

Tesi doctoral presentada per En/Na

Elisabet ROSA TRÍAS

amb el títol

**"Conceptes, tècniques i problemes de la
generalització cartogràfica"**

per a l'obtenció del títol de Doctor/a en

GEOGRAFIA

Barcelona, 25 de febrer del 2000.

Facultat de Geografia i Història
Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional



UNIVERSITAT DE BARCELONA



6. Conclusions

"It's not down in any map, true places never are"
H. Melville *Moby Dick*

En el canvi d'entorn, la generalització, com a part integrant del procés cartogràfic, ha hagut de replantejar-se tant els objectius com els processos utilitzats en l'elaboració del mapa tradicional. I el fet més important en aquest context és que el canvi tecnològic ha potenciat tant la participació de diferents disciplines tradicionalment distants, com la utilització d'una eina per part d'usuaris amb necessitats molt allunyades de les del llenguatge de comunicació cartogràfic.

6.1. El canvi d'entorn en el tractament de la informació geogràfica

Ara els SIG, comparteixen problemes i participen dels avantatges d'un camp més ampli corresponent als sistemes de tractament digital de la informació espacial. Això ha implicat, més que la simple adaptació de la cartografia a un entorn digital, la possibilitat de compartir tècniques i dades espacials amb altres disciplines, tradicionalment allunyades del camp de la geografia.

El canvi d'entorn, com assenyala Morrison, es pot caracteritzar per l'aparició d'un usuari, sense formació cartogràfica i que en desconeix el llenguatge. És un usuari que es caracteritza d'una banda per una manca de limitacions (Morrison, 1994:8), però que d'altra banda aporta maneres diferents de les convencionals en la visualització de la informació. Els mètodes de representació gràfica de les dades, anomenada "visualització científica" (Hearnshaw, Unwin, 1994), permet controlar-ne gràficament la seva validesa i qualitat, per facilitar-ne posteriorment el seu tractament. La manca de coneixements de la representació espacial de les dades, ara és vista com un impediment per comprendre el mapa. I és per aquesta raó que, en el procés de transformació de les dades en informació

i posteriorment en coneixement, s'intenta, ajudar l'usuari, enriquint les dades i automatitzant-ne el seu tractament,

El model de comunicació que ha estat la finalitat del mapa tradicional, és posat en dubte en la pràctica actual de la disciplina. S'ha qüestionat la neutralitat del cartògraf pel que fa a la codificació i l'assignació d'un ordre a les dades del món real. Entre les raons per fer-ho hi ha l'interès per posar el procés de transmissió de la informació per sobre de la precisió, tant mètrica com semàntica; i en segon lloc el d'imaginar l'usuari com un personatge passiu i interessat per una única faceta de la realitat. Woodward assenyala que el model de comunicació és una representació esquemàtica útil com a eina didàctica, però que no permet distingir el que és fonamental: la transmissió de coneixement i no pas la d'informació. La transmissió de dades i d'informació no suposa la transmissió de coneixement; així ho assenyala Woodward:

"A geographical information system contains data about the world, but real danger lies in assuming that a geographic information system is a synonymous with geographical knowledge." (Woodward, 1992:53)

La crítica a la cartografia tradicional prové principalment de l'escola americana, que s'ha desenvolupat més en la direcció psicofísica, a diferència de l'escola europea que ho ha fet a partir de la semiologia dels elements gràfics. El desconeixement per part de l'escola americana de l'obra de Bertin és un fet actualment conegut; Bertin escriu *La sémiologie graphique* el 1968 Bertin, 1973, però la traducció anglesa que es coneix és la de 1983.

Ara el mapa a més a més de permetre la comunicació entre el cartògraf i l'usuari, també vol donar diferents maneres de visualitzar i de representar les dades espacials; tot i que el mapa ha canviat, i ha passat de mapa imprès a mapa que visualitzem a la pantalla, aquest continua essent el producte últim del procés cartogràfic. Lee assenyala que el mapa ha estat i continua essent, el suport de la informació espacial (Lee, 1995:33), encara que més efímer.

El canvi en la diferent manera de concebre el mapa, ha suposat també un canvi en el procés cartogràfic i per tant en el mateix procés de generalització. Però en el nou procés d'elaboració del mapa, el procés de generalització, tot i haver estat deixat de banda en els seus inicis, és vist ara, com un punt clau en la compilació inicial de les

dades. Lagrange, membre pertanyent a l'IGN francès i a la comisió sobre generalització de la ICA, assenyala la importància que té la generalització, en el tractament de la informació espacial i en la derivació a partir d'una base de dades original, dels models de dades secundaris. També assenyala la importància de la generalització, en la integració de dades provinents de fonts diverses, on no és pas necessari fer correccions geomètriques, sino també d'integració semàntiques de les dades; i així permetre'n l'anàlisi espacial i el poder raonar a diferents escales. (Lagrange, Ruas, 1994 :1102).

Es considera que la generalització, és un procés mal estructurat, i difícil de formalitzar en un entorn de tractament digital. Fins ara la majoria de sistemes deixen a les mans de l'usuari la tria del procés de generalització, mitjançant l'aplicació d'operadors i algorismes que l'usuari pot trobar en les anomenades "llibreries de processos". El disseny del procés cartogràfic ha estat realitzat, en general, sense comptar amb el saber del cartògraf; si bé es cert que el procés cartogràfic tradicional és difícil de reproduir perquè és un procés de tipus holista.

La generalització és important en el nou procés cartogràfic ja que permet establir una visió reduïda de la realitat per així poder-la entendre la millor. Però si intentem transportar l'antic procés de generalització al nou entorn, ens trobem que en aquest entorn els objectius de comunicació que responen a una única finalitat, principalment basada en l'escala final del mapa, (l'escala tradicional definida en base a la seva representació mètrica) són insuficients. L'escala del mapa, tot i que es defineix com una relació mètrica, es demés una escala que conté fenòmens geogràfics de igual importància en el mapa mental, en base al que pensem un procés geogràfic.

Ara, passada una primera etapa consistent a enregistrar i convertir la informació d'analògica a digital, els sistemes d'informació geogràfica tenen la prioritat de permetre l'accés a les dades i aquest és el camp que correspon a l'anomenat tractament espacial de les dades "Spatial Data Handling". La integració de dades heterogènies seria un dels principals objectius de la generalització en un entorn digital; especialment necessària en l'actualitat, ja que la font que genera un major volum de dades és la corresponent als sensors remots. Hi ha una dificultat per integrar els processos de tractament d'aquest tipus de dades i els provinents del tractament cartogràfic. La diferència que hi ha entre les dades que procedeixen de la cartografia i les que ho fan de sensors remots suposa un

repte per la integració, ja que aquests dos tipus de dades es basen en concepcions de l'espai diferents. L'un és un espai de tipus continu on totes les coordenades i posicions són possibles; és representat per l'espai euclidià i és el més entenedor. En aquest cas l'espai i les seves propietats són característiques del lloc. El model que se l'hi contraposa és el de l'espai vist des d'un punt de vista kantianista, l'espai com a atribut dels objectes; com a contenidor d'aquests objectes. Aquesta és la concepció corresponent als models de tipus cel·la i vectorial, que impliquen una manera molt diferent d'estructurar les dades espacials, i de fer-ne el seu tractament analític posterior. Les diferents maneres de veure l'espai han estat una dificultat decisiva per al procés d'integració, tant com la definició d'escala que suposa una visió i l'altra de l'espai. Aquestes visions contraposades de l'espai recolzen sobre la geografia física com a ciència dels llocs i sobre la geografia humana com a ciència de l'espai, respectivament.

La comparació dels dos tipus d'escala en un espai i en l'altre ha fet veure la necessitat de definir una altra concepció de l'escala, que no separi la component geomètrica de la dels atributs dels objectes espacials digitals. Aquest fet és primordial a l'hora de geocodificar les entitats del món real, ja que té una repercussió posterior sobre el tipus d'anàlisi. Els geògrafs, quan mesuren un fenomen i el representen, ho fan a través d'un objecte digital primitiu: punt, línia, àrea i cel·la, que conservi al màxim les característiques del fenomen tal com és percebut en el món real, que conservi, per tant, la variabilitat espacial d'aquest i que a la vegada en permeti la representació i l'anàlisi.

La majoria de bases de dades geogràfiques es basen en models genèrics per representar els objectes digitals i es compilen a partir d'un procés de mesura on el contingut de la informació és caracteritzat segons els seus atributs. La selecció i definició dels objectes corresponents a fenòmens o processos geogràfics planteja, sense informació cartogràfica que permeti derivar-ne de nova, una qüestió: com decidim quins són els fenòmens que triem com a entitats per ser mesurats i inclosos en el model generalitzat del món real. Aquest model és específic per a cada aplicació, i se'ns fa més manifest en la sobreabundància de dades espacials existents en l'actualitat. La selecció dels fenòmens geogràfics, que en la cartografia tradicional sovint era donada "a priori", no és gens evident en la digital.

Dins del camp del SIG, s'ha fet evident que els models de dades no són els més

adequats per tractar la informació espacial, tant pel que fa a la manipulació de la informació com pel que fa a la relació amb l'usuari. El procés de comunicació entre la persona i la màquina es basa en l'esquema dels tres nivells dels sistemes, exposat per Peuquet, que procedeix del camp de l'enginyeria de programari (Peuquet, 1990:252). És la diferenciació entre el nivell d'estructura física de les dades i el seu esquema conceptual, important ja que respecta la independència de les dades relativament al programari. Els conceptes utilitzats per l'enginyeria de programari i els utilitzats en els SIG no coincideixen exactament, però sí que ho fan en qüestions bàsiques, com és la importància que es dona al disseny de la base de dades, que, com assenyala Frank:

"It seems very important that gis literature separates the concepts involved in a program from the mechanics of its implementation as a program. Such a separation has been advocated in a database design standard." (Frank, Mark, 1991:148)

Els models de dades més utilitzats per la generalització, ara, són de tipus jeràrquic, com els anomenats "strip o b-tree", on les tesel·les estructurades de manera jeràrquica, permeten l'adaptació de la resolució espacial, en funció de la densitat d'informació espacial. Tot i així, els models de dades són inadequats, i la incorporació dels sistemes orientats a l'objecte no ha estat ara per ara més que una promesa, i això fa que encara es mantingui de moment en els SIG, la gestió per de la informació gràfica, per una banda i la dels atributs dels objectes espacials, per l'altra.

Repensar les dades espacials i els processos geogràfics

La majoria de consultes i anàlisi que es fan en un SIG, es fan a partir del tractament de les característiques temàtiques, no mètriques, de la informació; per tant la manera que utilitzem de mesurar aquests atributs són decisius en el seu posterior processament. Un fenomen geogràfic es pot considerar una entitat de tipus probabilística, però en el moment en que els nostres sentits l'enregistren, el reduïxen a una unitat definida. Wigner, al 1962, assenyala que la mesura és un repte de la nostra consciència "probabilistic occurrences are replaced by definite occurrences when they enter consciousness" (cit Goertzel, 1993:153). Les característiques temàtiques dels fenòmens geogràfics són enregistrades segons la seva naturalesa en la base de dades seguint els nivells de mesura de Stevens (1946). Aquesta proposta innovadora en els anys 40 es feia en l'intent de trobar un sistema de mesura vàlid per a la comunitat

científica, que permetés la possibilitat de poder quantificar els estímuls recollits pels nostres sentits (Chrisman, 1998:232). Stevens proposa una solució allunyada de la vigent: enlloc de definir una mesura única, descriu quatre escales de mesura ordenades dels objectes, que en permeten posteriorment el seu tractament numèric. La cartografia incorpora els nivells de mesura més tard que la geografia; així ho fa Morrison (1977) quan combina els nivells de Stevens¹ amb les variables de Bertin. Més recentment MacEachren recull la discussió que suposa l'adopció dels nivells de mesura de Stevens i proposa repensar aquests nivells de mesura que són la base del tractament analític posterior.

“One lesson must be borne in mind: the measurement scale by itself does not guarantee a meaningful result following a particular procedure. [...] Even for a simple addition we need to know more than the scale about the spatial component and the temporal component as well. Thus we must abandon Steven's nominalism; the measurement operation cannot be ignored, but the number scales alone are not enough.” (Chrisman, N. R., 1998:237)

També per Chrisman, l'adopció dels nivells de mesura de Stevens, fa que el tractament dels objectes espacials, a través del seu component temàtic, com a únic nivell de mesura, sigui del tot insuficient; i es manifesta favorable a adoptar un nou sistema de mesura.

La pretensió actual en el camp de la generalització es centra en l'intent d'automatitzar els processos manuals a partir de bases de dades a l'escala més gran, per derivar-ne models de dades específiques, segons el tipus d'anàlisi que es vulgui fer. Les bases de dades originals són les que tenen un grau de correcció i un nivell de detall majors, la “multipurpose cadaster database” hauria de permetre que en derivessin, per generalització, tots els posteriors models de dades. En teledetecció, sempre es recorre a les dades originals per el seu processament, cosa que no és fa en cartografia. La primera a establir un model de dades original a partir del qual s'en podia derivar la resta de models secundaris de menor resolució, va ser l'escola de Hannover. En la cartografia tradicional, la compilació de les dades per fer un nou mapa, no sempre es feia, a partir de les dades recollides directament al camp, sinó a partir de mapes d'escala i de resolució espacial més gran. A diferència de les utilitzades en la cartografia tradicional, les bases

¹ L'autoria dels nivells s'atorga moltes vegades a d'altres autors com Siegel o Wright

de dades de les quals hem de derivar la informació no han estat confeccionades amb una finalitat determinada i no tenen una escala de compilació.

A més a més, perquè puguin ser utilitzades per diferents usuaris provinents de camps diversos, és necessari que siguin independents de les aplicacions i dels programaris. Per automatitzar el procés de generalització hem de poder facilitar el tractament de les dades, i per aconseguir-ho, hem de comptar amb dades “enriquides” que continguin més informació de tot tipus; o hem de poder treballar amb programes que facilitin la relació amb l’usuari. Aquests programes han de poder tractar qüestions complexes i l’ambigüitat del llenguatge parlat de manera que l’usuari faci consultes, partint del seu llenguatge.

El preprocessament en el model de les dades és, tal com assenyala Muller (Muller, 1989), el principal procés en què el cartògraf s’ha d’implicar, ja que, d’això, en depenen les possibilitats de tractament analític posterior; la cartografia manual aconseguia fer un tractament de la informació, però ho feia a través de manipulant les representacions simbolitzades de les dades.

Grau de correcció i nivell de detall de les diferents resolucions analítiques

En l’entorn digital ens podem alliberar de la preocupació de la cartografia tradicional per simbolitzar la informació i conservar-ne alhora la precisió mètrica. Les mesures no es fan sobre les representacions que veiem per pantalla sinó a partir dels atributs locatius de la base de dades. Definim el grau de correcció i el nivell de detall en funció del tipus d’anàlisi i no de les necessitats de la seva representació.

És necessari repensar les dades i, com assenyala Nieman,

“Map accuracy: what is it, who needs it, and how much is enough”
[Nieman, 1988 #569]:450

El grau de correcció suposa un encariment del procés, i per tant saber decidir quin és el nivell de precisió necessari per a un tipus d’aplicació determinat. Actualment hi ha la possibilitat de seguir el processament de la derivació de les dades, a partir de les dades originals, a través del que s’anomena el metallinatge. Aquesta possibilitat d’anar endarrere i de saber el grau de correcció inicial de les dades del model generalitzat és de gran importància, ja que permet seguir el seu processament, de manera que podem dir que quan parlem de l’escala de les dades, fem referència al llinatge d’aquestes dades.

La compilació de les dades en l'absència d'escala

El processament de les dades en l'entorn digital ha de comptar amb un disseny eficient de les dades espacials, que permeti desenvolupar els diferents nivells d'abstracció i que reculli els esquemes de fluxos que han de seguir, per una banda, l'esquema conceptual i per l'altra l'esquema lògic.

La generalització té per missió, el permetre un accés a les dades i facilitar-ne l'anàlisi, i això ha de fer-ho en el que s'anomena el model de dades i no pas en el model cartogràfic, ja que l'accés a l'anàlisi es decideix en el pas del món real als objectes digitals espacials. Partint d'aquests objectes digitals corresponents a les entitats, fenòmens o processos del món real, analitzem les dades, les visualitzem, i passem posteriorment a representar-les en "format cartogràfic", com és anomenat per McMaster (McMaster et al., 1997:172).

Escala i resolució estan fortament lligades i sovint es confonen: especialment el concepte d'escala, en el context de la integració de dades espacials heterogènies, s'ha considerat normalment que feia referència a l'àrea que cobreix la zona d'estudi o observació; la resolució, en canvi, s'ha relacionat amb la unitat mínima. La resolució i l'escala per dur a terme l'anàlisi pot ser expressada com a coeficient de variació espacial; i en l'àmbit dels estudis socioeconòmics les anomenades "small areas" o àrees mínimes d'anàlisi, substitueixen la resolució espacial i el grau de detall.

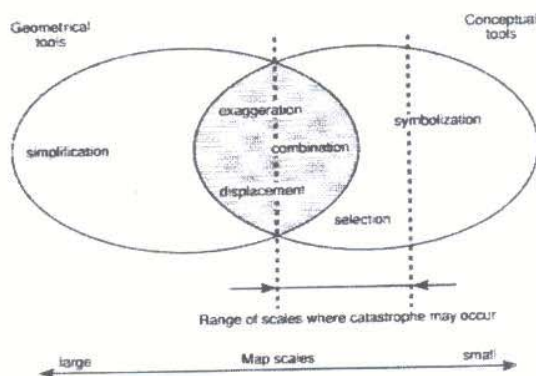
La manca d'una escala de referència és una realitat en les bases de dades; l'escala, en el procés cartogràfic, era un fil conductor per elaborar el mapa, mentre que, en l'entorn digital, el fet de desconèixer-la desconeixement ens pot portar a digitalitzar les dades de nou, a partir de fonts cartogràfiques i d'escala coneguda, abans d'intentar acomodar les bases de dades existents a les finalitats desitjades. La manca d'escala i el problema que això suposa, se'ns planteja de manera més clara si considerem les imatges provinents de la teledetecció. En aquestes imatges, ja no és tan sols l'escala de compilació la que hi falta, sinó també la mateixa selecció dels objectes espacials construïts a partir de les classificacions basades en les seves signatures espectrals.

Quan intentem formalitzar el procés de generalització en l'entorn digital, s'evidencia que el que en la cartografia tradicional es defineix com escala mètrica, és en realitat l'escala conceptual, la mateixa que utilitzem quan "pensem visualment" i

construïm el mapa mental; i també és l'escala de tipus conceptual la que permet, en realitat, al cartògraf tradicional fer l'enquadrament de l'àrea d'anàlisi. Aquesta escala conceptual en la qual es basa l'anàlisi, es troba a un nivell alt d'abstracció; mentre que l'escala mètrica, es trobaria a un nivell d'abstracció més baix. Quan intentem generalitzar les dades segons la seva resolució espacial, ho fem a una escala propiament mètrica, tot i que voldríem fer-ho a un nivell més alt d'abstracció, estem intentant integrar nivells d'abstracció diferents.

Nyerges assenyala, a diferència del que creuen Brassel i Weibel: de que la reducció de detall encara que es faci sota control estadístic, no es suficient per assegurar-ne la pèrdua de sentit i per tant d'informació (Nyerges, 1991:64). I afegeix que el procés de generalització ha de poder comptar amb conservar a més a més el sentit semàntic durant els successius processos de transformació dels models de les dades.

Així mateix assenyala Muller, que la derivació de les dades, a partir de les seves resolucions espacials, en d'altres que conceptualment tinguin sentit, (Muller, 1991: 467), ens porta a el que anomena el "catastrophic approach": el punt de trencament on l'objecte espacial deixa de tenir sentit. El punt de trencament al qual es refereix Muller, es un punt conceptual i no mètric com ho era en el model de Rastajski.



El model de generalització de Rastajski la va fer a partir de l'observació en les sèries de mapes dels salts en la representació gràfica d'un objecte, molt abrupta moltes vegades. L'aproximació "catastròfica" correspon a la diferent representació a determinats nivells "catastròfics" que en el canvi d'escala fa que la representació gràfica sigui totalment diferent. El model conceptual de Rastajski (1967) (cit McMaster, Shea, 1992:21) publicat com "Phénomènes des points de generalisation" identifica entre dos processos fonamentals. El primer correspon al procés quantitatiu de generalització,

consistent en una reducció gradual del contingut del mapa depenent de la escala; en segon lloc al procés qualitatiu de generalització, que prové de la transformació de les formes elementals de simbolització a formes més abstractes.

La conseqüència d'aquest és que per derivació de les resolucions espacials dels objectes espacials no podem aconseguir contextos on els fenòmens o processos geogràfics tinguin sentit. Quan ens referim a bases de dades sense escala, ho fem a dades que estan recollides per la topografia o fotogrametria i on té més sentit parlar de precisió, grau de correcció i resolució que no pas d'escala, ja que fora de la representació sobre paper l'escala no té cap sentit, i així ho assenyalava el grup generalització de l'ICA.

Una altra conseqüència de la impossibilitat de derivar informació a diferents escales a partir de les dades originals, és que, tal com va passar en l'entorn digital, s'han tractat els objectes espacials, a través de l'aplicació d'operacions de manera aïllada. Les relacions entre els elements, que tenen sentit dins d'un mateix espai conceptual, no les podem crear a partir de les resolucions espacials aïllades dels objectes espacials. El que aconseguim és treure els fenòmens geogràfics o processos del seu espai contextual i de l'espai conceptual dins del que tenien sentit, i no és gens clar que un mateix fenomen tingui sentit en un altre espai a través de la transformació de la seva resolució espacial. Johnson fa referència a la dificultat, més general per tots els que utilitzen dades i la dificultat existent en el mostreig, per poder identificar quins són els contextos i elements rellevants; la generalització ha de permetre captar la relació existent entre la realitat i la seva dependència del context, així com la integració d'escales espacials per la comprensió geogràfica;

"[...] empirical occurrences (and related generalizations) are contingent, conditional, and/or contextualized; [...] all spatial scales from local to global are operant, whether the subject of study is local, global, or somewhere in between; and therefore [we] must consider factors at all levels of spatial aggregation and their interaction with one another" (Brown, 1999:19)

El procés de generalització, ha de poder facilitar la integració de dades, i si ho fem només tenint en compte la seva resolució espacial, estem fent una integració que es troba a un baix nivell d'abstracció. El que ens interessa és poder integrar no pas les dades, sinó la informació espacial, a través de la integració de les diferents vistes de la

base de dades. Fem aquesta integració d'alt nivell d'abstracció basant-nos en l'escala d'anàlisi i el nivell de detall necessaris per a una determinada aplicació; el nivell de detall i la resolució permeten relacionar un alt nivell i un baix nivell d'abstracció. La dificultat per fer correspondre resolució espacial i el nivell de detall es pot veure en el camp de la teledetecció, en què d'una banda disposem del poder de resolució dels sensors, i de l'altra podem decidir el nivell de detall que ens exigeix un tipus d'anàlisi. La resolució espacial i el nivell de detall s'han de poder fer coincidir calibrant el poder de resolució: no ens interessa disposar d'una resolució espacial massa alta ni massa baixa sinó de la més ajustada per a una finalitat.

Si intentem automatitzar aquest procés a través de la generalització, veiem que és el reconeixement de les entitats corresponents als fenòmens geogràfics el pas que fa indispensable la intervenció humana. En el camp de la teledetecció, les persones reconeixen les entitats pels seus patrons espectrals, (o per mitjà de l'anàlisi dels components principals o altres tècniques estadístiques), i en la cartografia, les persones també reconeixen les entitats pels seus patrons de variabilitat espacial; la substitució de la persona en la selecció i reconeixement de les entitats espacials és encara difícil d'automatitzar. Les tècniques estadístiques serveixen per decidir quins són els elements que presenten unes condicions millors per ser escollits, però no és cap procés fàcilment automatitzable. La neutralitat o no dels fenòmens que triem de la realitat ha estat causa de divergència entre l'escola americana i l'europea; dins de l'escola americana fins i tot es creia que la selecció era externa al procés de generalització, ja que es donava per fet que les entitats existeixen a priori en el món real; els cartògrafs més joves com McMaster són de l'opinió que, com que no hi ha cap procés de transformació, la selecció no s'ha de considerar part integrant de la generalització. L'escola europea ha considerat que la selecció forma part del procés cartogràfic, ja que incideix de manera fonamental en els resultats finals.

Muller, en la representació de les escales possibles coincideix, amb el que havia dit Lacoste (Lacoste, 1977) sobre aquestes escales: si representem sobre un eix les resolucions que pot adoptar un objecte espacial, no tots els plans que es poden formar al llarg d'aquest eix representen plans que permetin una continuïtat conceptual, tot i que sigui possible obtenir-los per derivació geomètrica. Un objecte digital té "sentit" en un

pla, en funció de les relacions que estableix amb els altres objectes espacials (en el món real), i la inclusió que permet la integració d'un nou element dins d'un pla, si la fem només amb la conversió numèrica de la seva resolució espacial, probablement comporti un canvi de les seves relacions amb els objectes en un nou espai. Tobler assenyalava ja en els anys 60', que l'escala a què es pot analitzar un fenomen es troba dins d'un rang restringit de valors "possibles". També assenyalava que el poder de resolució o grau de detall s'obté en relació amb una resolució determinada i que és aquesta la que determina l'interval de mostratge. Això té com a conseqüències que en la recollida de dades:

" Spatial resolution in the earth sciences has long been recognized as being closely related to the sampling interval. [...] it implies that one must know the spatial size of the features in which one is interested before one starts to collect data. And one cannot expect a collection of data to be suitable to all kinds of problems. Furthermore, one must recognize the existence of "invisible" phenomena and must also recognize the aliasing effects which result from the spatial size of the sampling interval." (Tobler, 1988:134)

Tobler té el mèrit de ser dels primers geògrafs amb una bona base matemàtica que formula el problema de la resolució i derivació de models amb una resolució més petita un d'inicial i que ho fa referint-se tant al model espacial de cel.la a través d'un filtratge com al model vectorial.

De fet, moltes vegades més que intentar saber les escales a què succeeixen certs fenòmens, ens interessa, poder comparar dues bases de dades entre si. En la cartografia tradicional aquesta comparació és immediata si ens mantenim en una mateixa sèrie de mapes. Podem considerar doncs que l'escala del mapa és més que una mera referència mètrica, és l'escala de l'espai geogràfic "enquadrat" on definim els fenòmens o processos geogràfics i les seves relacions.

La desaparició del mapa base, que no és la base temàtica, en l'elaboració actual del mapa no ha estat suplida per un context que permeti llegir extraure la informació de manera semblant. No sembla pas que la reducció de la quantitat d'informació sigui cap al·licient, ja que no permet llegir ni extraure millor aquesta informació també mes reduïda. En la cartografia tradicional l'elaboració del mapa base era complexa i, com assenyalava Burrough, (Burrough, 1986:157) aquest mapa seria un contenidor d'elements de diferents graus d'abstracció.

6.2 Un processament de la informació semblant a la nostra manera de pensar

La generalització ha estat deixada de banda als inicis del tractament digital de la informació espacial, en part perquè semblava que pertanyenia al procés cartogràfic manual que només tenia relació amb el mapa imprès. Amb el temps, però, s'ha vist que cal incloure el tractament de la informació espacial dins d'un marc de treball més ampli. En aquest nou marc que faciliten els sistemes digitals, el preprocessament permet fer visualitzacions de la informació espacial, no pas per a la comunicació, sinó per al propi consum de l'usuari.

Però el fet de poder visualitzar la informació de diferents maneres no permet superar aquest problema de fons: la necessitat d'integrar informació molt diversa. La necessitat d'integrar i de tractar les dades provinents de sensors remots obliga a concebre l'espai de manera diferent, com assenyala Monmonier, veient, per exemple els objectes com a cossos més o menys definits en lloc d'adjudicar-los un contorn ben definit (Monmonier, 1991:191). A més a més, com que el tractament de l'espai s'ha desenvolupat en camps interdisciplinaris diferents del cartogràfic, han aparegut noves necessitats de tractament, principalment d'estadística espacial, en què es visualitza la informació únicament per confirmar les hipòtesis d'anàlisi.

En el camp de la generalització seria convenient fer servir objectes definits en un únic pla en comptes del que anomenem capes d'informació. S'ha de poder considerar un espai de representació digital que s'assembli més, en el seu funcionament, a la nostra manera de veure el món i, a la vegada, que permeti, tal com fa el nostre cervell, simultanejar feines en sistemes de processament en paral·lel.

La conversió i codificació dels fenòmens del món real en objectes espacials digitals ha estat un impediment per a la generalització; el camí seguit, consistent en un escalat a través dels atributs, no sembla suficient per al tractament espacial dels objectes:

"Les conséquences des choix effectués en construisant la matrice dit "géographique" s'enchainent inexorablement non pas a cause de la validité scientifique de la problématique géographique mais en raison de la coherence interne du langage mathématique employé... Il est bien connu que la représentation euclidienne bi-dimensionnel (dans le plan) est tout a fait insuffisante pour figurer de manière satisfaisante les résultats multivariés de l'analyse multivarié. Enfin l'espace intuitivement et litterairement utilisé par les géographes n'est bien souvent ni euclidien, ni meme metrique." Nicholas -O.

Un altre impediment prové de la dificultat per formalitzar el saber del cartògraf a través de llenguatges que no són de tipus natural. Al 1986 Monmonnier assenyala que la falta de coneixements en el procés de generalització es pot suplir amb dades amb més informació:

"Intelligence in the data can obviate the need for highly elaborate algorithms" ([M. Monmonier, 1991 #497]:191)

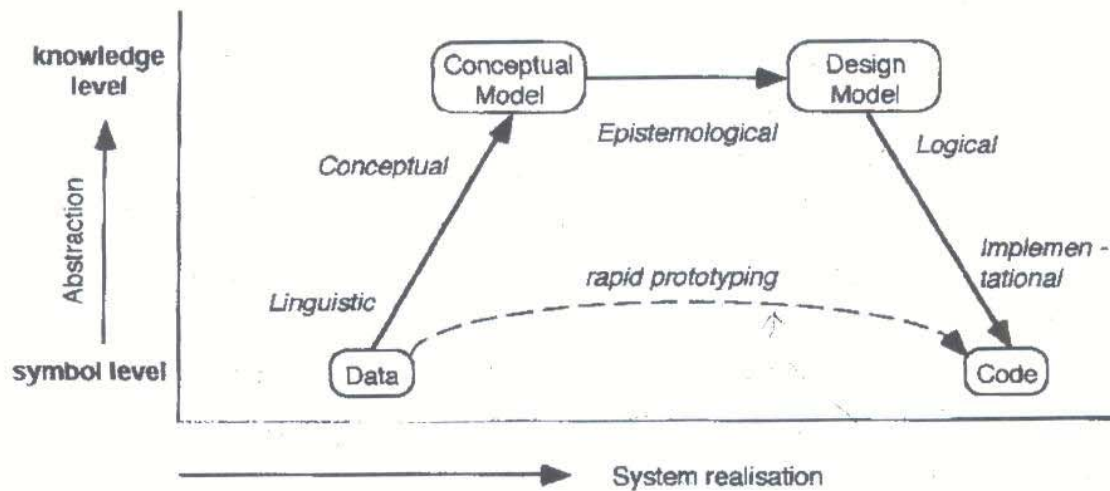
Aquest autor està en la línia de nombrosos treballs en que s'opta pel "processament basat en la comprensió" com es fa en el model de Brassel i Weibel (Brassel, Weibel, 1988), que és encara l'article de referència; el mateix Weibel ha afegit més tard (Weibel, 1991), el que anomena "intel·ligència amplificada", que permet semi-automatitzar el procés de generalització en un entorn digital.

En el canvi d'entorn el procés cartogràfic ha obviat, degut a la dificultat o falta de coneixement d'aquest, algú dels antics processos, com és el que s'anomenava "enquadrament del mapa base". Aquest permetia definir l'àrea en les que es definien les relacions espacials; també permetia un primer pas en la selecció de les entitats corresponents a la informació temàtica; i la conservació del "mapa base" o referència mètrica. Permetia per tant adjudicar uns "llocs" al nostre "espai d'anàlisi", sense deixar de tractarlos de manera conjunta. En l'elaboració del mapa digital es prescindeix del "mapa base", ja que es considera tant sols, com un sistema de referènciació mètrica; en canvi no s'en veu la importància que té en fer visibles les relacions topològiques, pels diferents nivells de lectura.

Seria desitjable poder disposar de mecanismes en el procés de generalització, que permetessin el pas dels objectes espacials entre els diferents nivells d'abstracció

En el procés cartogràfic tradicional, el cartògraf codifica directament les entitats del món real com a objectes cartogràfics, sense tenir-ne en compte el pas previ de atorgar els fenòmens geogràfics corresponents al món real a objectes espacials digitals. En la compilació de la informació en un entorn digital, la codificació de l'objecte espacial digital, abans de ser simbolitzada com objecte cartogràfic, ens permet el preprocessament de les dades originals. Schreiber descriu aquests dos camins alternatius que pot triar una entitat que reconeixem en el món real abans de ser codificada com

simbol cartogràfic (cit. Reichenbacher, 1996: 32).



En la generalització digital hi ha hagut la idea de poder derivar significat a través del tractament de la forma. Buttenfield i de Cola, proposen d'utilitzar els fractals en la generalització i, en particular, de la possibilitat d'obtenir dades a diferents escales per mitjà d'aquests. I per poder fer això tenen en compte dos factors: en primer lloc, que la naturalesa i l'aparença del canvi geogràfic depenen de la resolució a la qual les dades han estat recollides i processades; en segon lloc, que s'han de poder integrar, de manera apropiada diferents menes de dades, encara que hagin estat recollides de múltiples fonts i a escales diferents.

"These problems require refining data models and developing scale-changing algorithms that are appropriate to the geographic theme and to the source and target scales of the data. [...] for a given feature class, over time our data about the world covers a wider physical range of locations in space as well a wider range of resolutions" (Buttenfield, De Cola, 1994:871)

Un esquema de generalització d'aquest tipus consistiria a incorporar cada una d'aquestes representacions en el sistema i a imaginar alguna manera de "donar-los forma" a través de la interpolació:

"...it is more appropriate to illustrate how data for one kind of feature (representing an individual point in the four-dimensional feature space)

might be transferred into another kind of feature (at some other point in the space). [...] mathematically this is just what is meant by a "mapping". Real phenomena are multifractal." ([B P Buttenfield, 1994 #544]:870).

Actualment disposem de dues possibilitats per a la generalització de la informació. L'una és la que es fa atenent les seves característiques temàtiques, i l'altra és la que opera segons les seves característiques geomètriques, que apliquem separadament com mostren Mac Master i Shea McMaster, R. B., Shea, K. S., 1992). La primera es fa agregant atributs per obtenir objectes menor resolució. Aquesta estructuració jeràrquica és adequada per a les ciències, però no ho és tant per als fenòmens socioeconòmics.

La segona possibilitat consisteix a agrupar els patrons espacials i espectrals a classificar-los de nou en objectes espacials, i això és difícil de fer, especialment l'intent de classificar els patrons espectrals en grups d'objectes espectrals, perquè no és gens fàcil de reconèixer els objectes espacials, partint únicament de la seva signatura espectral.

Per automatitzar el procés Brassel i Weibel aconsellen de reconèixer l'estructura interna de les dades amb mètodes que permetin l'extracció de saber estructural. Això fa necessari millorar les funcions que permeten recollir la complexitat, la distribució i les relacions espacials dels objectes cartogràfics, com també els operadors que permeten seleccionar i controlar la generalització. El grup de generalització de l'ICA assenyala que la recerca s'ha concentrat en qüestions menors com ara la generalització de línia, en lloc de intentar fer-ho en qüestions més complexes com ara la determinació de les necessitats de l'estructura de les dades en la base de dades. També assenyala que la dificultat per formalitzar el saber és deguda a la falta de contacte entre experts cartògrafs i experts informàtics. Finalment, afirmen que els model de les dades que s'utilitzen són arcaics i no permeten resoldre el problema sobre la marxa els problemes amb els que es troben. La integració de dades o de la informació espacial hauria de poder-se fer a través d'objectes digitals que no separessin les característiques temàtiques de les locatives: aquesta és la promesa que ofereixen els sistemes orientats a l'objecte.

Com vam veure al capítol 3, pel que fa a la integració de entitats per la dificultat en definir quins són els contorns definits dels fenòmens naturals; la utilització de superfícies estadístiques digitals (DEM) permeten un tractament analític, en l'absència de

una escala de compilació. Això fa que es puguin manipular fenòmens naturals: els mapes de coropletes no són cap solució adequada, ja que els canvis abruptes en la informació són més sovint la regla que no pas l'excepció.

La utilització de les dades com a variables contínues és l'exemple més clar de la representació del relleu. Però, com assenyala Burrough (Burrough, P. A., 1986:39), aquest tipus de representació, que és molt adequat per mostrar una superfície contínua, no ho és per l'anàlisi numèrica o la modelització. I l'alternativa a la representació d'una variable contínua sobre una superfície és el que coneixem com un Model Digital del Terreny, que, en el cas que la variable no sigui l'altitud sinó qualsevol altra, seria més correcte d'anomenar Model Digital d'Elevació (Digital Elevation Model).

La necessitat d'integrar GIS i teledetecció, ens mostra les dificultats que es deuen a la classificació i a la generalització espacial en la producció de dades ([Wilkinson, 1996 #546]:85). En la classificació a partir de les dades provinents dels sensors remots, en general, la majoria de programes es basen en els antics mètodes de classificació dels valors digitals dels píxels en les diferents bandes espectrals dels diferents sensors, basats en la distància euclídeana. I són aquests mateixos mètodes basats en informació espectral o espacial els que utilitzen els sistemes basats en el coneixement i xarxes neuronals.

La generalització de les dades provinents de sensors remots ens ha de deixar ajustar el grau de resolució amb el tipus de fenomen que volem detectar. Les tasques de generalització en aquest cas, són les de filtratge de soroll degudes a classificació errònies, i de segmentació de la imatge satèl·lit. Aquests dos components es presenten normalment conjuntament i fan que el resultat d'un cartografiat a partir de la imatge satèl·lit no tingui la qualitat d'un producte provinent de la cartografia a partir de mapes. Les raons són degudes a la dificultat de discriminació espectral per distingir diferents tipus de cobertures del sòl i en la dificultat en poder seleccionar quina és la resolució espacial adequada per una determinada tasca: no sempre millorem el producte augmentant-ne la resolució espacial. La falta d'un model teòric obstaculta la integració d'aquests dos components de la informació: l'espectral i l'espacial. Curran fa servir la mesura de variabilitat del paisatge i l'escala espacial amb què s'hauria de fer el mostratge:

"The problem of integrating and comparing remote sensing data at different space scales is becoming a serious concern and has recently received some muchneeded attention" [cit per Wilkinson, 1996 #546]

De fet, necessitem una escala de referència per poder generalitzar la imatge satèl·lit i ho fem amb la cartografia vectorial existent.

"It is this link between the image domain and the final map domain that frequently causes serious problems in thematic mapping and results in maps generated by automatic analysis of satellite imagery not being used as GIS datasets"[Wilkinson, 1996 #546]:91

Les consultes que fem i les possibilitats d'anàlisi estan estretament lligades amb els sistemes actuals i els llenguatges que utilitzen.²

El recurs a un llenguatge semblant al de les persones facilitaria la utilització dels actuals sistemes d'informació, que no permeten cap flexibilitat en les consultes ni admeten diferents maneres de conceptualitzar l'espai.

Però, la dificultat per establir una correpondència entre el llenguatge parlat i el que utilitzem per fer les consultes en un SIG es deu al fet de considerar els SIG una eina de representació cartogràfica. Si considerem els SIG una eina de gestió, de decisió i d'anàlisi, que permeti compartir dades entre diferents organismes, n'hem de considerar la resolució espacial, equivalent a la representació sintàctica, com també el seu significat semàntic; i que com assenyala Bishr:

" Linking spatially distributed GIS requires linkage of their database so that the data may be shared amongst them. [...] The hierarchies should be linked in such way that information transfer amongst them is allowed at several levels." (Bishr et al., 1996:86)

Les entitats del món real són definides a cada base de dades de manera diferent; els diversos organismes organitzen les dades i les estructuraren en graus d'abstracció en funció de les necessitats pròpies. Bishr assenyala que els organismes utilitzen diferents

² *A computer is a machine whose chief function is to execute a set of instructions which manipulate symbols. These symbols are selected and structured to represent some situation in the real world, as it is perceived by people. The critical problem is that an individual's cognitive methods are informal and fluid, and allow ambiguities or contradictions to exist. The data processing in a computer is formal and follows strict rules of logic: even when computers are used to mimic "fuzzy" human reasoning a strict formalism is used to explain the fuzziness. In GIS a structure to represent spatial situations (as perceived by people) must be formally defined. Once defined, the appropriate operations and their outcome must also be defined. This is a language issue, as the objects and the operations applicable to them are defined in terms of the GIS user's chosen spatial language (Frank, Mark 1991:148)*

graus d'abstracció en funció del sistema de gestió al qual recorren. La comunicació entre diferents organismes ha de ser d'alt nivell perquè el bescanvi no es limiti a les dades i englobi també coneixement

La integració de la informació espacial i la temporal

El tractament del temps presenta un repte a la generalització. De la mateixa manera que ens interessa comparar la variable espacial de dos conjunts de dades, ens interessa tractar la variable temporal d'aquestes dades.

"The temporal resolution is equally important and variable. Intertemporal resampling occurs frequently in the earth sciences; it is somewhat akin to the "in betweening" of the animator. But the most common situation is probably that in which one has data from region A at one resolution and data from region B taken at a different time at a different resolution and accuracy" (Tobler, W., 1988:136)

En aquesta dècada l'anomenada "interoperabilitat" de les dades implica la creació d'uns estàndards d'integració per poder accedir a dades espacials de components temporals diferents a escales múltiples i fonts de dades també múltiples.

"There is growing desire on the part of many organizations to assemble and utilize spatial databases which are to be created at scales allowing the representation of substantial levels of local detail. The organizations engaged in creating these databases must overcome many substantial problems arising from physical and institutional factors...(Marble, 1988:49)

La necessitat d'integrar bases de dades ha fet veure la necessitat d'estandarditzar-les i aquesta decisió és costosa i requereix la intervenció i coordinació dels organismes públics. I mentre que l'accés a les dades als EUA, és vist com un bé públic, és a dir, a l'abast dels ciutadans, això no passa.

Tot i així, als EUA, l'accés a les dades continua essent un espai desigual per al ciutadà, perquè no es suficient que les dades siguin públiques i estiguin estandarditzades si estan en formats difícils d'integrar.

La pluridisciplinarietat ha fet que puguem parlar d'alguna cosa més que d'un canvi d'eina, de tractament de la informació geogràfica, i que ens trobem davant de l'aparició d'una nova disciplina de tractament de la informació espacial, que permet aplicar tècniques d'anàlisi i de visualització, a usuaris que provenen de molts camps

Els mapes son eines que ens permeteten el coneixement espacial i la tecnologia dels SIG ha fet possible replantejar la importància donada a la importància a la mètrica,

en el mapa tradicional. Aixó ha coincidit amb la necessitat de fer servir d'espais on la noció de distància no es recolzi, de manera exclusiva, en una mètrica euclidiana, sino que es pugui també basar la distància en el temps o en una mètrica psicològica.

"There has been much study but little success in the cartography of socioeconomical distances, for the obvious reason that the traditional map format which implies a continuous metric space is not well fitted to the metric inconsistencies and discontinuities in the numbers of hours, dollars and kilowatts that separate people and determine people's interactions. [...] Cartographers face a new challenge which is more than just an intellectual curiosity: our ability to understand, control and monitor the multilayers of space which make up the fabric of human relationships will depend on the means of analysis and interpretation which are made available to the planner and decision maker. New forms of data portrayal will have to be invented for this purpose. Geometrical, topological and thematic relationships between spatial elements will have to be encoded and structured in such a way to allow for easy and spatial queries, spatial analysis and conceptual generalization based on context rather than single geographical objects. [...] We still think of a spatial representation as something pressed flat on the finite dimension of a piece of paper or the screen [...] we still think of a map as a visual product where graphical appearance holds priority over content in data quality and resolution. A challenge for the cartographer will be to extend his activities towards the manipulation of the invisible part of the landscape model, where data are unclassified and ungeneralized, where lines are fuzzy and areas heterogeneous, within the framework of a multidimensional space including time." (Muller, J. C., 1989:697)

Quan parlem de generalització, ho fem de les diferents maneres de veure'l que tenen la geografia física com a geografia de les maneres de veure'l que tenen la geografia física com a geografia humana de l'entorn "construït" com a geografia de l'espai. Han aquestes diferents maneres de concebre l'entorn "nature-society" i "society-space" respectivament, que podem associar d'una banda a la verticalitat del lloc; i a l'horitzontalitat del context i de l'espai. La concepció del lloc basada en no és el de l'escola regional, sino també en la horitzontalitat.

"The nature-society and society-space traditions now appreciate that all [human] geographers share some fundamental challenges in making geographic theory: understanding how scale-specific or scale-transcending various geographic processes; understanding how nature and society combine to create different scales [...] between processes observed in one place and the larger scale processes that also shape places." (Hanson, 1999:139)

El cartògraf com a geògraf ha de poder aportar solucions per tractar l'espai i el lloc: en el com transformem l'espai en llocs.

“By clearing an area of space, place helps destroy things to create things. By pushing things aside so that some things can take place, it disallows other things to happen. Creating, destroying, including, excluding, immediately invoke us in questions about the real (or reality) and the good [...]” (Sack, 1999:26)