalla. Quan estigueu preparats premeu el botó Continuar i reflexioneu sobre el que veieu.

Continuar



5.2.2. El paper de la consciència dins un sistema computacional

L'automatisme del sistema cognitiu

Una de les idees cardinals que anima els computacionalistes és la de poder oferir una **explicació mecanicista del funcionament de la ment**. D'aquesta manera, la ment només pot ser explicada en la mesura que se la el concebi com una computadora que executa automàticament els seus algorismes. I el funcionament **automàtic** és, per definició psicològica, **inconscient**.

Els comportaments regits per la consciència, al contrari, són *controlats subjectivament*, consumeixen *recursos atencionals*, pertanyen a l'*esfera voluntària* de la vida psíquica i escapen a qualsevol tipus de determinació. La resposta dels computacionalistes davant aquest dilema és inquietant, però perfectament raonable des dels seus propis supòsits: **la consciència és només el producte o resultat de la manipulació inconscient i mecànica (algorísmica) dels símbols cognitius, però no participa en el control de la conducta**. Des d'aquesta perspectiva, la consciència pot ser **efecte**, però mai **causa** de la conducta mental.

Reflexió

Aquest podria ser, en llenguatge BASIC, l'algorisme que controla la conducta de la màquina calculadora que hem imaginat en la reflexió anterior.

Algorisme	
Operacions per passos	Significat de cada pas
1Ø LET I = 0	Assigna el valor 0 a la variable I.
2Ø LET I = I + 1	Comptador: cada vegada que el programa fa una volta, el valor de I augmenta una unitat.
3Ø LET C = I * I	Assigna a la variable C el valor resultant de multiplicar a I per si mateixa.
4Ø PRINT C;	Imprimeix el valor de C, un darrere d'un altre.
5Ø IF I < 10 THEN 2Ø	Establiment de bucle o subrutina: si el valor de I és inferior a 10, llavors cal repetir l'operació que s'inicia en la línia 2Ø.
6Ø GOTO 1Ø	Quan el valor de I és igual a 10, llavors la línia 5Ø desactiva la subrutina, i en aquesta línia s'ordena a la màquina reiniciar l'operació des de la línia 1Ø.

Aquestes sis línies de programació en llenguatge BASIC és un possible algorisme que captura el procés de càlcul esmentat. És a dir, amb aquestes sis línies podríem convertir qualsevol ordinador que compregués el llenguatge BASIC en un inútil calculador del quadrat dels deu primers números naturals. També podríeu construir altres algorismes funcionalment equivalents a aquest fent servir diferents ordres de BASIC, per exemple, basades en els comandos FOR i NEXT.

És important que observeu que la màquina està comportant-se **lògicament**. La seva conducta de càlcul és òptima (és intel·ligent) per virtut de les instruccions recollides en l'algorisme que dirigeix la seva conducta; particularment la línia 5Ø constitueix un operador lògic del tipus "Si p, llavors q" (condicional). **La seva conducta és intel·ligent, però no perquè sigui conscient**. Segur que cap de vosaltres es torbarà perquè li neguem consciència (que no intel·ligència) al comportament d'un ordinador. Aquesta és l'estratègia seguida pels computacionistes per a assignar intel·ligència a les màquines i, en sentit invers, per a convertir en mecànic el comportament mental dels éssers humans.

Feu-vos càrrec de l'envergadura del problema: si la consciència és aquesta estructura mental que permet en l'ésser humà de prendre decisions voluntàries no estaríem trencant amb l'automatisme del sistema? Si jo puc recordar o pensar lliurement, sense que hi hagi cap llei psicològica que determini mecànicament el meu comportament no estaré violant els principis de l'explicació científica que prescriuen que *tot efecte ha de tenir la seva causa*? En aquest context la consciència es converteix en una incòmoda complicació per a l'explicació psicològica, ja que el seu funcionament no pot estar *determinat automàticament* sense caure en una contradicció entre els termes. No oblideu que la distinció psicològica entre *processos automàtics* i *processos controlats*, per exemple, es fa ressò d'aquesta peculiaritat dels processos mentals.

Com veieu, per als defensors de la psicologia cognitiva forta, la ment és una cosa i la consciència una altra de diferent. La ment és la màquina lògica (també anomenada *màquina abstracta* o *màquina virtual*) i la consciència és un *epifenomen*⁶, una entitat innecessària perquè hi hagi conducta intel·ligent.

⁶Un epifenomen és una cosa que evidentment existeix, però que no intervé com a causa en la producció d'un esdeveniment particular. Per exemple, se sol dir que l'escuma de les ones és un epifenomen en el sentit que és una cosa que sempre acompanya l'ona, però que no en determina el comportament de manera efectiva.

Així, en una ment essencialment automàtica, la consciència només pot ser concebuda com un epifenomen, com una realitat derivada que no exerceix cap paper significatiu en l'escenari del psicològic. D'aquesta manera, els psicòlegs computacionistes no posen

en dubte l'existència de la consciència (ells, segons diuen, també la tenen), però afirmen que no compleix cap funció en l'ordenació dels nostres actes mentals.

La consciència dels robots

Tenen consciència els robots? Així és com podríem plantejar el problema filosòfic i científic que s'amaga darrere de la proposta computacionalista que ara examinem. Penseu per un moment en la possibilitat científicotècnica de construir un robot la forma externa del qual fora indistingible de la d'un ésser humà, al qual s'ha *programat* perquè repliqui tots els nostres comportaments, incloent-hi els intel·ligents. Si això fos possible, tindríem un doble perfecte de l'home, *només que sense consciència*. I si l'humanoide fa exactament les mateixes coses que nosaltres *només que sense consciència*, perquè hem d'esperar que *la nostra consciència* serveixi per a alguna cosa? Heus aquí, cruament formulat, el *quid* de la qüestió.

Somien els androides amb ovelles elèctriques? Així podríem haver formulat la pregunta sobre la consciència dels robots si haguéssim buscat un efecte literari. I així va ser, en efecte, com va batejar Philip K. Dick la seva novel·la sobre androides, quan la va llançar al mercat el 1968. Després, el 1982, arribaria a les pantalles la versió cinematogràfica de la novel·la, *Blade Runner*, dirigida per Ridley Scott, on el cine de ciència-ficció assoleix el rang d'obra mestra. Doncs bé, si algú de vosaltres encara no ha tingut l'oportunitat de veure aquesta meravellosa cinta, que no perdi més el temps (fins i tot si esteu ara mateix d'exàmens, us podria servir de descans reparador). Perquè els problemes morals, filosòfics i científics que queden recollits en aquesta pel·lícula són d'interès evident per a tots aquells que estiguin atrets la psicologia cognitiva.

I, al marge de la ficció, sense sortir de la ciència ciència, us podeu apropar a l'adreça electrònica de l'Institut Tecnològic de Massachusetts (MIT), per comprovar els últims avenços en relació amb la construcció de robots intel·ligents antropomorfs.

També podeu comparèixer a la il·lustrativa alhora que entretinguda pàgina mantinguda per David Chalmers si el que us interessa és introduir-vos en el misteri fascinant de la consciència.

Resum

El computacionalisme concep la ment com un sistema digital de càlcul, que és funcionalment equivalent als ordinadors moderns.

Els algorismes són procediments reglats de còmput que dirigeixen el comportament del sistema cognitiu.

La proposta computacionalista fa de l'home un autòmat sense consciència.

5.3. El sistema de representació en els models PDP o connexionistes

Els models que s'engloben dins el concepte de *processament distribuït en paral·lel*, van entrar amb força en la psicologia cognitiva a mitjan la dècada dels vuitanta.

A continuació us oferim un extracte del text que va fer de capítol 1 del llibre *Procesamiento Distribuido en Paralelo*. En aquest llibre es van presentar formalment al gran públic els avenços aconseguits des d'aquesta perspectiva teòrica que alguns han titllat de revolucionària. En l'extracte recollit aquí (que considerem de **lectura obligada**), es mostren d'una manera molt suggeridora les virtuts i els supòsits teòrics d'aquest potent programa d'investigació. El processament distribuït en paral·lel, encara que està inspirat en un conjunt d'idees de llarga tradició en la història de la psicologia i de la filosofia, va aconseguir entrar en el territori de la psicologia amb una desafidora determinació de conquesta. I amb els seus nous postulats connexionistes, aquesta nova concepció ha aconseguit, al-

menys, proposar-se com una força alternativa als models computacionalistes de la psicologia cognitiva. Vegem com ho fa.

L'atractiu del processament distribuït en paral·lel

Què fa que les persones siguin més llestes que les màquines? Sens dubte les persones no són ni més ràpides ni més precises. I, tanmateix, a la gent li resulta molt més fàcil que a les màquines percebre objectes situats en escenaris naturals i adonar-se de les seves relacions, comprendre el llenguatge i extreure de la memòria informació adequada al context, fer plans i dur a terme accions contextualment apropiades, i també executar una àmplia gamma de tasques cognitives naturals. Les persones també aprenen molt millor que les màquines a fer totes aquestes coses amb més precisió i habilitat gràcies a l'experiència.

A què es deuen aquestes diferències? Una resposta a aquesta pregunta, potser la típica que es pot esperar de la intel·ligència artificial, és que es tracta d'una qüestió de programació. La idea que hi ha després d'aquesta resposta és que, si disposéssim del programa d'ordinador adequat, seríem capaços de reproduir la mestria i l'adaptabilitat que caracteritzen el processament humà de la informació.

No hi ha dubte que aquesta resposta és parcialment correcta. S'han produït grans avenços en la nostra comprensió del coneixement com a conseqüència del desenvolupament de llenguatges expressius d'ordinador de nivell superior i algorismes de gran potència. No hi ha dubte que en el futur es produiran més avenços com aquests. Tanmateix, nosaltres no creiem que tot es redueixi a una qüestió de programació.

En la nostra opinió, les persones són més intel·ligents que els ordinadors actuals perquè l'arquitectura computacional bàsica que empra el cervell es troba millor adaptada per a enfrontar-se a un aspecte fonamental d'aquestes tasques naturals de processament d'informació que tan bé li va a la gent.

Intuïtivament, sembla que aquest tipus de tasques necessita mecanismes en què cada aspecte de la informació que hi ha en una situació determinada pugui actuar sobre altres aspectes, de manera que cada aspecte hi estigui influïnt. Per plasmar de manera articulada aquestes intuïcions, nosaltres i altres investigadors hem recorregut a una classe de models als quals hem donat el nom de models de *processament distribuït en paral·lel* o models PDP. Aquests models parteixen de la suposició que el processament de la informació es produeix mitjançant la interacció d'un gran nombre d'elements processadors simples anomenats *unitats*, cada una de les quals envia senyals excitadors i inhibidors a altres unitats.

Una raó que explica l'atractiu dels models PDP és la seva inqüestionable "aroma fisiològica". Sembla que estan molt més lligats a la fisiologia del cervell que altres models de processament de la informació. El cervell consta d'un gran nombre d'elements amb un elevat nivell d'interconnexió, que aparentment s'envien entre si missatges excitatoris i inhibitoris molt senzills mitjançant els quals ajusten les seves excitacions. Les propietats de les unitats de molts dels models PDP que examinarem més endavant estan inspirats en propietats bàsiques de les estructures neurals [...]

Encara que no hi ha dubte que l'atractiu dels models PDP es veu incrementat per la seva plausibilitat fisiològica i pel fet que estiguin inspirats en estructures neurals, aquestes no són les raons primàries per les quals ens resulten atractius. Al cap i a la fi, nosaltres som científics cognitius i els models PDP ens resulten atractius per raons psicològiques i computacionals. Aquests models ofereixen la possibilitat d'arribar a donar-nos una explicació, suficient des del punt de vista computacional i precisa des del punt de vista psicològic, dels mecanismes que hi ha darrere dels fenòmens del coneixement humà, els quals mai no han aconseguit explicar-se satisfactòriament mitjançant formalismes computacionals convencionals. A més, aquests models han alterat radicalment la nostra manera de pensar sobre l'organització temporal del processament, la naturalesa de la representació i els mecanismes de l'aprenentatge.

Els models de processament distribuït en paral·lel són una alternativa als models serials de la microestructura del coneixement.

En els últims anys, hi ha hagut molt interès per l'aprenentatge dins la ciència cognitiva. Els enfocaments computacionals de l'aprenentatge cauen predominantment dins el que podríem anomenar *la tradició de la formulació de regles explícites*, de la qual constitueix una bona mostra el treball de Winston (1975), els suggeriments de Chomsky i el model ACT* de J.R. Anderson. Tots aquests treballs tenen en comú la suposició que la meta de l'aprenentatge és formular regles explícites (proposicions, produccions, etc.) capaces de captar poderoses generalitzacions d'una manera succinta. Es tracta de mecanismes molt poderosos, que generalment posseeixen una quantitat considerable de coneixement innat sobre un domini determinat o un conjunt inicial de representacions proposicionals

primitives, i que després formulen regles generals hipotètiques, per exemple, comparant casos concrets i formulant generalitzacions explícites.

L'enfocament que adoptem a l'hora de desenvolupar els models PDP és completament diferent. En primer lloc, nosaltres no partim de la suposició que l'objectiu de l'aprenentatge sigui la formulació de regles explícites. Nosaltres partim de la base que el que permet a una xarxa d'unitats simples actuar *com si* conegués unes regles és l'adquisició de forces de connexió. En segon lloc, no atribuïm al mecanisme d'aprenentatge la possessió de potents capacitats computacionals. Més aviat, pensem que hi ha mecanismes molt senzills de modulació de les forces de connexió que ajusten la força de les connexions entre les unitats basant-se en informació local que es troba disponible en les connexions mateixes.

Una vegada captada la idea que el coneixement es troba emmagatzemat en la força de les interconnexions entre les unitats sorgeix una qüestió. Hi ha algun motiu perquè assignem una unitat a cada patró que volem aprendre? Una altra possibilitat, que explorem àmpliament en aquest llibre, és que el coneixement relatiu a un patró concret no es trobi emmagatzemat en les connexions d'una unitat especial reservada per a aquell patró, sinó que es trobi distribuït per entre les connexions pertanyents a un gran nombre d'unitats de processament.

[L'important és que] es recalquen els patrons d'activació del conjunt d'unitats i els mecanismes l'objectiu explícit dels quals és aprendre quines són les forces de connexió adequades perquè els patrons d'activació apropiats s'activin en les circumstàncies apropiades.

Extracte del text del capítol 1 introductor als models PDP o connexionistes, traduït de la seva versió castellana, la referència completa de la qual és la següent:

J. L. McClelland, D. E. Rumelhart, i G. E. Hinton (1992). El atractivo del procesamiento distribuido en paralelo. A D. E. Rumelhart, J. L. McClelland, i grupo PDP. *Introducción al procesamiento distribuido en paralelo* (p. 39-79). Madrid: Alianza, 1986.

En aquest capítol podreu trobar, de mans dels mateixos pares de l'invent, una forma amena i didàctica d'introduir-vos a aquesta manera fascinant de concebre el funcionament cognitiu. I si esteu animats, a part de llegir tot aquest capítol, podríeu continuar amb la lectura de la introducció a l'edició castellana del llibre, feta per Juan A. García Madruga. D'aquí endavant, tractarem de fer comprensibles algunes de les idees centrals abocades en l'extracte anterior.

Essencialment podríem resumir la filosofia dels models de processament distribuït en paral·lel dient que consisteixen en models que s'esforcen per prendre en consideració les propietats del cervell, que desconfien de la noció de símbol i que advoquen per un tipus de processament distribuït i en paral·lel, executat per l'activitat d'un gran nombre d'unitats posades en connexió.

Amb aquesta petita definició esperem, primer, que hàgiu entès per què s'identifiquen aquests models amb el nom de *processament distribuït en paral·lel* (des d'ara, **PDP**) o també **connexionisme**; i, després, que observeu la naturalesa antagònica dels models connexionistes respecte a aquells altres que tenen el seu origen en la *metàfora de l'ordinador*.

Reflexió

És oportú que noteu que la posició d'aquests models és contradictòria amb les versions més tradicionals de la psicologia cognitiva, fins al punt que moltes de les afirmacions que hem fet al llarg d'aquest mòdul sobre la naturalesa simbòlica de les operacions mentals queden seriosament en entredit.

5.3.1. Propietats definitòries dels models PDP

La metàfora del cervell

En primer lloc, davant la *metàfora de l'ordinador*, els defensors dels models PDP proposen la *metàfora del cervell*. Els connexionistes consideren que, com que el cervell és **la màquina material real del sistema cognitiu humà**, els models cognitius han de mirar d'aproximar-se al màxim als seus trets característics. Estimen que és molt important construir models que tinguin en compte l'organització i el funcionament de les neurones, en la mesura que són unitats reals del processament de la informació.

Com que en el sistema nerviós només trobem neurones (en estat d'activació o repòs) i connexions entre neurones (que poden ser de naturalesa excitatòria o inhibidòria) els models PDP defensen que una psicologia realista ha de treballar amb conceptes que es facin càrrec d'aquesta peculiaritat. Així, postulen que el vocabulari del connexionista ha d'estar comprès per termes que facin referència a coses com ara *estimulació*, *llindar d'activació*, *força de connexió*, *patró d'activació*, *patró de connexió*, etc.

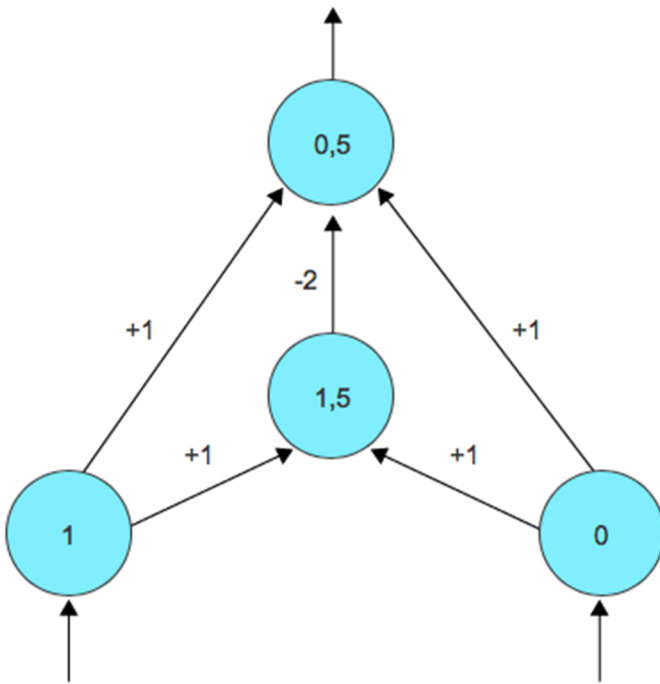
La xarxa connexionista: un suport flexible per a les representacions PDP

Com hem de concebre en si mateixa a una xarxa connexionista? D'una manera molt esquemàtica direm que els elements constitutius de la xarxa són les **unitats** i les **connexions**. Les unitats es diferencien en **unitats d'entrada**, **unitats ocultes** i **unitats de sortida**.

A més, cada una de les unitats de la xarxa té un nivell de sensibilitat propi que defineix el seu **llindar d'activació**. I les connexions entre unitats estan presidides per una **força, pes o intensitat d'associació**, que pot ser de caràcter excitatori o inhibitori.

D'altra banda, anomenarem **patró d'activació** l'estat d'activació global en la qual es troba en un moment determinat el sistema tenint en compte l'activació del conjunt de totes les unitats; i **patró de connexió** a la relació total de forces d'associació entre les diferents unitats. El **patró d'activació especifica el que es representa en cada moment** i el **patró de connexió expressa el coneixement previ de la xarxa**.

Finalment, és important de destacar que el **patró de connexió no és fix, sinó que es modifica segons l'experiència, de manera que dóna lloc a evolucions i canvis en els coneixements deguts a l'aprenentatge**.



Naturalesa subsimbòlica i distribuïda de les representacions

Com ja deueu haver advertit, els conceptes manejats pels connexionistes estan molt lluny de correspondre's amb els utilitzats per la psicologia cognitiva tradicional. Els models de la memòria semàntica que hem estudiat en aquesta assignatura, per exemple, es basen en el concepte de símbol concret que està efectivament emmagatzemat en algun lloc de la memòria. Per al PDP, al contrari, **el símbol no es correspon amb cap entitat real.**

En opinió dels connexionistes, de cap manera realista podem afirmar que hi hagi imatges o proposicions o produccions o qualssevol altres formes simbòliques de codificar la informació: l'únic que hi ha en el cervell són **patrons d'activació i patrons de connexió** que, quan es posen en marxa, situen l'home en *relació amb* els objectes de la seva experiència. Només en aquest sentit podríem dir que un patró d'activació determinat guarda informació *referida a* (o que *representa*) l'ambient en què l'ésser humà ha de sobreviure. **Però quan el patró desapareix, no queda res en el sistema que pugui ser identificat com un símbol codificat en la memòria i localitzat per al seu ús posterior.**

Exemple

Quan veiem un objecte i recordem una propietat associada a aquest objecte no és necessari postular, segons PDP, cap tipus d'estructura simbòlica a l'estil dels models de xarxes semàntiques com els estudiats a la fita "La representació per imatges mentals" d'aquest mòdul. En els casos més senzills de reconeixement de patrons, per exemple, les xarxes connexionistes garanteixen que dues propietats diferents corresponents a un objecte (per exemple, color i olor) puguin ser representades a un mateix temps amb la sola participació d'unes quantes unitats interconnectades. En aquests models no cal formular l'existència

d'una xarxa semàntica que enllaci l'objecte pertanyent a la categoria *llimona* amb les propietats 'ser groc' i 'fer olor a tarongina'.

El que diu PDP és que el **patró de connexió** establert en **una sola xarxa connexionista** dóna lloc a **diferents patrons d'activitats** associats a les seves propietats relacionades. Així, quan veiem el dibuix d'una llimona en blanc i negre, el patró de connexió que es posa en funcionament recull d'una manera automàtica totes les característiques que defineixen l'objecte del dibuix. En aquest cas, objecte, color i aroma, estarien representats pel mateix conjunt d'unitats d'una xarxa connexionista i desapareixerien amb la mateixa rapidesa amb què trigués a desactivar-se la xarxa. És important que observeu que tota l'activitat de la xarxa s'ha desenvolupat sense la necessitat de presumir l'existència de cap símbol, quan en el cas de la xarxa semàntica n'hauríem d'haver posat en relació almenys tres.

Si no hi ha símbols, on es guarda la informació apresada pel sistema cognitiu? Des del punt de vista dels models PDP, els coneixements **són entitats representades d'una manera distribuïda per tota la xarxa de connexions**, no objectes simbòlics diferents guardats en algun lloc de la memòria; **són**, en realitat, la totalitat d'excitacions i inhibicions d'una sola xarxa connexionista presa en el seu conjunt. En definitiva, als models PDP el concepte de representació ha perdut el seu caràcter localista i simbòlic, per convertir-se en una realitat subsimbòlica i de naturalesa distribuïda.

En una estructura connexionista, ja ho hem dit, les diverses representacions que és capaç de manejar el sistema es troben distribuïdes per tota la xarxa. Totes les unitats de la xarxa, juntament amb la força de les seves connexions, estan implicades en els processos de representació. I les mateixes unitats, només que, amb diferents paràmetres d'activació, poden representar un gran nombre de coses diferents. És a dir, que una representació particular ni es localitza en un lloc precís de la xarxa, ni la seva permanència en el sistema dura més del que persisteix el patró d'activació al qual correspon, ja que **els patrons no activats no són enlloc**.

Mecanisme de processament en models PDP

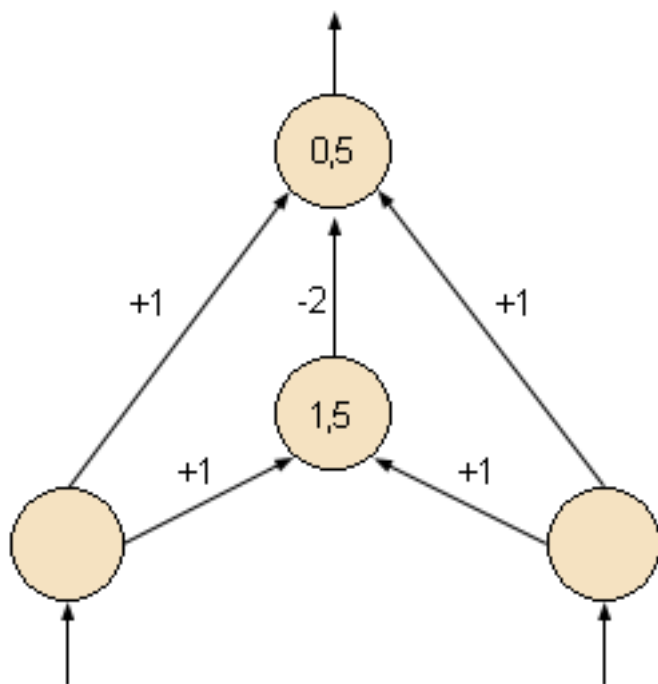
En els sistemes connexionistes, juntament amb el concepte de símbol, també **desapareix el concepte d'algorisme com a una regla explícita de càlcul que segueix una sèrie (o seqüència) de passos ben definits**. Al contrari, l'activitat de les xarxes connexionistes és **massiva i en paral·lel**. Per processar qualsevol tipus d'informació amb un sistema PDP cal que participin **a l'uníson** totes les unitats que conformen la xarxa.

Una xarxa connexionista no segueix regles per manipular les seves representacions, només treballa amb magnituds físiques. Encara que pogués fer la impressió que el sistema està *computant representacions algorísmicament*, quan ens fixem en els resultats del seu comportament global, a escala interna l'únic que es posa en joc és l'activitat conjunta d'un gran nombre d'unitats que s'exciten o s'inhibeixen amb una intensitat determinada. En aquest sentit, els càlculs de les màquines connexionistes (i no és res absurd suposar que el cervell sigui una d'aquestes), només depenen dels valors d'activació a partir dels quals responen cada una de les unitats, i de la força i el sentit de l'associació establerta entre les diferents unitats de la xarxa.

Exemple

Fixeu-vos en la xarxa d'aquí sota. Segur que la reconeixereu, perquè és la que hem fet servir per a estudiar els elements constitutius, estructurals, d'una xarxa connexionista, excepte que no hem assignat cap valor a les unitats d'entrada. Doncs bé, aquí teniu una

de les xarxes connexionistes més famoses que us podem presentar: la xarxa capaç de respondre correctament un problema de lògica, sense ser lògica ella mateixa, ni els seus càlculs algorísmics.



L'assumpte rau en què aquesta xarxa és capaç de respondre correctament al problema OEX (per als anglòfons: XOR). OEX (o XOR) és la manera que utilitzarem, seguint la tradició, per a referir-nos a l'operador lògic o "excloent", és a dir, aquella partícula lògica que estableix que la relació entre dues proposicions és del tipus "o això, o allò, però no totes dues coses alhora".

El cas és que si us heu fixat en el **patró de connexions** configurat pels pesos associatius de la xarxa, i si heu entès els fonaments del PDP, sereu conscients que aquesta simple xarxa és capaç de comportar-se d'acord a la regla lògica.

Es tracta del següent: cada **unitat d'entrada** està capacitada per a propagar una activació amb pes +1 tant a la **unitat de sortida**, com a la **unitat oculta**. Tanmateix, la unitat oculta només s'activarà en el cas que se superi el seu **llindar** propi que està establert en 1,5; això exigeix **sumar les connexions** de les dues unitats d'entrada perquè aquest efecte es produeixi. **Si les dues unitats d'entrada efectivament es troben activades**, llavors la unitat oculta reforça el llindar de la unitat de sortida amb un pes de -2, que modifica així el seu llindar previ que estava xifrat en 0,5. D'aquesta manera, la suma de les connexions entre les unitats d'entrada i l'oculta s'anul·larien ($1 + 1 - 2$) i, consegüentment, el **patró d'activitat** de la xarxa en aquest cas particular *representaria* aquest estat de coses.

Si no hi hagués cap de les dues unitats d'entrada activada, òbviament no es produiria cap efecte de propagació d'activació a la xarxa. I, finalment, si només és una la unitat d'entrada activada, el **patró d'activitat** de la xarxa *representaria* aquesta tercera possibilitat.

Si ens heu seguit en l'explicació, comprendreu el significat d'aquesta simple xarxa en relació amb el tipus de processament *distribuit i paral·lel* que defensen els models connexionistes. Certament, la seva conducta es podria interpretar **com si** estigués seguint la regla: "si, i només si, una de les unitats d'entrada, sigui quina sigui d'aquestes, està activa i l'altra no, llavors respon". Efectivament, si el comportament del sistema estigués sotmès a regles, hauríem de postular l'existència d'un conjunt de símbols i de procediments efectius per a la seva manipulació. Però **la xarxa només se sembla comportar com si** estigués manipulant les seves representacions pas a pas, quan l'**únic que fa és propagar activacions excitatòries i inhibidores entre les seves unitats**.

Nota bibliogràfica: Una explicació més prolixa i minuciosa la podeu trobar en les pàgines 211 i següents de la versió castellana introductòria al PDP, d'on hem extret el text per a la lectura.

Moltes més, i molt interessants, són les propietats que defineixen els models PDP. I molts també, i potser una mica més difícils, els principis físics i matemàtics que són necessaris per a comprendre en tota la seva profunditat la proposta connexionista. Però, com a primera aproximació al tema, creiem que ja n'hi ha prou amb el que s'ha exposat en aquest apartat.

Resum

Només pronunciant el seu nom complet ja captem les propietats essencials dels models PDP.

El PDP pren el cervell, i no l'ordinador, com a model per a fundar la seva teoria, per la qual cosa el seu vocabulari es torna subsimbòlic.

En els models PDP no hi ha els símbols, ni els algorismes, només patrons de connexió (que expressen l'experiència adquirida) i patrons d'activació (que es corresponen amb l'activitat produïda pel sistema en un moment determinat).

Bibliografia

Bibliografia complementària

- García Albea, J. E. (1986). *Percepción y computación*. Madrid: Pirámide.
- García Albea, J. E. (1993). *Mente y conducta*. Madrid: Trotta.
- Gardner, H. (1987). *La nueva ciencia de la mente*. Barcelona: Paidós.
- Lindsay, P. H. i Norman, D. A. (1976). *Introducción a la psicología cognitiva*. Madrid: Tecnos.
- Markman, A. B. (1999). *Knowledge representation*. Mahwah, NJ: LEA.
- McClelland, J. L., Rumelhart, D. E., i Hinton, G. E. (1992). El atractivo del procesamiento distribuido en paralelo. A D. E. Rumelhart, J. L. McClelland, i grupo PDP. *Introducción al procesamiento distribuido en paralelo* (p. 39-79, parts parcials seleccionades per l'autor del mòdul). Madrid: Alianza.
- Perner, J. (1994). *Comprender la mente representacional*. Barcelona: Paidós.
- Pinker, S. (2000). *Cómo funciona la mente*. Barcelona: Destino.
- Pylyshyn, Z. (1988). *Computación y conocimiento*. Madrid: Debate.
- Rivière, A. (1986). *Razonamiento y representación*. Madrid: Siglo XXI.
- Rivière, A. (1991). *Objetos con mente*. Madrid: Alianza.
- Rumelhart, D. E., McClelland, J. L., i grupo PDP (1992). *Introducción al procesamiento distribuido en paralelo*. Madrid: Alianza.
- Sebastián, M. V. (1983). *Lecturas de psicología de la memoria*. Madrid: Alianza.
- Vega, M. de (1984). *Introducción a la psicología cognitiva* (cap. 5, p. 247-254). Madrid: Alianza.

