

A. OLIVÉ

Des de fa uns anys, s'està realitzant un esforç important de recerca en el tema dels models de dades, especialment en els models conceptuals. En aquest article fem una proposta d'un nou model conceptual, que anomenem model informacional, que té unes característiques que considerem desitjables.

El model informacional s'adreça a tot el domini dels sistemes d'informació, i no només als subsistemes de bases de dades. Això implica, entre altres coses, que el model també es pot utilitzar en el disseny lògic de sistemes d'informació i per a construir el diccionari d'informacions d'una organització.

El model permet de fer descripcions precises, en principi traduïbles a altres models, i contenint informació útil per a establir la correspondència amb el llenguatge natural. El model té també definides unes operacions, que li donen una certa capacitat de derivació. Alhora, permet d'analitzar si un cert tipus d'informació es pot derivar o no, o si es semànticament equivalent a un altre.

## 1. INTRODUCCIÓ

Des de fa uns anys, s'està realitzant un esforç important de recerca en el tema dels models de dades. Això prové de la necessitat de donar solucions satisfactòries als problemes derivats de la recollida, emmagatzemament, procés i distribució d'un nombre creixent d'informacions. Aquests problemes es troben en l'àrea dels sistemes d'informació i, en particular, en l'àrea de les bases de dades. Per aquesta raó, la recerca sobre models de dades es desenvolupa, bàsicament, en aquests camps. Fora de la informàtica, hi ha interès en temes relacionats amb aquest per part de la lingüística, concretament de la semàntica i llur relació amb la sintaxi dels llenguatges naturals.

Com es sabut, un comitè d'ANSI /1/ ha proposat una classificació dels models en tres grups: conceptuals, externs i interns. En aquest article ens adreçarem només als primers. Segons el comitè esmentat, una organització ha d'usar un sol model conceptual per a descriure les informacions contingudes en la seva base de dades, essent una descripció compartida per tothom, i independent de com es representen les informacions.

Nosaltres desitgem ampliar l'abast del model conceptual, partint de la base que una organització ha d'usar un sol model conceptual - per a descriure totes les seves informacions, de les quals només una part està en una base de dades. Això implica que el model serà també utilitzat: 1) durant el disseny lògic de sistemes d'informació, 2) per a definir necessitats d'informació, 3) per a construir el diccionari d'informacions de l'organització, 4) per a fer inventaris d'informacions existents, etc.

Per a ésser utilitzable en aquestes aplicacions, el model a emprar hauria de reunir, - al màxim grau possible, unes certes característiques. Les més importants són, probablement, les següents:

- 1) Les descripcions haurien d'ésser precises, al màxim. Dit altrament, no hauria d'haver-hi ambigüetat en la interpretació de les descripcions. Alhora, haurien d'ésser simples i naturals.
- 2) Les descripcions haurien d'ésser traduïbles, mecànicament, a altres models, externs i interns.
- 3) Les descripcions haurien d'incloure la in

- A. Olivé del Departament de Sistemes d'Informació de la Facultat d'Informàtica de la UPB. Dolcet, s/n. Barcelona - 34.  
- Article rebut el Desembre de 1978.

formació necessària per a que fos possible establir la correspondència entre les informacions de la base de dades i la seva representació en el llenguatge natural.

- 4) Les informacions possibles d'una organització són infinites. Per aquesta raó només es fa la descripció de les bàsiques, o sigui les que no es poden derivar d'altres. Amb això anem a una altra característica: les descripcions haurien de contenir la informació necessària per a que fos possible derivar totes les descripcions de les informacions derivables de les bàsiques. Si amb un model es pogués assolir la màxima capacitat de derivació diríem que té la màxima potència. Lògicament, la derivació implica l'existència d'unes operacions.
- 5) També és necessària la característica inversa de l'anterior: a partir de les descripcions d'informacions derivades s'hauria de poder determinar la seqüència d'operacions que les deriven. D'això se'n pot dir anàlisi de la derivabilitat.
- 6) Finalment, el model hauria de permetre determinar si dues descripcions són equivalents o no. Emprant la terminologia que explicarem posteriorment, diríem que el model hauria de permetre determinar si dues descripcions són semànticament equivalents o no.

El model informacional s'adreça cap a aquests objectius i intenta satisfer en un cert grau aquestes característiques. Això no vol dir que els assoleixi completament; només vol dir que ha estat construït pensant específicament en ells, prenent els models actuals com a punt de partida.

En aquest article farem una presentació del model<sup>1</sup>. Començarem fent unes definicions prèvies al voltant dels conceptes "informació" (1.1) i "univers de discurs" (1.2). A l'apt. 2 farem una primera presentació dels elements del model, que completarem als apts. 3 i 4. A l'apt. 5 aplicarem el concepte "tipus d'informació" (definit a 1.1) al model. L'apt. 6 descriu algunes de les "operacions" que s'han inclòs en el model, així com la qüestió de les equivalències semàntiques.

Finalment, a l'apt. 7 reprenem les caracte-

rístiques anteriors, per a fer una valoració sobre el seu grau de presència en el model informacional.

### 1.1 Informació

En el context d'aquest treball, prendrem la següent definició d'informació: "Una informació elemental és un coneixement, representable en el llenguatge, consistent en una afirmació, sintètica, que una entitat particular té una certa propietat".

Observi's que en fer equivaldre informació a (una classe de) coneixement, la informació no s'identifica amb la realitat ni amb la representació del coneixement. Així, per exemple, el coneixement <Joan és alt> és distint del fet real que en Joan és una persona alta, i també de les representacions d'aquest coneixement en el llenguatge, com "Joan és alt" o "Joan és una persona alta" o "Joan, alt", etc.

En la definició anterior hem d'entendre "entitat" i "propietat" en un sentit ampli. De tota manera, l'entitat ha d'ésser particular és a dir, que ha d'ésser un element d'una classe d'entitats, tots els elements de la qual podrien tenir la propietat. Per exemple, "client nº 890" és una entitat particular de la classe "client"; "Joan" de la classe "persona", etc. Per tant, no seria informació l'afirmació <La persona és un animal racional> perquè, normalment, "persona" no s'entén com una entitat particular d'una classe.

Per últim, en haver definit informació com afirmació sintètica, pressuposem l'existència d'un codi<sup>2</sup>. en el marc del qual les afirmacions són sintètiques o analítiques. Així <Joan va néixer algun dia> és afirmació analítica si el codi associa una data a un neixement i un sol neixement a cada persona. En canvi, <Joan neix el 30-10-70> és sintètica perquè el codi no ho preveu, del codi no es deriva això.

A partir de la definició anterior, podem derivar la de tipus d'informació: "un tipus d'informació elemental" consta de dos elements: una classe d'entitats i una propietat relevant a les seves entitats. El podem representar mitjançant una parella <classe d'entitat, propietat>, com ara <persona, és-

ser alt>, <factura, valdre 1.000 Pts>, etc.

La propietat ha d'ésser relevant a les entitats de la classe; és a dir, que els seus membres han de poder tenir la propietat. En cas contrari, no constitueix tipus d'informació. Per aquesta raó no ho és <persona, valdre 1.000 Pts> ni <factura, neix a Barcelona>.

Cal fer constar que aquestes definicions s'han de concretar més dins d'un model específic. Per exemple, en el model informacional, les entitats han de pertanyer a una, i només una, classe d'entitats. Llavors direm que totes les entitats que pertanyen a la mateixa classe són del mateix tipus d'entitats, i que la classe d'un tipus d'entitat és el conjunt de totes les entitats d'aquest tipus.

De la mateixa manera, una classe d'un tipus d'informació elemental és el conjunt format per totes les informacions que són del mateix tipus. Subconjunts d'una classe d'aquestes els anomenarem fitxers elementals.

A partir d'unes informacions s'en poden derivar d'altres mitjançant processos. Anomenarem procés elemental a un procés que deriva una, i només una, informació elemental (sortida) a partir d'altres informacions elementals (entrades). Direm que tots els processos elementals que obtenen informacions dels mateixos tipus, són del mateix tipus de procés elemental. Així, per exemple, "Import total d'una factura = Import brut - Descompte + + Impostos" podria ésser un tipus de procés elemental. La concreció a una factura en particular ens donaria un procés elemental.

Un tipus de procés opera sobre tipus d'informació i obté un altre tipus. En l'exemple anterior, els operands són "Import brut d'una factura", "Impostos d'una factura" i "Descompte d'una factura" i el resultat "Import total d'una factura".

Com a mínim hi haurà tants tipus de procés elemental com tipus derivats d'informacions elementals. Com que aquests poden ésser infinits, tenim que pot haver-hi un nombre infinit d'aquells. Per aquesta raó, hom recorre a la noció de "meta tipus de procés elemental" o, simplement, "regla de derivació" o "regla".

Aplicant una regla a uns tipus d'informació obtenim un tipus de procés. Per exemple, si la regla fós la "conjunció de dos tipus d'informació", quan s'aplica sobre els tipus <persona, és alta> i <persona, neix a Barcelona> podria donar-nos <persona, és alta i neix a Barcelona>. La figura 1 il·lustra les relacions entre regles, tipus de procés i processos elementals.

## 1.2 Univers de discurs

El concepte "Univers de Discurs" (UD) s'empra freqüentment en el domini de les bases de dades, amb diverses interpretacions. Per a Nijssen /4/, s'arriba a un UD mitjançant tres processos: 1) percepció de la realitat; 2) selecció d'una part convinguda de la realitat percebuda i 3) assignació d'un nom a cada element de la realitat percebuda. Si es fa una classificació dels elements de l'UD en classes, la descripció d'aquestes és l'esquema de l'UD.

Un concepte equivalent a aquest, bé que més ampli, és el "marc de referència" de Sundgren /5/. Segons ell, arribem a un coneixement específic, bàsicament, mitjançant la percepció i la deducció. L'ésser humà equipat amb uns conceptes pot transformar la percepció dels seus òrgans sensorials en coneixements sobre les situacions i els esdeveniments de la realitat. També hi arribem mitjançant la deducció, a partir de les lleis

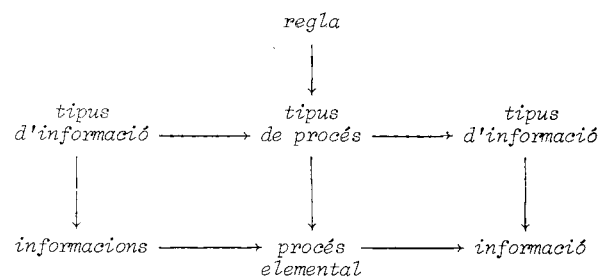


Fig. 1  
Relacions entre regla, tipus de procés i procés elemental

de la lògica i de les lleis empíriques. Llavors el marc de referència d'una persona en un moment és la col·lecció de conceptes, definicions, lleis de la lògica, lleis empíriques i el coneixement percebut, deduït o deduïble que pertany a aquella persona en aquell moment. En aquesta línia, l'esquema de Sundgren conté, a més del que diu Nijssen, les regles de derivació de nova informació a partir de les existents (deducció).

Fent una síntesi d'ambdues concepcions, podem definir l'univers de discurs (UD) com "un conjunt d'informacions elementals sobre una certa realitat". En haver definit l'UD com un conjunt, ens assegurem que no hi ha elements "repetits"; per tant, no ha dues informacions iguals en l'UD. Si, com és lògic, una informació es refereix a una situació o a un esdeveniment d'una realitat, i si considerem que aquesta és una (part d'una) organització amb la seva evolució en un cert període de temps, allò implica que les informacions han d'ésser eternes, és a dir, vàlides eternament independentment del context i del moment en el qual es posseeixin. Així, <Joan té 30 anys>, <Pere compra ferro>, etc. no serien eternes, mentres que si ho serien <Joan té 30 anys el 10-10-70> o <la factura 100 -- val 1.000 Pts>, etc.

Les informacions de l'UD es classifiquen en dos grups: el bàsic i el derivat. Les del grup derivat es poden obtenir de les del bàsic mitjançant l'aplicació de regles. D'aquesta manera podem dir que l'esquema de l'UD conté, bàsicament, descripció dels tipus bàsics d'informacions elementals i de les regles que s'empren per a derivar els tipus derivats.

## 2. ELEMENTS BÀSICS

De cara a assolir els objectius esmentats a 1.1, ens ha semblat que era necessari construir un model que disposés de quatre grans classes d'elements:

- entitats
- atribucions de propietat (ap)
- atribucions d'objecte (ao)
- referències

A efectes d'exposició, en aquest apartat fa-

rem només una primera aproximació a les tres primeres classes d'elements, que completarem als apartats següents.

El model informacional associa a cada classe d'element un cert nombre de característiques (nom, etc.). Per aquesta raó, quan es defineix un element en un esquema, s'ha d'indicar a quina classe pertany i s'ha de definir el valor de totes les característiques d'aquesta classe, per a aquest element.

### 2.1 Entitats

Dins dels tipus d'entitat, en distingim quatre categories: 1) objectes; 2) quantitats; 3) esdeveniments i 4) agregats. Anem ara a considerar les tres primeres classes, deixant per més endavant (apt. 4) els agregats.

Per a poder-nos referir als tipus d'entitat, dins l'esquema, ens cal designar-los d'alguna manera. Tenim dues possibilitats. En la primera, imaginem que estan numerats i els designem amb el símbol  $e_j$  (o sense subíndex quan no hi ha perill de confusió). Per a designar entitats concretes del tipus  $e_j$  fem el símbol  $e_j^i$ . La classe, entesa com a conjunt de totes les entitats de tipus  $e_j$ , serà  $E_j$ . Si  $E$  és l'operador que aplicat a un tipus d'entitat dona la seva classe, tindrem que  $E(e_j) = E_j$ . Per exemple, si  $e_2$  es refereix a una persona,  $E_2$  seria el conjunt de totes les persones existents a l'UD.

De fet, el mètode anterior és poc explícit i, per a molts propòsits, inconvenient. Per això fem també ús de l'altre possibilitat: emprar directament el seu nom extern,  $N(e_j)$ , nom que s'ha de definir. Lingüísticament, aquest nom fa les funcions de nom comú de totes les entitats de tipus  $e_j$ . Exemples són: persona, llibre, viatge, dia, etc. Quan s'empra aquesta designació, la classe serà  $E(N(e))$ . Així, si  $N(e_2) = \text{llibre}$ ,  $E(\text{llibre}) = E_2$ .

Una característica relacionada amb  $N(e)$  que convé definir a efectes lingüístics, és el gènere d'aquest nom  $G(N(e))$  -o, per simplificar,  $G(e)$ - que pot prendre dos valors: masculí o femení.

### 2.1.1 Objectes

Els objectes del model corresponen al que -- s'acostuma a entendre per objectes en l'UD. Un objecte té una existència pròpia i independent dels esdeveniments, en els quals pot participar. A més, és atòmic (les seves parts, si en té, no ens interessen) i es pot distingir. Exemples clars i freqüents d'aquestes entitats són persones, màquines, llibres, -- dies, etc.

La referència més simple a un objecte concret és mitjançant un nom propi, tal que no hi ha dos objectes diferents, del mateix tipus, -- amb el mateix nom propi. Aquest mètode de referència exigeix al receptor d'una informació, per a comprendre-la, que pugui establir la correspondència entre el nom propi i l'objecte real que designa.

En aquest article, representarem aquesta referència de la forma "N(e) nom propi", com ara: persona Joan, màquina 1248, etc.

Quan els objectes de tipus e es referencien amb noms propis, podem dir que e té associat un conjunt de noms propis C, d'on es treuen els noms propis dels objectes. La característica CNP(e)=C defineix el conjunt, si n'hi ha. Quan no n'hi ha, CNP(e)=∅. Aquest darrer cas, però, no el considerarem fins a l'apt.3.

Val la pena distingir dues subclasses d'objectes. La primera inclou els tipus d'objecte de composició explícita, o explícits, anomenant així a un tipus d'objecte quan tots els objectes que el formen són coneguts en qualsevol moment i, per tant, es poden definir d'una vegada per sempre en l'esquema. -- Exemples freqüents són dia, mes, any, país, departament, sexe, carrera, etc. La segona subclasse inclou els altres tipus, que anomenarem no explícits, com, per exemple, persona, màquina, llibre, etc.

Si e és explícit, direm que Exp(e)=si, o cert; en cas contrari, Exp(e)=no, o fals. Els tipus explícits han de tenir conjunts de noms propis:

$$\text{Exp}(e)=\text{si} \rightarrow \text{CNP}(e) \neq \emptyset$$

Aquesta classificació és útil en relació a diversos aspectes. En particular, de cara al

fet que si bé es pot considerar informació -- afirmar l'existència d'un objecte d'un tipus no explícit, no ho és afirmar-ho d'un de tipus explícit, ja que a l'estar definit en el model, l'afirmació seria analítica, no sintàctica<sup>3</sup>. Això resulta evident quan es comparen les informacions que aporten frases com -- "Existeix el mes de Maig de l'any 70", "Existeix el sexe masculí" amb les de frases com "Existeix una persona que es diu Joan Grau Puig", etc.

### 2.1.2 Quantitats

Una quantitat és un nombre determinat d'objectes, esdeveniments, etc., del mateix tipus, però no es considera (o no interessa) -- quines entitats concretes són. Per exemple, 30 persones és una quantitat que ens indica que són 30 persones, però no quines són. Altres exemples en són: 30 anys, 50 viatges, -- 2400 Pta., etc.

Designarem els tipus de quantitat igual que els tipus d'objecte. Per tant, s'ha de definir el seu nom N(e) i el gènere d'aquest, -- G(e). Prendrem la convenció de definir el -- nom extern de les quantitats en plural, a fi d'evitar possibles confusions. Així, "any" -- serà el nom (comú) dels objectes que siguin anys de calendari, mentre que "anys" serà el nom de les quantitats (un cert nombre d'anys).

No cal definir CNP(e) de les quantitats, perquè sempre en tenen i és el mateix: el conjunt dels nombres reals. També suposarem que, sempre, Exp(e)=si.

La referència a quantitats, mitjançant nom propi, la representarem igual que la dels objectes, però invertint els termes. Així, tindrem 50 anys, 13 persones, 29 neixements, -- etc. Ho fem d'aquesta manera perquè sembla -- que és més natural que dir anys 50, etc.

Una característica més que s'ha de definir -- és les unitats de la quantitat U(e). El seu valor és les unitats en les quals s'expressa la quantitat. Per exemple, U(kilòmetres)=km; U(pessetes-per-kilòmetre)=pta·km<sup>-1</sup>.

### 2.1.3 Esdeveniments

Els esdeveniments corresponen als actes, accions, etc. del sistema, en el qual intervenen objectes, altres esdeveniments, etc. Lingüísticament, els representem mitjançant frases predicatives, amb un verb que indica l'acció que es fa, o bé mitjançant un nom (comú) derivat del verb.

Designarem els tipus d'esdeveniment igual que els tipus d'objecte. De tota manera, com que sembla difícil establir les regles de la correspondència entre el verb i el nom derivat, és convenient definir, a més de  $N(e)$ , el verb corresponent  $V(e)$ . Exemples d'aquesta correspondència podrien ser: comprar/compra, dirigir/direcció, nèixer/neixement, viatjar/viatge, abonar/abonament, etc.

El subjecte i els complements d'un esdeveniment els definirem mitjançant atribucions d'objecte, com veurem a 2.3.

A l'igual que en el cas dels objectes, hem de definir  $CNP(e)$  i  $Exp(e)$ . Normalment, però, els esdeveniments no tenen nom propi, raó per la qual és freqüent que  $CNP(e) = \emptyset$ . Hi ha, però, excepcions; per exemple podria donar-se el cas que les compres es numeressin.

De tota manera, en aquest apt. suposarem que tenen noms propis, i representarem les referències corresponents igual que els objectes: compra 240, neixement 180, etc. El cas general el veurem a l'ap. 3.

### 2.2 Atribucions de propietat

En el cas més simple, una atribució de propietat (ap) és una relació entre una entitat (objecte, esdeveniment, quantitat, etc.) i una propietat, essent la propietat un predicat monàdic que pot ésser satisfet o no per una entitat concreta. Lingüísticament, una ap es representa mitjançant una frase atribuïtiva, en la qual la propietat n'és (o fa les funcions de) l'adjectiu. Per exemple "La persona Joan està malalta", "La ciutat Barcelona és industrial", "La ciutat Vic és capital de comarca".

Per tant, una ap es pot representar amb la parella  $\langle e_j^i, p \rangle$ , essent  $e_j^i$  l'entitat subjecte

de l'ap i  $p$  la seva propietat.

Ens referim a una propietat  $p$  mitjançant el seu nom  $N(p)$ . El verb que precedeix a  $N(p)$  - és, normalment, el verb "ésser" i no cal incloure'l en  $N(p)$ . Quan no és aquest, s'inclurà en  $N(p)$ .

En el cas general, la relació pot ésser entre  $n$  entitats ( $n \geq 1$ ) i una propietat. Una d'aquestes entitats és el subjecte lingüístic de la frase corresponent, actuant les altres de complement. Per exemple "La persona Joan està malalta el dia 10-10-70", "El riu Ter està contaminat a la comarca Gironès", "La persona Maria és metge l'any 1978".

En el cas general, conceptualitzarem l'ap com una parella  $\langle (e_1^i, \dots, e_n^k), p \rangle$  essent  $(e^i, \dots, e^k)$  el subjecte de l'ap. L'ordre de les entitats és, en principi, indiferent, excepte que la primera és el subjecte lingüístic.

De fet, per evitar possibles confusions i per a retenir informació necessària de cara a la construcció de frases, cal fer precedir d'una partícula les entitats del subjecte que ho requereixin. Així, tindrem  $\langle \text{riu Ter, a.comarca Gironès}, \text{contaminat} \rangle$  on la partícula la l'escriu davant del nom comú, enllaçant-la amb un punt.

Un tipus d'atribució de propietat (tap) serà una parella  $\langle ([p_1]e_1, \dots, [p_n]e_n), p \rangle$  formada per un subjecte i una propietat. Designarem els taps amb la lletra  $b$ , indexada quan calgui. Si  $b = \langle \text{persona}, \text{ros} \rangle$  direm que  $S(b) = \text{persona}$  i  $P(b) = \text{ros}$ .

Una característica addicional d'un tap és el seu domini  $D(b)$ . Si  $D(b) = e^4$  vol dir que qual sevol element del conjunt  $E_1 \times \dots \times E_n$  podria satisfer la propietat. En canvi, si  $D(b) = b_1$  vol dir que només els elements que satisfan realment  $b_1$  poden satisfer  $b$ . Naturalment, cal que  $S(b) = S(b_1)$ .

Un exemple de  $D(b) = e$  podria ser  $b = \langle \text{ciutat}, \text{capital de comarca} \rangle$ . Un exemple amb domini  $res$  tringit podria ésser  $b_1 = \langle \text{ciutat}, \text{capital de vegueria} \rangle$ , amb  $D(b_1) = b$ .

La clase d'un tap  $b_1$ , conjunt format per totes les aps de tipus  $b_1$  que hi ha a l'UD, la

designarem amb  $B_i$ .

### 2.3 Atribucions d'objecte

En el cas més simple, una atribució d'objecte (ao) és una relació entre una entitat -- (anomenada el subjecte), un atribut i una altra entitat (anomenada l'objecte d'atribució). Tant una com l'altra entitat poden ésser objectes, esdeveniments, quantitats, o agregats.

Lingüísticament, les aos es poden representar mitjançant frases atributives de la forma "atribut de subjecte és objecte", com ara -- els exemples següents:

- (1) "El comprador de la comanda 187 és el -- client A463".
- (2) "El responsable del projecte AB és la -- persona Jaume".
- (3) "L'import de la venda 100 és 1000 pessetes".
- (4) "El pare de la persona Jaume és la persona Antoni".
- (5) "La data del neixement nº 830 és el dia 24-7-48".
- (6) "El fill de la persona Antoni és la persona Jaume".

Considerades d'aquesta manera, les aos es poden veure com elements de relacions binàries. Però hi ha una restricció addicional: a una mateixa parella (subjecte, atribut) només hi pot correspondre un objecte. Per tant, les aos són, més exactament, elements de funcions. En els exemples anteriors, si en l'UD una -- persona pot tenir varis fills, (6) no és una ao.

Així, doncs, una ao es pot conceptualitzar -- com el triplet  $\langle e_j^i, q, e_1^k \rangle$  essent  $q$  l'atribut,  $e_j^i$  l'entitat subjecte i  $e_1^k$  l'entitat objecte. Semblantment, un tipus d'atribució d'objecte (tao), que designarem amb la lletra  $a$  -- indexada quan calgui-, serà el triple  $a = \langle e_j, q, e_1 \rangle$  amb  $Q(a) = q$ ,  $S(a) = e_j$  i  $O(a) = e_1$ .

En el cas més general, i a l'igual que les -- aps, el subjecte d'una ao pot estar format -- per  $n$  ( $n \geq 1$ ) entitats ( $[P_1]e_1, \dots, [P_n]e_n$ ). Per exemple:  $\langle (\text{persona}, \text{dia}), \text{edat}, \text{anys} \rangle$ , --  $\langle (\text{de.ciutat}, \text{a.ciutat}), \text{distància}, \text{kilòmetres} \rangle$ .

El nom (comú) que designa a l'atribut serà --  $N(q)$  i el seu gènere  $G(q)$ . També direm que --  $N(a) = N(Q(a))$  i que  $G(a) = G(Q(a))$ .

Una forma alternativa de representació, en -- el llenguatge natural, de les aos és amb frases del tipus "subjecte verb objecte", on el verb pot ésser "tenir per atribut". Així, -- els exemples (1)÷(5) anteriors quedarien:

- (1') "La comanda 187 té per comprador el -- client A463".
- (2') "El projecte AB té per responsable la -- persona Jaume".
- (3') "La venda 100 té per import 1000 pessetes".
- (4') "La persona Jaume té per pare la persona Antoni".
- (5') "El neixement nº 830 té per data el dia 24-7-48".

Naturalment, hi ha casos en els quals -- existeixen altres possibilitats en relació a -- aquest verb. Per exemple, en (3') podria ésser el "valer". Per aquesta raó, convé definir la característica  $V(q) \rightarrow V(a)$ , en el -- ben entés que, quan no hi és present en una --  $a$ , es pren l'opció anterior, per defecte.

Dos taos poden tenir el mateix subjecte, -- atribut o objecte. L'única restricció en aquest sentit és que no poden tenir el mateix -- subjecte i el mateix  $N(a) \rightarrow V(a)$ , ja que a un subjecte-atribut li ha de correspondre un -- únic objecte.

La classe d'un tao  $a_i$ , conjunt format per -- totes les aos de tipus  $a_i$  que hi ha a l'UD, la designarem amb  $A_i$ .

Dues característiques importants d'un tao  $a$  -- són el seu domini,  $D(a)$ , i el seu recorregut,  $R(a)$ .

Si  $D(a) = \epsilon$  vol dir que en  $A$  hi ha una -- atribució per cada entitat de tipus  $S(a)$ . Si  $D(a) = b$  vol dir que en  $A$  hi ha una atribució per -- cada entitat de tipus  $S(a)$  que satisfà  $b$ , i -- no més per a aquestes. Un exemple del primer -- cas podria ser  $a_1 = \langle \text{venda}, \text{valor}, \text{pessetes} \rangle$ , ja que totes les vendes tenen un valor. Un -- exemple del segon cas podria ser  $a_2 = \langle \text{producte}, -- \text{proveïdor}, \text{empresa} \rangle$  si, en l'UD, no tots els productes tenen proveïdors (i, com a -- màxim, hi ha un proveïdor per producte).  $D(a_2)$  po--

dria ser el tap  $b = \langle \text{producte, extern} \rangle$ .

Si  $R(a) = E$  vol dir que qualsevol entitat de tipus  $O(a)$  pot ésser, en principi, objecte d'una o varies atribucions de  $A$ . Si  $R(a) = b$  vol dir que només les entitats que satisfan  $b$  poden ésser, en principi, objecte d'una o varies atribucions de  $A$ . Un exemple del primer cas podria ésser  $a_3 = \langle \text{neixement, data, dia} \rangle$  ja que qualsevol dia poden néixer persones. Un exemple del segon cas podria ser  $a_4 = \langle \text{casa, marit, persona} \rangle$  amb  $R(a_4) = \langle \text{persona, home} \rangle$ .

Relacionada amb  $R(a)$  hi ha la característica de l'exhaustivitat,  $Exh(a)$ , que pot valer si o no. És  $Exh(a) = \text{si}$  quan per a qualsevol entitat del recorregut hi ha una o més atribucions en  $A$ . En canvi, és  $Exh(a) = \text{no}$  si poden haver-hi entitats del recorregut sense atribucions en  $A$ . En els exemples dels dos paràgrafs anteriors,  $a_1$ ,  $a_3$  i  $a_4$  podrien ser no exhaustives;  $a_2$  seria exhaustiva si "empresa" només inclou els proveïdors i totes les empreses - proveeixen algun producte.

Finalment, un tao  $a$  pot ésser injectiu o no injectiu segons si una entitat només pot ésser objecte en una única atribució (de  $A$ ) o pot ser-ho de més d'una. Un exemple del primer cas podria ser  $a_5 = \langle \text{albarà, factura, factura} \rangle$  si, en l'UD, una factura només correspon a un albarà. Si no fos aquest el cas, llavors tindriem  $Inj(a_5) = \text{no}$ .

Resta per considerar la qüestió del subjecte i dels complements d'un esdeveniment, que -- hem introduït a 2.1.3. Per cada tipus d'esdeveniment  $e$  s'ha de definir un tao  $a = SL(e)$  -- que declara el subjecte lingüístic de l'esdeveniment. Cal que  $S(a) = e$ . Tots els altres -- taos que tenen per subjecte  $e$ , declaren complements de l'esdeveniment. Per exemple, si  $N(e) = \text{viatge}$ ,  $SL(e)$  podria ser el següent:

$a_{10} = \langle \text{viatge, viatjant, persona} \rangle$

i complements:

$a_{11} = \langle \text{viatge, data, dia} \rangle$

$a_{12} = \langle \text{viatge, destí, ciutat} \rangle$

$a_{13} = \langle \text{viatge, origen, ciutat} \rangle$

$a_{14} = \langle \text{viatge, distància recorreguda, kilòmetres} \rangle$

### 3. REFERÈNCIES

Per a poder afirmar quelcom d'una entitat -- concreta hem de poder-nos-hi referir. Aquesta és la finalitat de les referències, que -- poden ésser directes o indirectes.

Les directes són les que hem emprat fins ara (apt. 2). Consisteixen en un nom propi, precedit o seguit del nom del tipus d'entitat -- corresponent.

Les referències indirectes es deriven de les aos, i n'hi ha de dues classes. Les primeres, anomenades via subjecte o indvs, empren el -- subjecte i l'atribut. Les segones, anomenades via objecte o indvo, empren l'objecte i l'atribut.

Les referències indvs provenen del fet que -- la parella atribut, subjecte d'una ao determina unívocament una entitat (objecte). Per exemple, de l'ao  $\langle \text{comanda 187, comprador, client A489} \rangle$  es deriva que comprador (comanda 187) és una referència al client A489. Per -- emfasitzar que la referència apunta a un client, tot i que no seria estrictament necessari, escriurem: client comprador (comanda 187) o, en el cas general, "N(e) atribut (subjecte)".

Un exemple de tao amb referències indvs en -- el subjecte i en l'objecte podria ésser  $\langle \text{persona responsable (projecte), pare, persona viatjant (viatge)} \rangle$ .

Les referències indvo, en el cas més simple, provenen del fet que si un tao  $a$  té  $Inj(a) = \text{si}$ , llavors la parella atribut, objecte determina unívocament una entitat (subjecte). Per exemple, del tao  $\langle \text{projecte, responsable, persona} \rangle$ , si una persona només pot ésser responsable -- d'un projecte, treiem que l'atribut i l'objecte determinen un projecte. Escriurem projecte . (responsable, persona), que s'ha de llegir com "El projecte tal que el seu responsable és la persona x". En general, serà "N(e). (atribut, objecte)".

El cas general de referències indvo es quan hi intervenen  $n$  ( $n \geq 1$ ) taos, tenint tots els mateix subjecte, tals que -- en conjunt -- determinen a aquest. Per exemple, si un viatge -- queda determinat per la persona que el fa i la seva data, a partir dels taos:



Taula 1.  
Gramàtica de les referències

1. referència → ((nom objecte | nom esdeveniment) (nom propi | indvs | indvo) |  
nom propi nom quantitat |  
nom quantitat (indvs | indvo))
2. indvs → nom atribut "(" [part "."] referència  
{ "," [part "."] referència } ")"
3. indvo → "." (nom atribut "," referència { ";" nom atribut "," referència } )"

Són terminals els literals i els subratllats.

<viatge,viatjant,persona>  
<viatge,data,dia>

obtenim la referència viatge.(viatjant,persona;data,dia) que es pot llegir com "El viatge tal que el seu viatjant és la persona x i la seva data és el dia y".

Posant un altre exemple, per a referir-nos a una persona mitjançant el seu pare i la data de neixement (suposant que en l'UD no hi ha bessons) escriuríem: persona.(pare,persona;data de neixement,dia).

En la Taula 1 es pot veure la gramàtica del llenguatge que hem definit per a les referències, incloent tots els casos.

Un tipus de referència  $r_i$  queda caracteritzat pel tipus d'entitat que referencia<sup>5</sup>,  $E(r_i)$ , per la seva classe,  $C(r_i)$  i el mitjà que empra,  $M(r_i)$ .

Com hem vist,  $C(r_i)$  pot ésser directa, indvs o indvo.

El mitjà de la referència,  $M(r_i)$  pot ésser:

$M(r_i)=C_j$  essent  $C_j$  un conjunt de noms propis, si  $C(r_i)$ =directa  
 $M(r_i)=a_j$  essent  $a_j$  un tao, si  $C(r_i)$ =indvs.  
 $M(r_i)={a_1, \dots, a_n}$  essent  $a_i$  taos, si  $C(r_i)$ =indvo.

Designarem amb  $R(e)$  el conjunt de tipus de referència  $r_i$  tals que  $E(r_i)=e$ . Aquest conjunt ha de satisfer, per a qualsevol  $e$ :

- 1)  $|R(e)| \geq 1$
- 2) Com a màxim, una  $r_i \in R(e)$  pot tenir  $C(r_i)=$

=directa.

- 3) Pot haver-hi un nombre qualsevol de  $r_i \in R(e)$  tals que  $C(r_i)=$ indvs o indvo. Aquest nombre pot ésser 0.

Per tant, un tipus d'entitat pot ésser referenciat, en el model informacional, per un o mes tipus de referència. Això ens porta a plantejar-nos si dues o més informacions idèntiques, però amb referències distintes, són o no són iguals. Expressant-ho amb exemples, es tracta de veure si les aps següents són idèntiques o no:

<ciutat Barcelona,industrial>  
<ciutat destf (viatge 100),industrial>  
<ciutat.(viatjant,persona Pere;data,dia 30-10-77),industrial>

Hi ha raons infològiques, que no exposarem aquí, que abonen la conclusió que es tracten d'informacions diferents. Per tant, hem d'explicitar quina referència s'empra, tant en les atribucions concretes com en els seus tipus. Escriurem:

$b=<e.r,p>$   
 $a=<e_1.r_1,q,e_2.r_2>$

indicant amb  $r$ ,  $r_1$  i  $r_2$  els tipus de referència que s'empra. Es pot simplificar la notació a base de suposar que cada tipus d'entitat té un tipus de referència propi,  $RP(e)$ , probablement l'utilitzat més freqüentment, i ometre'l en els taps i taos.

Designarem amb el símbol  $e_j^i.r_n$  un element concret de tipus  $e_j$  referenciat amb una referència de tipus  $r_n$ . Si aquesta és la pròpia, es pot ometre i resultarà  $e_j^i$ . També emprarem

aquest darrer símbol quan sigui indiferent - el tipus de referència utilitzat.

Pel fet d'haver introduït les referències, - resulta que ara  $S(a)$ ,  $O(a)$  i  $S(b)$  són entitats-referències e.r. Quan volguem designar només l'entitat o la referència escriurem --  $ES(a)$ ,  $RS(a)$ ,  $ED(a)$ ,  $RO(a)$ ,  $ES(b)$  i  $RS(b)$ . - Així, per exemple,  $S(a)=ES(a).RS(a)$ .

#### 4. AGREGATS

Considerem la frase següent: "Les compres fetes pel client 180, durant l'any 1976, pugen 20.000 pessetes". Hi afirmem quelcom d'un -- cert conjunt; concretament, del conjunt de - les compres d'un client durant un any. Observeu's, però, que en la frase, no importen qui nes són les compres concretes que s'han fet, ja que l'afirmació és del conjunt d'elles, - sense esmentar-les individualment. Si aquest conjunt es pogués considerar com un element, la frase la conceptualitzariem amb l'ao <conjunt,valor,pessetes>.

Doncs bé, un agregat és un conjunt d'entitats (del mateix tipus i amb el mateix tipus de - referència) que satisfan una certa condició. El conjunt és defineix, no per les entitats que l'integren, sinó per la condició que satisfan aquestes. Altres exemples d'agregats són:

- (1) El conjunt dels treballadors manuals de l'empresa A.
- (2) Els viatges a la ciutat A fets per persones que treballen al departament B en el dia C.
- (3) Les residències de la persona A durant - tota la seva vida.
- (4) El conjunt de les compres importants.

Si  $e$  és un tipus d'entitat d'aquesta classe (agregats), designarem amb  $ES(e)$  el tipus -- d'entitat que s'agrega, o entitat subjecte - de l'agregació, amb  $RS(e)$  el tipus de referència amb el qual s'agrega, i amb  $S(e)=ES(e).RS(e)$ . El tipus d'entitat que s'agrega pot - ésser objectes, esdeveniments, quantitats o - agregats; però normalment serà un dels dos - primers.

En el cas més simple de condició, un agregat és un element de la partició -en el sentit - matemàtic del terme- de la classe d'entitats

del tipus  $ES(e)$  per un tao  $a$  amb  $S(a)=S(e)$ . Direm que  $Part(e)=\{a\}$ . Per exemple, si  $S(e)=\text{compra}$  i  $a=\langle \text{compra,objecte,producte} \rangle$ , llavors un element de la partició  $Part(e)=\{a\}$  - és el conjunt de les compres d'un cert producte. Hi haurà un agregat per cada producte comprat.

El cas més general és quan la partició es fa mitjançant  $n$  taos ( $n \geq 1$ )  $a_1, \dots, a_n$ , tals que el subjecte de tots ells és  $S(e)$ . Direm que  $Part(e)=\{a_1, \dots, a_n\}$ . Un agregat serà ara -- totes les entitats de tipus  $ES(e)$  que tenen els mateixos valors d'entitats objecte en -- les aos  $a_1, \dots, a_n$ .

Un cas especial és quan  $Part(e)=\emptyset$ . En aquest cas,  $e$  només inclou un sol element, que és - tota la classe de  $ES(e)$ .

No és estrictament necessari que la partició es faci sobre la totalitat de les entitats - tipus  $ES(e)$ ; se'n pot fer una selecció prèvia i aplicar la partició només a les seleccionades. Amb  $D(e)$  expressem com es fa aquesta selecció. Si  $D(e)=E$  vol dir que no n'hi ha; i si  $D(e)=b$ , les entitats seleccionades són les que satisfan  $b$ . Obviament, cal que -  $S(e)=S(b)$ .

Els agregats poden intervenir en les aos i - en les aps. La notació que fem per a designar-los és de la forma "Nom [propietat]. (atribut<sub>1</sub>,objecte<sub>1</sub>;...;atribut<sub>n</sub>,objecte<sub>n</sub>)" on el Nom és el nom (comú) de l'element agregat, escrit en majúscules; propietat no hi és si  $D(e)=E$ , i hi ha un atribut-objecte per cada tao de  $Part(e)$ .

Exemples en els quals intervien agregats en taos i taps són els següents:

```
<COMPRA.(comprador,client;data,any),valor,
pessetes>
<TREBALLADOR [manual].(lloc,empresa),nombre,
quantitat>
<COMPRA [important],nombrós>
```

Queda la qüestió de les referències a entitats d'aquesta classe. Es pot suposar que no més tenen un tipus de referència, que es la pròpia, de classe indivs, i que tenen com a - mitjà uns taos obtinguts a partir dels que - formen  $Part(e)=\{a_1, \dots, a_n\}$  com segueix:

$a_i = \langle e, O(a_i), O(a_i) \rangle$

Una ao important és la que assigna a cada entitat  $\underline{e}$  de  $S(e)$  l'entitat de tipus  $\underline{e}$  que li correspon. L'anomenarem atribució de pertinença  $AP(e)$  i el seu tao serà  $a' = AP(e) = \langle S(e), \text{agregat}, e \rangle^6$ , amb  $D(a') = D(e)$ ,  $R(a') = E$ ,  $Inj(a') = \underline{no}$  i  $Exh(a') = \underline{si}$ .

## 5. TIPUS D'INFORMACIÓ

Després d'haver analitzat els elements del model informacional, estem en disposició d'adaptar la definició genèrica de "tipus d'informació", que hem donat a l'apt. 1.1, al nostre model.

En total, hi ha tres grans classes de tipus d'informació: les que afirmen l'existència d'una certa entitat, les que afirmen l'existència d'una ap i les que afirmen l'existència d'una ao. A continuació s'analitza cada una d'aquestes classes, així com les equivalències que hi ha entre elles.

### 5.1 Existència d'una entitat

Deixarem de banda, de moment, les entitats que són agregats. Per tant, començarem considerant només les entitats que són objectes, quantitats o esdeveniments.

Afirmar l'existència d'una entitat és fer l'afirmació que una certa entitat concreta existeix, essent que podria no existir. En l'afirmació hi constarà el tipus d'entitat i la referència que s'empra. D'aquesta manera, podem representar aquest tipus d'informació mitjançant  $\langle e.r \rangle$  ó amb  $\langle e \rangle$  quan  $r = RP(e)$ .

Quan  $C(r) = \text{directa}$ ,  $\langle e.r \rangle$  és un tipus d'informació, excepte en el cas que  $Exp(e) = \underline{si}$ , tal com s'ha explicat a 2.1.

Quan  $C(r) = \text{indvs}$ ,  $\langle e.r \rangle$  també es un tipus d'informació. Tindrem que  $M(r) = a$ , amb  $EO(a) = e$ . Per aprofundir en aquest cas, anem a suposar que  $a = \langle \text{viatge}.r_1, \text{destí}, \text{ciutat}.r_2 \rangle$  i que  $D(a) = b$ . Una afirmació d'existència tindria la forma "Existeix la ciutat destí del viatge 300". Ara bé, en principi, aquesta afirmació n'implica altres dues: 1) que existeix el viatge 300 i 2) que el viatge 300 te destí. Aquesta darrera és equivalent a dir que el viatge 300 satisfà  $b$ , ja que només els

que ho satisfan tenen destí. I com que, afirmar que el viatge 300 satisfà  $b$ , implica que el viatge 300 existeix, arribem a la conclusió que  $\langle \text{ciutat}.r \rangle$  és equivalent a afirmar l'ap (veure 5.2)  $\langle \text{viatge}.r_1, b \rangle$ . Si  $D(a) = E$ , llavors tots els viatges tenen destí i  $\langle \text{ciutat}.r \rangle$  equival a  $\langle \text{viatge}.r_1 \rangle$ . Si  $\langle \text{viatge}.r_1 \rangle$  és un tipus d'informació, també ho serà  $\langle \text{ciutat}.r \rangle$ . En cas contrari,  $\langle \text{ciutat}.r \rangle$  tampoc ho serà.

Quan  $C(r) = \text{indvo}$ ,  $\langle e.r \rangle$  també és un tipus d'informació. Tindrem que  $M(r) = \{a_1, \dots, a_n\}$  amb  $ES(a_1) = e$ . Un cas d'aquests seria l'afirmació "Existeix la comanda tal que el seu comprador és el client A489 i la seva data és el dia 10-10-78". Com que no tots els clients han de fer comandes cada dia, aquesta afirmació és informació. Observi's l'afirmació anterior implica que existeix el client A489 i el dia 10-10-78.

Que  $\underline{e}$  és un tipus d'agregat,  $\langle e.r \rangle$  és també un tipus d'informació, com en els casos anteriors. Per exemple, si  $e = \text{COMPRA}(\text{comprador}, \text{client}; \text{valor}, \text{pessetes}; \text{producte}, \text{producte})$ , l'afirmació d'existència d'una entitat de tipus  $\underline{e}$  es podria representar mitjançant oracions com "El comprador  $c$  fa una o unes compres del producte  $p$  amb valor  $v$  pessetes" o "Existeix alguna compra del producte  $p$  feta pel comprador  $c$  i de valor  $v$  pessetes" o "S'ha venut alguna vegada el producte  $p$  al comprador  $c$  amb un valor de  $v$  pessetes". A aquest exemple mostra com les afirmacions corresponents no estan implícites en el model i, per tant, és informació.

Hi ha, però, dos casos en els quals  $\langle e.r \rangle$  no és informació. El primer és quan  $Part(e) = \emptyset$ , ja que llavors hi ha una sola entitat de tipus  $\underline{e}$ , que abarca la classe de  $ES(e)$ , i si admetem que una classe no és mai buida, no és informació afirmar que existeix aquella entitat. Així frases com "Existeix alguna compra" ó "Algu fa una compra alguna vegada" no són informacions perquè això ja es dedueix del model.

L'altre cas és quan  $Part(e)$  només consta d'un tao i aquest és exhaustiu. Això es pot fer evident si considerem, en l'exemple de les compres,  $Part(e) = \{a_1\}$  amb  $a_1 = \langle \text{compra}, \text{comprador}, \text{client} \rangle$  i  $Exh(a_1) = \underline{si}$ . La frase "Hi ha una o més compres del client ABC" no és in-

formació perquè tots els clients fan compres.

### 5.2 Existència d'una atribució de propietat

Afirmar que existeix una ap és informació -- perquè es comunica que una entitat concreta (o, en el cas general, un cert subjecte) té o satisfà una certa propietat, quan podria -- no tenir-la; és a dir, del model no es dedueix que l'entitat hagi de tenir la propietat.

Afirmar que existeix una ap és, també, afirmar que existeix el subjecte. Així, dir "La persona Joan és alta", a més de comunicar -- que "la persona Joan" satisfà la propietat -- "ésser alta", comunica també que existeix -- una persona que s'anomena Joan.

Representarem aquests tipus d'informació -- exactament igual que els taps corresponents.

### 5.3 Existència d'una atribució d'objecte

Afirmar que existeix una ao és informació -- perquè comunica l'objecte atribuït a un subjecte, que pot ésser qualsevol, i que no es dedueix del model. S'afirma que el subjecte té la propietat de tenir un cert varlor (objecte) en un atribut.

L'afirmació d'existència d'una ao implica -- també l'afirmació d'existència del subjecte i de l'objecte.

Hi ha, però, un cas particular en el qual no és informació afirmar l'existència d'una ao, i és quan aquesta intervé en la referència -- d'una de les entitats subjecte o objecte de l'ao. Aquesta excepció es compren perfectament si s'analitza una frase com "El comprador de la comanda que va fer el client 123 -- el dia 10-10-70 és el client 123", que en el model es representaria  $\langle \text{comanda}(\text{comprador}, \text{client } 123; \text{data}, \text{dia } 10-10-70), \text{comprador}, \text{client } 123 \rangle$ .

Representarem els tipus d'informació d'existència d'una ao exactament igual que els -- taos.

### 5.4 Equivalències semàntiques entre tipus -- d'informació

Direm que dues informacions  $x$  i  $y$  són semànticament equivalents, i ho escriurem  $x \equiv y$ , -- quan aporten el mateix coneixement. L'origen d'aquestes equivalències prové del fet que, en el nostre model, un mateix coneixement es pot modelar -- en alguns casos -- de maneres diverses, igual com succeeix entre frases que aporten la mateixa informació.

Podem estendre fàcilment la noció d'equivalència al nivell dels tipus d'informació, i a aquest nivell ho estudiarem amb un cert deteniment al apt. 6.6. N'hi ha prou amb assenyalar aquí la detectada a 5.1, que podem -- formular així:

- Si  $a = \langle e_1.r_1, q, e_2.r_2 \rangle$   
i  $D(a) = b$ , amb  $b \neq \epsilon$   
i  $r \in R(e_2)$  i  $C(r) = \text{indvs}$   
i  $M(r) = a$   
llavors  $\langle e_2.r \rangle = \langle e_1.r_1, b \rangle$

## 6. REGLES ESTÀNDARD DEL MODEL INFORMACIONAL

Com hem vist a 1.1, una regla és una operació que s'aplica sobre un o més tipus d'informació i en dona un altre com a resultat.

Hi ha dues classes de regles: les generals, o estàndard, i les particulars. Les primeres són comuns a tots els esquemes informacionals possibles i es poden definir d'una vegada -- per sempre. Les segones, en canvi, són particulars d'un esquema concret, i s'han de definir en aquest.

Una regla estàndard es pot contemplar a dos nivells. En el primer, la regla deriva un tipus d'informació, assignant el valor corresponent a cada una de les característiques -- d'aquest. Paral·lel a aquest nivell, n'hi ha un altre en el qual la regla deriva la classe corresponent, és a dir, totes les informacions d'aquells tipus. Poder dir que el primer nivell és el d'estructura, i el segon el de contingut.

En 6.1:6.5 presentem, als dos nivells, algunes de les regles estàndard del model; una -- relació més extensa es pot trobar a /2/. Cal tenir en compte que, en principi, el nombre

de regles no està limitat, i, per tant, és - possible definir-ne de noves.

Poden haver-hi dues o més regles, o sequèn-- cies d'aplicació de regles, que derivin ti-- pus d'informació diferents, però que aquests siguin semànticament equivalents (veure 5.4). En aquest cas, diem que hi ha una equivalèn-- cia semàntica entre elles. Si una equivalèn-- cia és vàlida per a tots els esquemes, l'anomenem general. En canvi, l'anomenem parti-- cular quan s'ha de definir en un esquema con-- cret. En 6.6 analitzem algunes de les equiva-- lències generals.

### 6.1 Composicions d'atribucions de propietat

Les regles de conjunció  $b=b_1 \wedge b_2$  i disjunció  $b=b_1 \vee b_2$  de taps deriven un nou tap  $b$  a par-- tir d'altres dos:  $b_1$  i  $b_2$ . La condició de de-- rivació és que  $S(b_1)=S(b_2)$  i les caracterís-- tiques de  $b$  seran:

$$S(b)=S(b_1)$$

$$N(b) = ("N(b_1) ") \left[ \begin{array}{c} "i" \\ "\emptyset" \end{array} \right] ("N(b_2) ") "$$

$$D(b) = D(b_1) \left[ \begin{array}{c} \wedge \\ \vee \end{array} \right] D(b_2)$$

En el càlcul de  $D(b)$  cal tenir en compte que  $D(b_1) \left[ \begin{array}{c} \wedge \\ \vee \end{array} \right] e = D(b_1)$ .

Observi's que hem introduït parentesis en --  $N(b)$  a fi que no es puguin originar confu-- sions en els casos d'aplicació múltiple d'a-- questes regles. Però en podríem prescindir - en els casos simples o no ambigus.

Al nivell de contingut:

$$B = B_1 \wedge B_2 = \{ \langle e^i, p \rangle \mid \langle e^i, p_1 \rangle \in B_1 \wedge \langle e^i, p_2 \rangle \in B_2 \}$$

essent  $P(b_1 \wedge b_2) = p$ ,  $P(b_1) = p_1$  i  $P(b_2) = p_2$ . Es - definiria semblantment  $B_1 \vee B_2$ .

La regla de negació  $b = \neg b_1$  deriva un tap  $b$  a partir d'un altre  $b_1$ :

$$S(b) = S(b_1)$$

$$N(b) = "NO" N(b_1)$$

$$D(b) = D(b_1)$$

Amb:

$$B = \neg B_1 = \{ \langle e^i, p \rangle \mid \langle e^i, p_1 \rangle \notin B_1 \wedge \langle e^i, p_2 \rangle \in B_2 \}$$

QÜESTIÓ - v.2, n°4 (desembre 1978)

essent  $b_2 = D(b)$ .

### 6.2 Projecció d'una atribució d'objecte

Si  $a = \langle e_1, q, e_2 \rangle$  és un tao i  $b = \langle e_1, p \rangle$  és un -- tap, la regla  $\text{Proj}[\underline{a}, \underline{b}]$  deriva un tap --  $b' = \langle e_2, p' \rangle$ , essent  $p'$  una propietat que és - satisfeta per les entitats objecte de  $\underline{a}$ , el subjecte de les quals -segons  $a$ - satisfà  $p$ .

Eventualment,  $b = \epsilon$ , en el qual cas podem es-- criure  $\text{Proj}[\underline{a}]$ . Llavors la propietat  $p'$  és - satisfeta per les entitats objecte que són - atribuïdes una o més vegades per  $\underline{a}$ . Cal que  $\text{Exh}(a) = \text{no}$ , ja que en cas contrari  $p'$  seria - satisfeta per totes les entitats de tipus  $e_2$ .

Direm que  $b' = \text{Proj}[\underline{a}, \underline{b}]$  essent:

$$S(b') = 0(a)$$

$$D(b') = R(a)$$

$$N(b') = "ES" ("EL" \mid "LA") N(a) ("D'ALGUN" \mid "D'ALGUNA") N(e_1) \left[ \begin{array}{c} "QUE" \\ N(b) \end{array} \right]$$

S'empra "EL" o "LA" segons el valor de  $G(a)$  i s'empra "D'ALGUN" o "D'ALGUNA" segons el - valor de  $G(e_1)$ . El fragment opcional no s'in-- clou si  $b = \epsilon$ .

Hem anomenat "projecció" a aquesta regla per-- què quan  $b = \epsilon$  és la paral.lela, en el model in-- formacional, de l'operació algèbrica del mateix nom en el model relacional, introduïda per - Codd /6/, /7/. En el nostre cas, projectem - sobre l'objecte de l'atribució, eliminant el subjecte.

Exemples:

$$a = \langle \text{viatge}, \text{destí}, \text{ciutat} \rangle$$

$$\text{Proj}[\underline{a}] = \langle \text{ciutat}, \text{és el destí d'algun viatge} \rangle$$

$$b = \langle \text{viatge}, \text{és llarg} \rangle$$

$$\text{Proj}[\underline{a}, \underline{b}] = \langle \text{ciutat}, \text{és el destí d'algun viat-- ge que és llarg} \rangle$$

A nivell de contingut tenim:

$$B' = \{ \langle e_2^i, p' \rangle \mid \vee e_1^j (\langle e_1^j, q, e_2^i \rangle \in A \wedge \langle e_1^j, p \rangle \in B) \}$$

### 6.3 Composició d'una atribució d'objecte amb una de propietat

Si  $a = \langle e_1, q, e_2 \rangle$  és un tao i  $b = \langle e_2, p \rangle$  és un --

tap, la regla  $a*b$  deriva un tap  $b'=\langle e_1, p' \rangle$ , essent  $b'$  una propietat que és satisfeta per les entitats  $e_1^i$  l'objecte de les quals -se-gons a- satisfà  $p$ .

Direm que  $b'=a*b$  essent:

$S(b')=S(a)$   
 $D(b')=D(a)$   
 $N(b')=V(a) \text{ ( ("UN"|"UNA") | ("UNS"|"UNES") )}$   
 $N(e_2) \text{ "QUE" } N(b)$

S'aplica la primera opció si  $e_2$  no és una -- quantitat i la segona si ho és. Dins de cada opció s'empra el valor que correspon a  $G(e_2)$ .

Exemple:

$a=\langle \text{viatge, destí, ciutat} \rangle$  amb  $V(a)=$  es a  
 $b=\langle \text{ciutat, és industrial} \rangle$   
 $a*b=\langle \text{viatge, és a una ciutat que és industrial} \rangle$

A nivell de contingut, tenim que:

$B'=\{ \langle e_1^i, p' \rangle | \vee e_2^j (\langle e_1^i, q, e_2^j \rangle \in A \wedge \langle e_2^j, p \rangle \in B) \}$

#### 6.4 Composició d'atribucions d'objecte

La composició de taos és una regla que per-- met d'obtenir un tao a partir de dos taos -- tals que l'objecte del primer és igual al -- subjecte del segon. Així, per exemple, si  $a'$  atribueix a cada compra el producta comprat i  $a''$  atribueix a cada producte el seu preu, llavors  $a=a'*a''$  es el tao que atribueix a ca da compra el preu del producte comprat.

La definició formal és la següent. Si  $a_1$  i  $a_2$  són dos taos tals que  $S(a_2)=O(a_1)$ , llavors  $a=a_1*a_2$  és un tao amb les següents ca-- racterístiques ( $e=EO(a_1)$ ):

$S(a)=S(a_1)$   
 $O(a)=O(a_2)$   
 $N(a)=N(a_2) \text{ "DE" ( ("EL"|"LA") | ("ELS"|"LES") )}$   
 $N(e) \text{ } N(a_1)$   
 $G(a)=G(a_2)$   
 $V(a)=V(a_1) \text{ ( ("UN"|"UNA") | ("UNS"|"UNES") )}$   
 $N(e) \text{ "QUE" } V(a_2)$   
 $D(a)=a_1 * D(a_2)$   
 $R(a)=R(a_2)$   
 $\text{Inj}(a)=\underline{\text{si}}$  si  $\text{Inj}(a_1)=\underline{\text{si}} \wedge \text{Inj}(a_2)=\underline{\text{si}}$   
no en cas contrari  
 $\text{Exh}(a)=\underline{\text{si}}$  si  $\text{Exh}(a_1)=\underline{\text{si}} \wedge \text{Exh}(a_2)=\underline{\text{si}}$

no en cas contrari

En l'obtenció de  $N(a)$  i  $V(a)$  s'empra la pri-- mera opció si  $e$  no és una quantitat i la se-- gona si ho és. Dins de cada una d'elles s'em-- pra la forma masculina o femenina segons el valor de  $G(e)$ .

Exemples:

$a_1=\langle \text{viatge, destí, ciutat} \rangle$   
 $a_2=\langle \text{ciutat, país, país} \rangle$   
 $a_1*a_2=\langle \text{viatge, país de la ciutat destí, país} \rangle$   
 $a_3=\langle (\text{persona, dia}), \text{sou, pessetes} \rangle$   
 $a_4=\langle \text{pessetes, nivell, categoria} \rangle$   
 $a_3*a_4=\langle (\text{persona, dia}), \text{nivell de les pessetes}$   
 $\text{sou, categoria} \rangle$

A nivell de contingut tenim que:

$A=\{ \langle e_1^i, q, e_3^j \rangle | \vee e_2^k (\langle e_1^i, q', e_2^k \rangle \in A_1 \wedge \langle e_2^k, q'', e_3^j \rangle \in A_2) \}$

#### 6.5 Agregació d'atribucions d'objecte

Aquesta permet derivar un tao  $a'$  a partir de:

- un tipus d'agregat  $e$
- un tao  $a$ , tal que:
  - .  $S(a)=S(e)$
  - .  $O(a)$  és una quantitat referenciada amb -- noms propis
- Un operador de tuple  $\underline{o}$

essent  $a'=Oag[\underline{e}, a, \underline{o}]$ .

El funcionament de la regla es pot explicar fàcilment amb un exemple. Sigui  $a=\langle \text{factura, valor, pessetes} \rangle$ ; sigui  $e$  un tipus d'agregat corresponent al conjunt de les factures fe-- tes a un client durant un cert any, i sigui  $\underline{o}$  un operador que calcula el total d'un tu-- ple de valors. Llavors  $a'=Oag[\underline{e}, a, \underline{o}]$  serà un tao tal que cada una de les seves aos repre-- sentarà el total dels valors de les factures fetes a un client durant un any. Vegi's la - fig. 2.

L'operador  $\underline{o}$  actua sobre quantitats, referen-- ciades amb noms propis. El resultat és una -- entitat del mateix tipus, i amb la mateixa -- referència. Designarem amb  $N_m(o)$  i  $N_f(o)$  els noms masculí i femení de l'operador, en sin-- gular.

Segons això, les característiques de  $a'$  són:

- ES( $a'$ )=e
- RS( $a'$ )=RP(e)
- O( $a'$ )=O(a)
- N( $a'$ )=" ( N(a) ) " ( $N_m(o) | N_f(o)$ )
- G( $a'$ )=G(a)
- D( $a'$ )=e
- R( $a'$ )=e
- Inj( $a'$ )=Exh( $a'$ )=no

on el valor assignat a les quatre últimes ca-  
racterístiques és arbitrari, però concorda -  
amb les situacions reals. Es prendrà  $N_m(o)$  o  
 $N_f(o)$  segons el valor de G(a).

Podrien definir-se un nombre considerable --  
d'operadors. Els d'ús més general són TOTAL,  
MÀXIM, MÍNIM, MITJA, MODAL.

S'ha indicat abans que l'operador actúa so--  
bre un tuple, ja que interessa diferenciar--  
lo d'un conjunt. En efecte, en el seu sentit  
matemàtic, un conjunt no pot tenir elements  
repetits i, per tant, no seria possible obte--  
nir els totals, etc., si l'operador s'apli--  
qués sobre conjunts. Cal, doncs, fer aquest  
matís.

A nivell de contingut, si  $a = \langle e_1, q, e_2 \rangle$ , tin--  
drem:

$$A' = \{ \langle e^i, q', e_2^j \rangle | O(T(a, \{e_1^1 | \langle e_1^1, \text{agregat}, e^i \rangle \in AP(e)\})) = e_2^j \}$$

entenent per T(a,C) una operació que ens dóna  
el tuple d'entitats objecte de  $a$  tals que  
el seu subjecte pertany al conjunt C.

### 6.6 Equivalències semàntiques generals

Com hem dit anteriorment, hi ha una equiva--  
lència semàntica entre dues regles, o seqüèn--  
cies d'aplicació de regles, quan deriven ti-

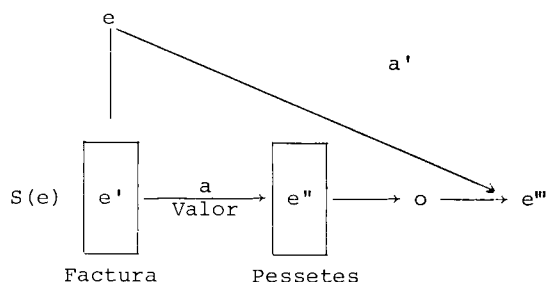


Fig. 2.  
Esquema agregació atribucions d'objecte

pus d'informació diferent, però semànticament  
equivalents (veure 5.4). Les diferències en--  
tre els tipus radiquen en els noms (propie--  
tat o atribut), i les equivalències estable--  
ixen, de fet, relacions de sinonímia entre -  
ells.

A continuació deriven sis equivalències d'a--  
questes, incloent-hi l'explicació en els cas--  
sos no trivials.

$$ES.1 \ b_1 \wedge b_2 \equiv b_2 \wedge b_1$$

$$ES.2 \ a * (b_1 \wedge b_2) \equiv a * b_1 \wedge a * b_2$$

$$ES.3 \ Proj[\bar{a}, a * b] \equiv b \quad \text{si } b \rightarrow R(a)$$

Prova:

Si fem  $b = Proj[\bar{a}, a * b]$ ,  $b' = a * b$  i  
 $a = \langle e_1, q, e_2 \rangle$ , tenim que

$$(1) \ B = \{ \langle e_2^i, p \rangle | \forall e_1^j (\langle e_1^j, q, e_2^i \rangle \in A \wedge \langle e_1^j, p' \rangle \in B') \}$$

$$(2) \ B' = \{ \langle e_1^k, p' \rangle | \forall e_2^l (\langle e_1^k, q, e_2^l \rangle \in A \wedge \langle e_2^l, p \rangle \in B) \}$$

Sostituïnt (2) en (1) i tenint en compte  
que ha d'ésser  $e_2^l = e_2^i$

$$B = \{ \langle e_2^i, p \rangle | \forall e_1^j (\langle e_1^j, q, e_2^i \rangle \in A \wedge \langle e_2^i, p \rangle \in B) \}$$

i com que  $b \rightarrow R(a)$  resulta que  $b = B$ .

$$ES.4 \ Proj[\bar{a} * a_1, a * b] \equiv Proj[\bar{a}_1, b] \quad \text{si } b \rightarrow Proj[a]$$

Prova:

$$Fem \ b_1 = Proj[\bar{a} * a_1, a * b], \quad b_2 = Proj[\bar{a}_1, b],$$

$$a = \langle e_1, q, e_2 \rangle, \quad b_3 = a * b, \quad a_2 = a * a_1 \quad \text{i} \\ a_1 = \langle e_2, q', e_3 \rangle$$

$$B_1 = \{ \langle e_3^i, p_1 \rangle | \forall e_1^j (\langle e_1^j, q_2, e_3^i \rangle \in A * A_1 \wedge \langle e_1^j, p_3 \rangle \in A * B) \} \\ = \{ \langle e_3^i, p_1 \rangle | \forall e_1^j (\forall e_2^k (\langle e_1^j, q, e_2^k \rangle \in A \wedge \langle e_2^k, q_1, e_3^i \rangle \in A_1) \wedge \forall e_2^r (\langle e_1^j, q, e_2^r \rangle \in A \wedge \langle e_2^r, p \rangle \in B)) \}$$

com que cal que  $e_2^k = e_2^r$  i essent  
 $b \rightarrow Proj[a]$ , resulta

$$B_1 = \{ \langle e_3^i, p_1 \rangle \mid \forall e_2^k (\langle e_2^k, q_1, e_3^i \rangle \in A_1 \wedge \langle e_2^k, p \rangle \in B) \} = B_2$$

ES.5  $a * \text{Proj}[\bar{a}, \bar{b}] \wedge b \exists b$  si  $b \rightarrow D(a)$

Prova:

$$\text{Fem } b_1 = a * \text{Proj}[\bar{a}, \bar{b}] \wedge b, a = \langle e_1, q, e_2 \rangle \text{ i } b_2 = \text{Proj}[\bar{a}, \bar{b}]$$

$$B_1 = \{ \langle e_1^i, p_1 \rangle \mid \forall e_2^1 (\langle e_1^i, q, e_2^1 \rangle \in A \wedge \langle e_2^1, p_2 \rangle \in B_2) \wedge \langle e_1^i, p \rangle \in B \}$$

$$B_1 = \{ \langle e_1^i, p_1 \rangle \mid \forall e_2^1 (\langle e_1^i, q, e_2^1 \rangle \in A \wedge \forall e_1^k (\langle e_1^k, q, e_2^1 \rangle \in A \wedge \langle e_1^k, p \rangle \in B) \wedge \langle e_1^i, p \rangle \in B) \}$$

Si fem  $e_1^k = e_1^i$  resulta

$$B_1 = \{ \langle e_1^i, p_1 \rangle \mid \forall e_2^1 (\langle e_1^i, q, e_2^1 \rangle \in A) \wedge \langle e_1^i, p \rangle \in B \}$$

i com que  $b \rightarrow D(a)$ ,  $B_1 = B$

ES.6 Si  $a = \langle e_1, q, e_2 \rangle$  amb  $D(a) = e$ ,  $i b = \langle e, p \rangle$ ,  $i e$  és agregat, amb  $S(e) = S(a)$  i  $\text{Part}(e) = \{a\}$  i  $D(e) = b$

$$\langle e \rangle \equiv \text{Proj}[\bar{a}, \bar{b}]$$

Explicació:

Farem l'explicació a partir d'un exemple, fàcilment generalitzable. Sigui  $a = \langle \text{compra}, \text{comprador}, \text{client} \rangle$  i  $b = \langle \text{compra}, \text{val més de 1.000 pessetes} \rangle$ . Llavors una ap del tipus  $\text{Proj}[\bar{a}, \bar{b}] = \langle e_2, p \rangle$  es pot representar amb frases com "El client x és comprador d'alguna compra que val més de 1.000 pessetes" o "El client x ha fet alguna compra de més de 1.000 pessetes de valor", etc.

Per altra banda, l'afirmació d'existència de l'agregat  $e$  amb  $\text{Part}(e) = \{a\}$ , segons hem indicat a 5.1, es pot representar amb "El comprador x fa una o més compres de més de 1.000 pessetes" o "Existeix alguna compra de més de 1.000 pessetes feta pel comprador x", etc. -- Ambdós casos, doncs, donen lloc a expressions que apunten al mateix coneixement, raó per la qual hi ha una equivalència.

## 7. CONCLUSIONS

Després d'haver descrit, en els apts. precedents, el model informacional, val la pena fer-ne una valoració analitzant la seva aportació en funció de les característiques que hem esmentat a l'apt. 1.

En primer lloc hi ha la precisió. El nostre model és precís almenys per dues raons. Primer, perquè tots els tipus d'informació són elementals. Això està en la línia del que -- han recomanat alguns autors, /8/, /9/, en el sentit que al model conceptual només s'haurien de considerar estructures elementals, -- no descomponibles, a fi de guanyar en claredat i precisió.

L'altre factor que contribueix a la precisió és que cada un dels elements del model té -- una significació clara i prou precisa. Així, la diferència entre objectes, quantitats, esdeveniments i agregats contribueix a clarificar que significa una entitat concreta; en el nostre model, per exemple, no hi ha ambigüitat entre el "dia 10" i "10 dies". Igualment, la introducció del concepte "referència" elimina imprecisions possibles en altres models; per exemple "El venedor de la comanda que fa el client A el dia B és la persona responsable del projecte C" és una relació entre una comanda i una persona, i no entre un client, un dia i un projecte, -- com seria en els models que no tenen referències.

Per altra banda, hem definit els esdeveniments, les aos i les aps en base als tipus de frases amb els quals es representen, per la qual cosa, la correspondència amb el llenguatge és clara i simple. A més, com que els tipus de frases que hem triat no són ambigus, tampoc ho són els elements corresponents.

És clar que aquesta claredat i precisió (i també es podria parlar de naturalitat) l'hem guanyada a costa, en part, de la simplicitat, tot i que no n'ha resultat un model massa -- complexe. Però aquesta perduda és, possiblement inevitable, atès el terreny en què ens movem: el llenguatge, la seva estructura, la semàntica, etc. no es poden reduir a un parell o tres de conceptes.

En canvi, podem afirmar que el model permet



establir algunes correspondències entre les informacions i la seva representació en el llenguatge natural. En /2/ hem definit una gramàtica, susceptible de millorament i ampliació, que fa la correspondència d'informació a llenguatge i permet la inversa. Però aquesta qüestió encara s'ha de treballar -- molt més.

De tota manera, hi ha possibilitats interessants -en aquest sentit- amb el model informacional, com ha vingut a confirmar-ho un treball recent de Sibuya et al. /12/, els quals, després de definir un model que té algunes semblances amb el nostre, l'han emprat amb èxit en un sistema d'accés, en llengua xinesa, a una base de dades.

Això permet d'intentar resoldre un problema present en altres sistemes d'accés, en llenguatge natural, a bases de dades -com els explicat a /13/, /14/- causat pel fet que el traductor de les qüestions en llenguatge natural al llenguatge del SGBD no pot treure profit de l'esquema de la base de dades. Per aquesta raó el traductor ha d'accedir a una gramàtica complexa i voluminosa, que es podria simplificar molt si el traductor accedís a l'esquema.

Pel que respecta a la capacitat de derivació hem de dir que el model permet la definició d'un nombre indeterminat de regles. Això no ha de sorprendre -quan es compara amb d'altres models que tenen un nombre finit d'operacions, ja que en el model informacional la definició d'un tipus d'informació qualsevol requereix la definició de noms (d'atribut, de propietat, d'entitat). I, en aquest aspecte, la riquesa del llenguatge ofereix diverses alternatives.

Normalment, els models es limiten a fer definicions constructives d'elements derivats; -és a dir, l'element derivat queda definit -- per la seqüència d'operacions que el construeix. En canvi, les regles del model informacional calculen el valor de les característiques dels elements derivats, raó per la qual s'obtenen definicions descriptives. Per tant, es poden fer definicions de les dues maneres.

En /2/ hem demostrat que existeix un algorisme que permet de passar d'una definició descriptiva a una constructiva. Per tant, el mo

del permet de fer l'anàlisi de la derivabilitat (o no) d'un cert tipus d'informació, a partir dels bàsics. De fet, aquest anàlisi també es pot fer a nivell de conjunts d'informació, qüestió que té interès també en el disseny lògic de sistemes d'informació.

Per últim, el model informacional permet -- d'establir algunes equivalències semàntiques, tal com hem demostrat a l'apt. 6.6. Això és més factible en el nostre model que en d'altres perquè hem aprofundit en les característiques dels tipus d'informació. Aquestes equivalències són especialment útils per l'anàlisi de la derivabilitat de conjunts d'informació.

## 8. RECONeixEMENTS

Agraïixo als meus companys Rafael Andreu i Felix Saltor, de la Facultat d'Informàtica de la UPB, els comentaris i les observacions que varen fer a una primera versió d'aquest article.

## 9. BIBLIOGRAFIA

- /1/ ANSI. "Interim Report Study Group on DBMS". ANSI/X3/SPARC DBMS Study Group. -- Febrer 75.
- /2/ OLIVE, A. "Una àlgebra informacional per al disseny lògic de sistemes d'informació". Tesi Doctoral. UPB. 1978.
- /3/ ECO, U. "La estructura ausente. Introducció a la semiòtica". Ed. Lumen. Barcelona. 1978.
- /4/ NIJSSSEN, G.M. "A gross architecture for the next generation DBM". NIJSSSEN (ed.) "Modelling in DBMS". North-Holland, 1976.
- /5/ SUNDGREN, B. "Theory of data bases". Petrocelli. USA. 1975.
- /6/ CODD, E.F. "A relational model of data for large shared data banks". Comm. ACM, vol. 13, n. 6, Junio 1970.
- /7/ CODD, E.F. "Relational completeness of data base sublanguages en DBS". New York, Prentice-Hall, 1971.

- /8/ SENKO, M.E. "Data structures and data accessing in DBS. Past, present and future" IBM Systems Journal, nº 3, págs. 208-257.
- /9/ FALKENBERG, E. "Concepts for modelling - information". NIJSSEN (ed.). "Modelling ind DBMS". North-Holland. 1976.
- /10/ PIN-SHAN CHEN, P. "The entity-relationship model. Towards a unified view of data". ACM TODS, vol. 1, nº 1, Març 1976.
- /11/ DELOBEL, C. "Normalization and Hierarchical Dependencies in the relational data models". ACM TODS, vol. 3, nº 3, 1978.
- /12/ SIBUYA, M., FUJISAKI, T., TAKAO, Y. "Noun phrase model and natural query language" IBM Journal of research and development, vol. 22, nº 5, Setembre 1978.
- /13/ WALTZ, D.L. "An english language question answering system for a large relational database". Comm. ACM, vol. 21, nº 7, Juliol 1978.
- /14/ HENDRIX, G.G., SACERDOTI, E.D., SAGALOWICZ, D., SLOCUM, J. "Developing a natural language interface to complex data". ACM TODS, vol 3, nº 2, Juny 1978.
- 6) Observi's que al prendre, l'atribut, el nom fix "agregat" fa que les a' no siguin del tot correctes, ja que pot haver-hi -- més d'una AP(e) amb iguals subjecte i -- atribut. A efectes d'exposició, però, no inclourem aquí el mecanisme de correcció.

## 10. NOTES

- 1) Aquest article és un resum de la meua tesi, /2/, després d'haver-hi incorporat algunes millores i haver-hi fet algunes ampliacions.
- 2) Emprem aquí el concepte "codi" tal com el defineix Eco a /3/: és allò que associa un sentit a cada missatge i estableix -- equivalències entre sentits.
- 3) Tornarem sobre això a l'apt. 5.1.
- 4) Amb el  $\epsilon$  volem designar la propietat que és satisfeta per totes les entitats.
- 5) Només considerarem el cas de tipus de referència complets, és a dir, aquells que permeten referenciar totes les entitats de tipus  $E(r_1)$ . És interessant explorar els tipus de referència parcials, però no ho fem aquí.