

Tesi doctoral



David Comas i Vila

Urbamedia, un Sistema d'Informació Geogràfica per analitzar la ciutat de Girona en conceptes clau. Experimentació a les ciències socials de l'ensenyament secundari obligatori.

VOLUM I

Directora: Dra. Pilar Benejam i Arguimbau

Pilar Benejam

Departament de Geografia
Facultat de Lletres
Universitat Autònoma de Barcelona
Girona, març de 1995

Molts creuen que l'era moderna basa la seva superioritat en la disposició d'enormes volums de dades, però aquest és un enfocament erroni. La superioritat de l'era moderna rau en la capacitat de l'home per a transformar i dominar el món seguint les seves directrius.

Goethe, 1804

A l'Ester i en Roger.

Agraïments

Durant els darrers mesos de 1994 he estat completament absorbit per dos esdeveniments d'alta intensitat emocional que seran molt importants durant tota la meva vida: la recta final en la gestació i naixement d'en Roger i d'aquesta tesi doctoral. L'Ester i en Roger mereixen un agraïment especial perquè han sabut compartir, gairebé sempre amb desavantatge, els darrers mesos del trajecte amb la meva dèria acadèmica.

Estic molt agraït a la Pilar Benejam perquè ha dirigit amb dedicació aquesta tesi, a bon ritme, amb energia i amb intensitat. Perquè m'ha ajudat a crear un punt de trobada entre la didàctica de la geografia i els Sistemes d'Informació Geogràfica que pot ser molt fèril i creatiu.

La major part dels companys de la Unitat de Geografia de la Universitat de Girona han estat un recurs que he emprat massa sovint per a solucionar dubtes i problemes que m'encallaven. Dubtes de tot tipus, als quals han respost amb rapidesa i precisió. Els estic molt agraït a tots i cadascun d'ells. Especialment a en Joan Nogué perquè ha estat un *supporter* reincident que m'ha empès a enllestir el treball.

Dec molt a l'assessorament de diferents persones expertes en geografia urbana que han ajudat a seleccionar bibliografia, han assessorat, revisat i contribuït a millorar sensiblement els apartats sobre la ciutat: Margarida Castañer, Rosa Ascon, Isabel Salamaña i Rosa Maria Fraguell. Dec molt també a en Joan Vicente i en Jordi Xirgo, perquè han ajudat a dissenyar l'arquitectura argumental per analitzar

Girona en conceptes clau i han revisat a fons el primer esborrany. En Joan Nunes té el meu agraïment perquè ha contribuït decisivament en les parts de la tesi més directament relacionades amb els Sistemes d'Informació Geogràfica, revisant-les i proposant millores substancials. Estic agraït a en Carles Sanz per les dades i les idees que ha facilitat.

La col·laboració intensa de tres excel·lents geògrafs ha ajudat a millorar i accelerar aquest treball: Obdúlia Gutiérrez, Francesc Sánchez i Francesc Varela. La correcció lingüística realitzada per Imma Guinart, en un temps rècord, ha millorat ostensiblement el text. Els estic molt agraït a tots ells per la seva dedicació i professionalitat.

D'ençà de l'any 1990 hem iniciat diverses activitats per divulgar la cartografia digital i els Sistemes d'Informació Geogràfica als centres d'ensenyament secundari gironins. Una de les persones més incombustibles i actives ha estat en Jordi Pagès, primer des de l'Institut d'Amer i més tard des de l'Institut d'Anglès. Juntament amb en Miquel Güell han estat una peça clau en l'engranatge d'experimentar Urbamedia al seu centre i els estic profundament agraït.

En l'apartat d'institucions el meu agraïment principal és per a la Universitat de Girona. La infraestructura informàtica del Servei de Sistemes d'Informació Geogràfica ha fet possible una recerca que n'ha fet un ús intensiu i que, per aquest motiu, en depenia totalment. El fons documental de la Cartoteca ha estat un recurs emprat a bastament per a generar les bases cartogràfiques digitals de la ciutat de Girona.

La tesi deu molt a la Fundació Bofill, que li va concedir un ajut substancial que ha permès millorar qualitativament parts molt intensives, com la creació de la base de dades i la *interfase hipertext* de l'aplicació Urbamedia.

El Programa d'Informàtica Educativa de la Generalitat de Catalunya ha col.laborat en els darrers anys amb la Universitat de Girona en la introducció dels Sistemes d'Informació Geogràfica a l'ensenyament secundari. Certes parts del treball tenen l'origen en la fèril col.laboració amb aquesta institució, molt especialment amb en Joan Canet, com el *CD-ROM*, la *interfase hipertext* i diverses propostes didàctiques.

L'Ajuntament de Girona ha col.laborat desinteressadament en diferents moments del treball i ha facilitat en gran mesura la recerca. Ha aportat una base cartogràfica digital, dades estadístiques en suport analògic o digital i material divers que ha permès crear una base de dades geogràfiques sobre la ciutat molt més completa.

L'Arxiu d'Imatges Emili Massana i Burset de la Diputació de Girona i l'Arxiu d'Imatges de l'Ajuntament de Girona han estat una font d'informació molt consultada, d'on hem digitalitzat més d'un centenar de fotografies històriques que han estat incorporades a la base de dades d'Urbamedia. Agraïm sincerament tota l'ajuda que hem rebut d'aquests dos arxius.

ÍNDEX

Índex de gràfics	xv
Índex de taules	xvi
Índex de gràfics de l'Annex	xviii
Índex d'imatges de l'Annex	xix
Índex de mapes de l'Annex	xxv
Índex de taules de l'Annex	xxix
PRESENTACIÓ	1
Introducció	2
Objectiu del treball	5
Estructura del treball	5
PART I: SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA I EDUCACIÓ SECUNDÀRIA OBLIGATÒRIA	
(Volum I)	9
1. L'actualitat de divulgar els Sistemes d'Informació Geogràfica	10
1.1. Divulgar els Sistemes d'Informació Geogràfica	12
1.2. Els Sistemes d'Informació Geogràfica a l'ensenyament secundari	15
1.2.1. Les dimensions del repte	15
1.2.2. Les lliçons de les experiències pilot prèvies	16
1.2.3. El punt de partida de la tesi	20
1.3. La utilitat de la informació geogràfica digital	22
1.3.1. Els Sistemes d'Informació Geogràfica	22
1.3.2. Les aplicacions dels Sistemes d'Informació Geogràfica	24
1.3.2.1. Aplicacions biòtiques	24
1.3.2.1.1. Agricultura i usos del sòl	24
1.3.2.1.2. Recursos naturals i medi ambient	26
1.3.2.2. Aplicacions de gestió	27
1.3.2.2.1. Cadastre	28

1.3.2.2.2. Administració municipal	29
1.3.2.2.3. Gestió de xarxes de serveis públics	30
1.3.2.2.4. Producció cartogràfica	32
1.3.2.2.5. Militars i de seguretat	33
1.3.2.3. Aplicacions socio-econòmiques	34
1.3.2.3.1. Demogràfiques	34
1.3.2.3.2. Geo-màrqueting	35
1.3.2.4. Aplicacions a escala global	36
1.3.2.4.1. El projecte europeu <i>CORINE</i>	37
1.3.2.4.2. Les bases de dades mundials	38
1.4. Recapitulació	41
 2. L'educació sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica	 43
2.1. El repte d'educar sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica	46
2.2. La formació d'especialistes dels Sistemes d'Informació Geogràfica	49
2.2.1. El sector dels Sistemes d'Informació Geogràfica	49
2.2.2. Els perfils professionals i la formació requerida	52
2.2.3. Una aproximació a la demanda d'especialistes	55
2.3. L'educació universitària. Un estat de la qüestió	58
2.3.1. El context europeu	58
2.3.2. L'ensenyament dels SIG a les universitats espanyoles	59
2.4. Les experiències de SIG en l'educació secundària a nivell internacional	64
2.4.1. Estats Units	64
2.4.2. Regne Unit	66
2.4.3. Catalunya	67
2.4.4. Una anàlisi internacional comparada	69
2.5. Recapitulació	75
 3. La geografia a l'ensenyament secundari obligatori	 78
3.1. La reforma de l'ensenyament secundari a Catalunya	81
3.2. Estructura de l'ensenyament secundari obligatori	84
3.2.1. Crèdits comuns	85
3.2.2. Crèdits variables	85
3.2.3. Crèdits de síntesi	87
3.3. Una educació basada en la concepció constructivista de l'aprenentatge	88

3.3.1. La teoria constructivista	88
3.3.2. Implicacions didàctiques del constructivisme	91
3.3.3. L'atenció a la diversitat dels alumnes	93
3.4. Els continguts: procediments, conceptes i valors	95
3.5. Els nivells de concreció del disseny curricular	98
3.6. L'àrea de ciències socials de l'ensenyament secundari obligatori	101
3.6.1. Objectius	102
3.6.2. Continguts	104
3.6.2.1. Continguts de procediments	104
3.6.2.2. Continguts de conceptes, fets i sistemes conceptuals	107
3.6.2.3. Continguts de valors, normes i actituds	109
3.6.3. Orientacions didàctiques d'ensenyament-aprenentatge	111
3.6.4. La seqüenciació dels continguts i el projecte curricular de centre	113
3.7. Els continguts <i>geogràfics</i> de l'àrea de ciències socials	116
3.7.1. Valoració dels continguts <i>geogràfics</i>	116
3.7.2. Els continguts <i>geogràfics</i>	119
3.7.2.1. Procediments	119
3.7.2.2. Conceptes	120
3.7.2.3. La ciutat	121
3.7.3. On programar els continguts <i>geogràfics</i> ?	122
3.8. Una didàctica de la geografia basada en el constructivisme	125
3.8.1. Reflexions sobre una didàctica constructivista	126
3.8.2. Didàctica de la geografia i constructivisme	128
3.9. L'epistemologia i la didàctica de la geografia	130
3.9.1. Escoles geogràfiques i didàctica de la geografia	130
3.9.2. El debat sobre l'escola geogràfica en la didàctica de la geografia	140
3.9.2.1. La necessitat d'una reflexió disciplinar	141
3.9.2.2. La nostra opció disciplinar: la geografia radical	142
3.10. Els conceptes clau en la geografia de l'ensenyament secundari obligatori	144
3.10.1. Interrelacionar les ciències socials a l'ensenyament secundari obligatori	144
3.10.2. Una proposta d'estructurar la geografia en conceptes clau	146
3.11. Recapitulació	152

PART II. URBAMEDIA, UN SISTEMA D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA PER ANALITZAR LA CIUTAT DE GIRONA (Volum II)	160
4. La ciutat dels anys noranta en quatre conceptes clau	161
4.1. Permanència i canvi en el medi urbà	164
4.1.1. La formació de les ciutats i la xarxa urbana europea	165
4.1.2. La ciutat industrial	170
4.1.3. De la ciutat postliberal a la ciutat funcional	173
4.1.4. El capitalisme avançat i la ciutat	175
4.1.4.1. La reestructuració econòmica i la descentralització productiva	175
4.1.4.2. L'impacte territorial del capitalisme postfordista: la ciutat difusa	177
4.1.4.3. La cultura urbana i els canvis socio-econòmics	179
4.1.4.4. Polítiques urbanes i gestió de la ciutat	181
4.2. La ciutat desigual	184
4.2.1. Desigualtat social a l'espai urbà	184
4.2.2. L'estructura urbana	188
4.2.3.1. L'espai de la producció	188
4.2.3.1.1. El centre de negocis	189
4.2.3.1.2. La indústria	190
4.2.3.1.3. Els serveis	192
4.2.3.1.4. El comerç	193
4.2.3.2. L'espai de la reproducció social	194
4.3. La interdependència de les ciutats en el món actual	196
4.3.1. Les grans ciutats mundials del món desenvolupat	197
4.3.1.1. Les funcions de les ciutats mundials	198
4.3.1.2. Les ciutats europees	200
4.3.2. Les ciutats grans del món subdesenvolupat	202
4.4. Recapitulació	205
5. La ciutat de Girona en quatre conceptes clau	210
5.1. Permanència	212
5.1.1. Terra de pas, encreuament de camins	212
5.1.2. Les muralles	214
5.1.3. Els quatre rius	215

5.1.4. El creixement cap al pla	217
5.1.5. El centre, seu del poder i símbol de ciutat	218
5.1.6. Feble activitat industrial i creixement demogràfic	219
5.1.7. Ciutat administrativa	221
5.2. Canvi	224
5.2.1. L'enderrocament de les muralles	224
5.2.2. Major control dels rius	226
5.2.3. Una ciutat que creix	227
5.2.3.1. Del desordre urbanístic a la planificació estratègica	228
5.2.3.2. Una extensa superfície construïda	230
5.2.3.3. Dels 30.000 als 70.000 habitants	232
5.2.3.4. Les annexions dels municipis veïns	234
5.2.3.5. Noves infraestructures i serveis	237
5.2.4. El centre històric redescobert	239
5.2.5. Girona, gran centre comercial	240
5.3. Desigualtat en una ciutat benestant	243
5.3.1. L'estructura d'edats	244
5.3.1.1. El context europeu i català	244
5.3.1.2. Girona ciutat	245
5.3.1.3. Les variacions dels barris de la ciutat	247
5.3.2. L'estatus migratori	248
5.3.2.1. Alta mobilitat	248
5.3.2.2. Lloc de procedència	250
5.3.3. L'estatus socio-econòmic	251
5.3.3.1. Situació laboral	251
5.3.3.2. Nivell d'instrucció	253
5.3.3.3. Rendiment escolar	254
5.4. La interdependència de Girona amb el territori	256
5.4.1. La dimensió territorial a una escala petita	257
5.4.1.1. L'Europa comunitària	257
5.4.1.2. Espanya	259
5.4.1.3. Catalunya, Barcelona i Girona	261
5.4.3. La dimensió territorial a una escala gran	262
5.4.3.1. Les comarques gironines	262
5.4.3.2. L'àrea urbana i la centralitat de Girona	264
5.4.3.3. La mobilitat de la població dins la ciutat	267
5.5. Recapitulació	269

6. Desenvolupament d'un SIG per analitzar Girona: Urbamedia	278
6.1. Delimitació dels requeriments previs del sistema	280
6.2. Justificació del disseny del sistema	283
6.2.1. <i>Hardware</i>	283
6.2.2. <i>Software</i>	285
6.2.3. Informació	289
6.2.3.1. El valor de la informació del sistema	289
6.2.3.2. Conceptes clau, carpetes, vistes i temes	291
6.2.4. Organització	292
6.3. Estructura i contingut de la base de dades	294
6.3.1. Estructura	294
6.3.1.1. Cobertures	294
6.3.1.2. Imatges	296
6.3.1.3. Gràfics i taules	297
6.3.2. Contingut	297
6.4. Fonts d'informació de la base de dades	302
6.5. Metodologia de creació de la base de dades	305
6.5.1. Carpetes i vistes de cobertures	305
6.5.1.1. Permanència	305
6.5.1.1.1. <i>Terrpas</i> , terra de pas	306
6.5.1.1.2. <i>Mur</i> , les muralles	307
6.5.1.1.3. <i>4Rius</i> , els quatre rius	307
6.5.1.1.4. <i>Creixpla</i> , el creixement cap al pla	307
6.5.1.1.5. <i>Centre</i> , el centre	309
6.5.1.1.6. <i>Nocreix</i> , feble creixement	310
6.5.1.1.7. <i>Capital</i> , ciutat administrativa	310
6.5.1.2. Canvi	311
6.5.1.2.1. <i>Murend</i> , l'enderrocament de muralles	311
6.5.1.2.2. <i>Riucontr</i> , el control dels rius	311
6.5.1.2.3. <i>Creix</i> , una ciutat que creix	311
6.5.1.2.4. <i>Centrmil</i> , el centre històric	312
6.5.1.2.5. <i>Comerç</i> , Girona centre comercial	313
6.5.1.3. Desigualtat	313
6.5.1.3.1. <i>Estrued</i> , estructura d'edats	313
6.5.1.3.2. <i>Socioec</i> , estatus socio-econòmic	314
6.5.1.3.3. <i>Evopob</i> , evolució demogràfica	315
6.5.1.4. Interdependència	315
6.5.1.4.1. D'Europa a les comarques gironines	315
6.5.1.4.2. <i>Areaurb</i> , l'àrea urbana de Girona	315
6.5.1.5. <i>Base</i> , la cartografia de base	316

6.5.2. Imatges	319
6.5.2.1. Imatges fotogràfiques	319
6.5.2.2. Imatges georeferenciades	320
6.5.2.3. Imatges tridimensionals	321
6.5.3. Gràfics i taules	324
6.5.4. Vistes i temes	324
6.5.5. <i>Interfase hipertext</i> d'accés	326
6.6. Funcionament de l'aplicació	327
6.6.1. La <i>interfase hipertext</i> d'accés	327
6.6.2. Les vistes	331
6.6.3. Funcions d'Urbamedia per analitzar Girona	332
6.6.3.1. La representació selectiva dels temes d'una vista	332
6.6.3.2. Elecció del zoom adequat	333
6.6.3.3. Classificació de dades	334
6.6.3.4. Consulta d'informació alfanumèrica	335
6.6.3.5. Mesura de distàncies i superfícies	336
6.6.3.6. Filtres de selecció	337
6.6.3.6.1. Filtres de selecció espacial	338
6.6.3.6.2. Filtres de selecció per atributs alfanumèrics	339
6.6.3.7. Estadístiques de tema	341
6.7. Recapitulació	343
7. Aprofitament didàctic d'Urbamedia en els centres educatius	348
7.1. Exercicis didàctics sobre Urbamedia	350
7.1.1. Proposta didàctica per la permanència	350
7.1.1.1. Exercici 1. Una ciutat entre quatre rius	350
7.1.1.2. Exercici 2. El creixement cap al pla	353
7.1.1.3. Altres exercicis	355
7.1.2. Proposta didàctica pel canvi	356
7.1.2.1. Exercici 3. El major control dels rius	356
7.1.2.2. Exercici 4. L'enderrocament de les muralles	358
7.1.2.3. Altres exercicis	360
7.1.3. Proposta didàctica per la desigualtat	361
7.1.3.1. Exercici 5. El preu de l'habitatge	361
7.1.3.2. Exercici 6. El nivell d'estudis	363
7.1.3.3. Altres exercicis	365
7.1.4. Proposta didàctica per la interdependència	366
7.1.4.1. Exercici 7. Girona dins de Catalunya	367
7.1.4.2. Exercici 8. L'àrea urbana de Girona	368
7.1.4.3. Altres exercicis	369
7.2. Les experiències del centre Rafel Campalans amb Urbamedia	371

7.2.1. Ciències socials i Història de la cultura	371
7.2.2. Geografia de Catalunya i del món	375
7.2.3. Anàlisi de bases de dades	376
7.3. Recapitulació	378
PART III. CONCLUSIONS	384
8. Conclusions	385
8.1. L'estat de la qüestió	388
8.2. Conceptes clau per analitzar la ciutat	392
8.3. Desenvolupament, estructura i funcionament d'Urbamedia	402
8.4. Aprofitament didàctic d'Urbamedia	406
8.5. Propostes d'ampliació i millora	409
BIBLIOGRAFIA	414
ANNEXES (Volum III)	
Annex 1.- Mapes, imatges, gràfics i taules d'Urbamedia	
Annex 2.- Estructura organitzativa d'Urbamedia	

ÍNDIX DE GRÀFICS

Gràfic 2.1. Universitats amb docència i recerca sobre SIG l'any 1993	61
Gràfic 2.2. Disfuncionalitat entre el parc de <i>hardware</i> dels centres de secundària i les necessitats del <i>software</i> SIG	72
Gràfic 3.1. Estructura general del sistema educatiu	82
Gràfic 6.1. Menú general de la <i>interfase hipertext</i> d'Urbamedia	328
Gràfic 6.2. El concepte clau <i>Canvi</i> a la <i>interfase hipertext</i> d'accés	329
Gràfic 6.3. Menú de la carpeta <i>Creixpla</i>	330
Gràfic 6.4. La <i>navegació</i> per Urbamedia a partir de l'índex de mots bàsics	331
Gràfic 6.5. La representació selectiva dels temes d'una vista	333
Gràfic 6.6. L'elecció del zoom adequat	334
Gràfic 6.7. Ampliació i reducció del zoom	334
Gràfic 6.8. Menú de propietats, abans i després de classificar les dades d'un tema	335
Gràfic 6.9. La consulta dels atributs alfanumèrics	336
Gràfic 6.10. La mesura de línies	337
Gràfic 6.11. Filtres de selecció espacial: radi de 500m.	339
Gràfic 6.12. Filtres de selecció alfanumèrica	340
Gràfic 6.13. Estadístiques de tema	342
Gràfic 7.1. Consulta dels atributs alfanumèrics de les entitats geogràfiques	351
Gràfic 7.2. Simulació tridimensional de les inundacions de l'any 1970	352
Gràfic 7.3. Evolució de la ciutat de Girona	353
Gràfic 7.4. Imatges de l'evolució de Girona en tres dimensions	354
Gràfic 7.5. Control del riu Güell	357
Gràfic 7.6. Espai ocupat per les muralles i els baluards	359
Gràfic 7.7. Consulta estadística dels preus dels pisos	362
Gràfic 7.8. Selecció espacial i consulta dels preus dels pisos	363
Gràfic 7.9. Selecció espacial i consulta del nivell d'estudis	365
Gràfic 7.10. Les línies d'autobusos interurbans de Girona	369

ÍNDEX DE TAULES

Taula 2.1. Grans sectors que utilitzen els SIG	50
Taula 2.2. Llocs de treball i formació requerida	54
Taula 2.3. Els SIG i l'educació secundària als Estats Units	65
Taula 2.4. Els SIG i l'educació secundària al Regne Unit	67
Taula 2.5. Els SIG i l'educació secundària a Catalunya	68
Taula 2.6. Algunes experiències pioneres	73
Taula 3.1. Àrees i àmbits de coneixement al segon cicle de l'ESO	84
Taula 3.2. Matriu de tipus d'aprenentatge	92
Taula 3.3. Components d'un crèdit de l'ESO	99
Taula 3.4. Objectius generals de les ciències socials a l'ESO	103
Taula 3.5. Procediments de ciències socials de l'ESO	106
Taula 3.6. Conceptes, fets i sistemes conceptuals de ciències socials de l'ESO	108
Taula 3.7. Valors, normes i actituds de ciències socials de l'ESO	110
Taula 3.8. Procediments d'interpretació i representació de l'espai	119
Taula 3.9. Continguts conceptuals sobre el medi urbà	121
Taula 3.10. Vuit conceptes clau per a una visió crítica del món	147
Taula 5.1. Evolució de la població de Girona, 1950-1993	234
Taula 5.2. Dimensió dels municipis i entitats annexionats a Girona (1963-1976)	237
Taula 5.3. Trets bàsics dels aturats registrats a Girona, 1991	252
Taula 5.4. Trets territorials bàsics de Girona	261
Taula 5.5. Factors principals d'interdependència de Girona als anys 90	263
Taula 5.6. Girona, mobilitat laboral d'entrada. Llocs de treball ocupats per gent de fora del municipi, 1991	265
Taula 5.7. Girona, Mobilitat Laboral de Sortida. Població ocupada resident que treballa fora del municipi, 1991	266
Taula 6.1. Requeriments i objectius d'Urbamedia	280
Taula 6.2. Organització d'Urbamedia en conceptes clau, carpetes i vistes	298
Taula 6.3. Vistes, temes i arxius de la carpeta <i>Creixement cap al pla (Creixpla)</i>	300

Taula 6.4. Fonts d'informació d'Urbamedia	302
Taula 6.5. Cobertures de la carpeta <i>Base</i>	318
Taula 7.1. L'experiència del centre Rafel Campalans vista per un estudiant	372
Taula 7.2. L'experiència del centre Rafel Campalans vista per un professor	373

ÍNDIX DE GRÀFICS DE L'ANNEX (Volum III)

Gràfic 1. Evolució demogràfica de Girona, 1473-1991	99
Gràfic 2. Evolució demogràfica de Girona, 1900-1991	155
Gràfic 3. Evolució demogràfica de l'àrea urbana de Girona, 1990-1991	272
Gràfic 4. Distribució de la població ocupada en els serveis a l'àrea urbana de Girona	274
Gràfic 5. Població ocupada en serveis als municipis de l'àrea urbana de Girona (%)	276
Gràfic 6. Metges especialistes de Girona, 1994	244
Gràfic 7. Nombre de metges dels caps de comarca	246
Gràfic 8. Concentració de l'ensenyament secundari a l'àrea urbana de Girona	278
Gràfic 9. Preu mitjà de les cases en els municipis de l'àrea urbana de Girona	280
Gràfic 10. Distribució de l'oferta de cases a l'àrea urbana de Girona	282
Gràfic 11. Proporció d'empreses i treballadors	284
Gràfic 12. Piràmides d'edat dels barris de Girona, 1991	212
Gràfic 13. Preu dels pisos als barris de Girona	190

ÍNDEX D'IMATGES DE L'ANNEX (Volum III)

Imatge 1. La muralla oest de Girona	29
Imatge 2. El riu Ter desbordat a la zona de Pedret, 1932	47
Imatge 3. La muralla sud de Girona	30
Imatge 4. La muralla sud de Girona	31
Imatge 5. El Barri Vell i els rius de Girona	157
Imatge 6. Visió panoràmica de la Devesa i Fontajau	158
Imatge 7. El col·legi Bruguera, en l'espai cedit pels baluards	122
Imatge 8. L'edifici de Correus, en l'espai cedit pels baluards	123
Imatge 9. La rambla, antic llit del riu Onyar	142
Imatge 10. El pont del ferrocarril sobre el riu Onyar	53
Imatge 11. Visió panoràmica del riu Onyar al Barri Vell	54
Imatge 12. El riu Onyar al Barri Vell	55
Imatge 13. L'antic llit del riu Onyar, sense canalitzar	174
Imatge 14. Carretes aparcades al llit de l'Onyar	56
Imatge 15. La plaça del Lleó, en l'espai cedit pels baluards	127
Imatge 16. La muralla nord de Girona	32
Imatge 17. La muralla nord de Girona i la Torre Gironella	33
Imatge 18. La porta de la muralla de la Catedral	34
Imatge 19. L'inici de l'enderrocament de la muralla est, futura Gran Via	130
Imatge 20. La sèquia Monar, en la zona de la Devesa-la Punxa	101
Imatge 21. L'antic llit del riu Onyar	57
Imatge 22. L'antic llit del riu Onyar en la confluència amb el riu Ter	58
Imatge 23. L'antic llit del riu Güell a l'entrada de la Devesa	149
Imatge 24. La Gran Via, en l'espai deixat per la muralla oest	132
Imatge 25. La Gran Via, en l'espai deixat per la muralla oest	133
Imatge 26. La Gran Via, en l'espai deixat per la muralla oest	134
Imatge 27. L'antic llit del riu Güell a l'entrada de la Devesa	150
Imatge 28. L'antic llit del riu Onyar a la futura plaça Catalunya	59

Imatge 29. El portal de muralla de Figuerola	35
Imatge 30. El carrer del Progrés, futur carrer Nou	125
Imatge 31. La muralla oest i l'Hospital de Santa Caterina	135
Imatge 32. Interior d'una indústria de Girona, segle XIX	102
Imatge 33. La muralla sud restaurada	36
Imatge 34. L'enderrocament de l'última pedra de la muralla oest	131
Imatge 35. Les primeres edificacions de Montjuïc	129
Imatge 36. Visió panoràmica del tren de França i els carrilets	15
Imatge 37. El ferrocarril a l'estació de Girona	16
Imatge 38. El riu Onyar desbordat	48
Imatge 39. La Rambla inundada	49
Imatge 40. L'antic llit del riu Güell, paral·lel a la Devesa	151
Imatge 41. Passarel·la sobre el riu Onyar al centre de Girona	143
Imatge 42. Interior de la fàbrica Grober	103
Imatge 43. Exterior de la fàbrica Grober	104
Imatge 44. La tradició religiosa a Girona: Manaies i seminaristes	116
Imatge 45. Botiga sota les voltes al Barri Vell de Girona	180
Imatge 46. L'evolució de Girona en set dibuixos	72
Imatge 47. La depuradora d'aigües de Girona	147
Imatge 48. La N-II pel centre de la ciutat	19
Imatge 49. Les hortes de la zona Mercadal-Figuerola	108
Imatge 50. La pujada de Sant Domènec	169
Imatge 51. La resclosa del Pasteral	148
Imatge 52. L'estació d'autobusos de Girona	17
Imatge 53. La fàbrica Grober i la sèquia Monar, 1977	105
Imatge 54. Visió panoràmica del Barri Vell i del riu Onyar, 1877	109
Imatge 55. Maqueta de Girona al segle XIX	39
Imatge 56. La porta de muralla del carrer Nou	124
Imatge 57. La muralla oest a la plaça Marquès de Camps	136
Imatge 58. Visió panoràmica del Mercadal, Figuerola i Santa Eugènia	137
Imatge 59. La muralla del riu Onyar, zona del Carme	37

Imatge 60. El baluard de Sant Francesc, futura plaça del Lleó	126
Imatge 61. La incineradora de Campdorà	164
Imatge 62. Girona emmurallada, segle XVIII	40
Imatge 63. Girona emmurallada, segle XIX	41
Imatge 64. El castell de Montjuïc	128
Imatge 65. La plaça Marquès de Camps	138
Imatge 66. El llot nou del riu Güell, perpendicular a la Devesa	152
Imatge 67. L'antic llot del riu Güell, paral·lel a la Devesa	153
Imatge 68. La inundació de l'any 1932	50
Imatge 69. La N-II pel Pont Major, 1900	20
Imatge 76. La muralla oest de Girona	38
Imatge 70. Comerços sota les voltes	181
Imatge 71. Botiga a inici del segle XX	182
Imatge 72. Visió panoràmica de Sant Feliu i el Mercadal	73
Imatge 73. Visió panoràmica de Sant Feliu i Fontajau	74
Imatge 74. Desfilada militar a la plaça Sant Agustí	117
Imatge 75. Visió panoràmica del Mercadal	75
Imatge 77. Interior d'una indústria a inici del segle XX	106
Imatge 78. Interior d'una indústria a inici del segle XX	107
Imatge 79. Desfilada militar a la Devesa	118
Imatge 80. Pastisseria al carrer Nou de Girona	183
Imatge 81. Passarel·la sobre el riu Onyar al centre de Girona	60
Imatge 82. La Catedral i el Barri Vell de Girona	171
Imatge 83. Visió panoràmica del pont de Pedra i de l'Onyar	144
Imatge 84. El carrer de la Força, al Barri Vell	192
Imatge 85. La vall de Sant Daniel	200
Imatge 86. Sant Feliu, al Barri Vell	193
Imatge 87. La Rambla, al Barri Vell	194
Imatge 88. L'Argenteria, al Barri Vell	195
Imatge 89. El carrer de la Creu, a l'Eixample	198
Imatge 90. Sant Narcís	199

Imatge 91. Girona des d'un globus al començament del segle XX	77
Imatge 92. Foto aèria de Girona, 1957	78
Imatge 93. Foto aèria de Girona, 1969	79
Imatge 94. Foto aèria de Girona, 1986	80
Imatge 95. Foto aèria de Girona, 1991	162
Imatge 96. Ortofoto de Girona, 1986	81
Imatge 97. Gratacels a la Devesa	165
Imatge 99. Sòl industrial a Girona	166
Imatge 100. Cronodistàncies amb TGV	229
Imatge 101. La Catedral i les cases del riu Onyar	172
Imatge 102. El Barri Vell i els rius de Girona	76
Imatge 103. Visió panoràmica del riu Onyar i del Barri Vell	175
Imatge 104. Visió panoràmica del Barri Vell	196
Imatge 105. Visió panoràmica del Barri Vell i la Catedral	176
Imatge 106. Visió panoràmica de la plaça Catalunya	145
Imatge 107. La Catedral, Sant Feliu i les cases del riu Onyar	173
Imatge 108. Visió panoràmica del Barri Vell	114
Imatge 109. Processó de Setmana Santa	115
Imatge 110. El passeig de la Devesa	146
Imatge 111. La Catedral i Sant Feliu	96
Imatge 112. Isaac el Cec	177
Imatge 113. La Catedral	97
Imatge 114. La pujada de Sant Domènec	170
Imatge 115. Mapa de Girona a finals del segle XVII	42
Imatge 116. Mapa de Girona al segle XVIII	43
Imatge 117. Mapa de Girona a l'any 1932	161
Imatge 118. Visió panoràmica del riu Onyar al Barri Vell	141
Imatge 119. La Península Ibèrica des del satèl.lit NOAA	227
Imatge 120. Espanya, sud europeu	228
Imatge 121. Brusel.les, capital de la Unió Europea	222
Imatge 122. Europa nocturna des de satèl.lit	223

Imatge 123. Les àrees i els eixos de desenvolupament a Europa	224
Imatge 124. Les grans ciutats i els eixos de desenvolupament a Europa	225
Imatge 125. L'eix de l'Ebre	231
Imatge 126. L'estructura urbana de Catalunya	236
Imatge 127. Els grans eixos de comunicacions de Catalunya	233
Imatge 128. Les polaritats del territori a Catalunya	237
Imatge 129. Les polaritats i els sistemes urbans de les comarques gironines	242
Imatge 130. La xarxa ferroviària de Catalunya	234
Imatge 131. La xarxa de telecomunicacions de Catalunya	235
Imatge 132. Els fluxos per compres no quotidianes a Catalunya	238
Imatge 133. Els fluxos per serveis professionals a Catalunya	239
Imatge 134. Els nuclis d'activitat comercial a Catalunya	240
Imatge 135. La centralitat a les comarques gironines	243
Imatge 136. Girona des del satèl.lit Landsat	18
Imatge 137. L'àrea urbana de Girona des del satèl.lit Landsat	271
Imatge 138. El relleu de Girona en dues dimensions	13
Imatge 139. El relleu de Girona en tres dimensions	14
Imatge 141. Vila-Roja	201
Imatge 142. Font de la Pòlvora	202
Imatge 143. Sant Pere, Barri Vell	197
Imatge 144. Germans Sàbat	203
Imatge 145. Nens jugant al carrer a Font de la Pòlvora	207
Imatge 146. Carretera de Barcelona, Eixample	21
Imatge 147. Nens jugant al carrer a Palau	204
Imatge 148. Nens jugant al carrer a Torre Gironella	205
Imatge 149. Nens jugant al carrer a Santa Eugènia	206
Imatge 150. Xarxa actual del TGV a Europa	230
Imatge 151. Les inundacions de l'any 1962	51
Imatge 152. Les inundacions de l'any 1970	52
Imatge 153. La Girona romana en tres dimensions	65
Imatge 154. La Girona del segle XIII en tres dimensions	66

Imatge 155. La Girona del segle XVII en tres dimensions	67
Imatge 156. La Girona del segle XIX en tres dimensions	68
Imatge 157. La Girona dels anys 50 en tres dimensions	69
Imatge 158. La Girona de 1994 en tres dimensions	70
Imatge 159. La Girona de 1994 en tres dimensions	71

ÍNDEX DE MAPES DE L'ANNEX (Volum III)

Mapa 1. Mapa base de Girona	287
Mapa 2. La Girona romana	4
Mapa 3. La Girona del segle XIII	5
Mapa 4. La Girona de principis del segle XX	6
Mapa 5. La Girona de 1950	7
Mapa 6. La Girona de 1994	8
Mapa 7. La Girona romana	9
Mapa 8. La Girona del segle XIII	10
Mapa 9. La Girona de principis del segle XX	11
Mapa 10. La Girona de 1950	12
Mapa 11. La Girona romana	23
Mapa 12. La Girona visigòtica	24
Mapa 13. La Girona del segle XIII	25
Mapa 14. La Girona del segle XV	26
Mapa 15. La Girona del segle XVII	27
Mapa 16. La Girona del segle XVIII	28
Mapa 17. Les inundacions de 1962	45
Mapa 18. Les inundacions de 1970	46
Mapa 19. L'evolució urbana de Girona: del romans a 1994	62
Mapa 20. L'evolució urbana de Girona: del romans al s. XVII	63
Mapa 21. L'evolució urbana de Girona: del segle XVII a 1994	64
Mapa 22. Institucions públiques al centre de la ciutat, 1994	83
Mapa 23. Institucions públiques de Girona, segle XVII	84
Mapa 24. Infraestructures i serveis públics al centre de la ciutat, 1994: Parcs, jardins i instal·lacions esportives	85
Mapa 25. Infraestructures i serveis públics al centre de la ciutat, 1994: Ensenyament primari, Secundari i Superior	86
Mapa 26. Infraestructures i serveis públics al centre de la ciutat, 1994: Sanitat,	

Seguretat i Justícia	87
Mapa 27. Infraestructures i serveis públics al centre de la ciutat, 1994:	
Aparcaments i mercats	88
Mapa 28. Infraestructures i serveis públics al centre de la ciutat, 1994: Seus centrals de les administracions	89
Mapa 29. Infraestructures i serveis públics al centre de la ciutat, 1994: Centres culturals i religiosos	90
Mapa 30. Infraestructures i serveis públics al centre de la ciutat, 1994: Transports, comunicacions i altres	91
Mapa 31. Localització de l'oferta immobiliària a Girona, 1994	92
Mapa 32. Preu dels pisos a Girona, 1994	94
Mapa 33. Preu de cases i àtics a Girona, 1994	95
Mapa 34. Preu mitjà dels pisos a Girona per seccions censals, 1994	93
Mapa 35. Principals institucions de Girona, segle XV	111
Mapa 36. Principals institucions de Girona, segle XVII	112
Mapa 37. Principals institucions de Girona, 1994	113
Mapa 38. Les muralles en la trama urbana de Girona a finals del segle XIX	121
Mapa 39. El curs antic del riu Güell	140
Mapa 40. El creixement urbà de Girona, 1950-1994	159
Mapa 41. L'expansió de la trama urbana de Girona, 1950-1994	160
Mapa 42. L'evolució dels límits administratius del municipi de Girona, segle XX	163
Mapa 43. La millora del centre de Girona, anys 80 i 90	168
Mapa 44. Localització de l'oferta comercial a Girona, 1994	179
Mapa 45. Mobilitat laboral diària a l'àrea urbana amb destinació a Girona, 1991	267
Mapa 46. Mobilitat laboral diària a l'àrea urbana amb origen a Girona, 1991	268
Mapa 47. Percentatge de població ocupada resident a l'àrea urbana que treballa a Girona, 1991	269
Mapa 48. Percentatge de llocs de treball a l'àrea urbana ocupats per residents	

a Girona, 1991	270
Mapa 49. Inversió a l'àrea urbana de Girona, 1990-93	257
Mapa 50. Inversió per càpita a l'àrea urbana de Girona, 1990-93	258
Mapa 51. Distribució del nombre d'empreses a l'àrea urbana de Girona, 1992	255
Mapa 52. Empreses per càpita a l'àrea urbana de Girona, 1992	256
Mapa 53. Distribució del nombre de treballadors a l'àrea urbana de Girona, 1992	260
Mapa 54. Nivell de renda a l'àrea urbana de Girona, 1992	259
Mapa 55. Nombre d'empreses de la construcció a l'àrea urbana de Girona, 1992	264
Mapa 56. Nombre d'indústries a l'àrea urbana de Girona, 1992	261
Mapa 57. Nombre d'empreses metal·lúrgiques a l'àrea urbana de Girona, 1992	262
Mapa 58. Nombre d'empreses químiques a l'àrea urbana de Girona, 1992	263
Mapa 59. Nombre de comerços a l'àrea urbana de Girona, 1992	265
Mapa 60. Nombre de serveis a l'àrea urbana de Girona, 1992	266
Mapa 61. Línies d'autobusos urbans a Girona, 1994	250
Mapa 62. Distribució de la població a l'àrea urbana de Girona. 1900	251
Mapa 63. Distribució de la població a l'àrea urbana de Girona. 1950	252
Mapa 64. Distribució de la població a l'àrea urbana de Girona. 1991	253
Mapa 65. El creixement demogràfic de l'àrea urbana de Girona, 1990-1991	254
Mapa 66. Percentatge de població de Girona sense estudis primaris, per seccions, 1991	186
Mapa 67. Percentatge de població de Girona amb estudis universitaris, per seccions, 1991	187
Mapa 68. Preu mitjà dels pisos a Girona, per seccions, 1994	188
Mapa 69. Preu dels pisos a Girona, 1994	189
Mapa 70. Població de Girona menor de 20 anys, per seccions, 1991	209
Mapa 71. Població de Girona major de 65 anys, per seccions, 1991	210
Mapa 72. Índex de dependència de la població de Girona, per seccions, 1991	

	211
Mapa 73. Densitat de població de Girona per seccions, 1983	215
Mapa 74. Densitat de població de Girona per seccions, 1993	216
Mapa 75. Població de Girona per seccions, 1983	217
Mapa 76. Població de Girona per seccions, 1993	218
Mapa 77. Evolució de la població de Girona per seccions, 1983-93	219

ÍNDEX DE TAULES DE L'ANNEX (Volum III)

Taula 1. Evolució demogràfica de Girona, 1473-1991	100
Taula 2. Evolució demogràfica de Girona, 1900-1991	156
Taula 3. Evolució demogràfica de l'àrea urbana de Girona, 1990-1991	273
Taula 4. Distribució sectorial de la població activa de l'àrea urbana de Girona	275
Taula 5. Distribució sectorial de la població activa de l'àrea urbana de Girona (%)	277
Taula 6. Metges especialistes de Girona, 1994	245
Taula 7. Nombre de metges dels caps de comarca	247
Taula 8. Concentració de l'ensenyament secundari a l'àrea urbana de Girona	279
Taula 9. Preu mitjà de les cases en els municipis de l'àrea urbana de Girona	281
Taula 10. Distribució de l'oferta de cases a l'àrea urbana de Girona	283
Taula 11. Proporció d'empreses i treballadors	285
Taula 12. Piràmides d'edat dels barris de Girona, 1991	213
Taula 13. Preu dels pisos als barris de Girona	191
Taula 14. Alumnes matriculats a l'UdG, curs 93-94	248

PRESENTACIÓ

PRESENTACIÓ

Introducció

Estem davant d'un canvi molt important en el coneixement del territori. Les tecnologies de la informació permeten representar l'espai en bases de dades geogràfiques, amb moltes més possibilitats que qualsevol mapa convencional.

Els Sistemes d'Informació Geogràfica són una tecnologia especialitzada en el tractament informàtic de dades geogràfiques, de cartografia digital. Per les capacitats que incorporen han esdevingut d'una gran importància i una gran rellevància per conèixer el territori.

Els Sistemes d'Informació Geogràfica -SIG en endavant- estan plenament integrats en les entitats que gestionen el territori, sobretot l'administració local i les grans empreses de serveis públics. El canvi que comporten els SIG és de caire molt més organitzatiu i conceptual que no pas tecnològic. És a dir, un canvi en la manera de conceptuar l'espai i en el procés de tractament de la informació geogràfica.

Quan tota la cartografia d'ús quotidià sigui consultable de manera digital, de forma tan senzilla com un processador de textos, la magnitud del canvi serà molt més plausible que a hores d'ara. L'horitzó temporal per a

PRESENTACIÓ

aquesta situació poden ser els darrers anys 90 i els primers anys del segle XXI. La magnitud del canvi suggereix, segons el parer dels especialistes, que caldran iniciatives didàctiques específiques per educar la societat en el seu conjunt. Les generacions més joves es trobaran, un cop siguin adultes, amb una implantació molt generalitzada de la cartografia digital i els Sistemes d'Informació Geogràfica.

(Dels tres nivells educatius -primari, secundari i universitari- només l'universitari ha respost i integrat amb una certa rapidesa i encert els SIG en els currícula de les disciplines geogràfiques. L'any 1992-93 més de 200 universitats europees oferien cursos sobre SIG. A l'Estat espanyol la xifra rondava les 30 universitats amb l'oferta d'uns 50 cursos, la immensa majoria iniciats en els primers anys 90.

A l'ensenyament secundari només s'han realitzat algunes experiències pilot, comptant Amèrica del Nord i Europa juntes. Hi ha en marxa dues iniciatives molt interessants, una als Estats Units i una altra al Regne Unit. La Unesco té un programa educatiu sobre 'SIG i Teledetecció', que ha produït ja alguns fruits.

A Catalunya s'han engegat als anys 90 diverses experiències pilot, gairebé sempre a l'empara del Programa d'Informàtica Educativa de la Generalitat de Catalunya. La motivació inicial d'aquest treball va venir després

PRESENTACIÓ

de la nostra participació en algunes d'aquestes experiències i després dels encerts i les frustracions que en resultaren.

Partíem de la idea, la tardor de l'any 1990, que la introducció dels Sistemes d'Informació Geogràfica a l'Ensenyament secundari no havia de ser difícil ni complexa, en base al fet que les necessitats dels centres eren molt simples a nivell tecnològic. A hores d'ara, després de diversos intents, la idea encara ens sembla vàlida, però només en el vessant tecnològic. Des d'un punt de vista didàctic l'empresa és molt més complicada del que ens semblava inicialment.

Els centres de secundària són molt exigents amb qualsevol sistema d'informació: ha de ser senzill de fer anar i alhora potent però, sobretot, ha de ser útil per ensenyar. És per això que, didàcticament, la introducció dels SIG a secundària té una complexitat considerable, en bona mesura perquè ara no estem en les millors condicions de fer senzill allò que no n'és, de senzill.

Les dades geogràfiques digitals són escasses, cares i requereixen un tractament previ que sovint ha de fer un especialista. Els programes de SIG complets encara són cars i poc interactius. Malgrat que la situació canvia molt dinàmicament, encara calen uns quants anys perquè la majoria d'usuaris potencials puguin fer un bon ús de les bases de dades geogràfiques. Perquè puguin fer-ho amb senzillesa però sense renunciar a totes les prestacions que necessiten del sistema.

PRESENTACIÓ

El treball parteix de la plena conscienciació que per aconseguir l'objectiu cal un esforç didàctic decidit, al costat d'un esforç tècnic no menys important.

Objectiu del treball

L'objectiu del treball és *establir una metodologia didàctica per introduir els Sistemes d'Informació Geogràfica a l'ensenyament secundari de Catalunya.*

Un cop desenvolupada, experimentarem la metodologia didàctica en l'aprenentatge de la ciutat. Incorporarem els SIG com a eina d'aprenentatge, de manera que els professors de secundària els puguin aplicar fàcilment i eficaç.

*e través de l'aprenentatge de la ciutat, com a exemple, s'ha
una aplicació sobre la ciutat de prova*

Estructura del treball

El treball està format per tres volums en suport paper i per l'aplicació informàtica Urbamedia en un CD-ROM.

El primer i el segon volums descriuen en unes quatre-centes pàgines el plantejament i la realització del treball, que té tres parts: I. Sistemes d'Informació Geogràfica i educació secundària obligatòria, II. Urbamedia, un

PRESENTACIÓ

Sistema d'Informació Geogràfica per analitzar la ciutat de Girona i III.

Conclusions.

La primera part és un estat de la qüestió sobre la introducció dels Sistemes d'Informació Geogràfica a l'ensenyament secundari obligatori. A banda d'explicar breument la utilitat dels SIG, analitza el marc educatiu i el lloc que ocupa la geografia, dins de l'àrea de coneixement "ciències socials". Argumenta l'enfocament adoptat en el treball, la geografia radical. Continua amb la revisió dels corrents didàctics i amb la defensa del constructivisme com a enfocament superador, integrador de les teories de l'aprenentatge i les seves implicacions en el camp de l'ensenyament de la geografia.

La segona part presenta en primer lloc, els trets essencials de la ciutat dels anys noranta, sense entrar en cap cas concret, ordenats en quatre conceptes clau: permanència, canvi, desigualtat i interdependència. En segon lloc analitza el cas de la ciutat de Girona a partir d'aquests quatre conceptes clau. En tercer lloc descriu el desenvolupament de l'aplicació Urbamedia sobre la ciutat de Girona. Es tracta d'un Sistema d'Informació Geogràfica combinat amb una *interfase hipertext* per analitzar la ciutat de Girona sobre la base dels conceptes clau. En darrer lloc recull l'experimentació de l'aplicació Urbamedia en un centre de secundària, analitzant els resultats i les lliçons que hom pot extreure'n.

La tercera part, molt més breu, recull les conclusions generals de tot el treball, que en endavant han de permetre aplicar la metodologia creada a d'altres ciutats i a d'altres temes.

El tercer volum és un *mirall* en paper d'Urbamedia, l'aplicació desenvolupada per analitzar Girona a partir dels quatre conceptes clau. La funció de l'annex és reproduir fidelment, com un *mirall* de paper, l'aplicació Urbamedia per fer-la consultable quan hom no disposa d'un ordinador. Els setanta mapes, les cent cinquanta imatges i la trentena de taules i gràfics estan agrupats en conceptes clau, carpetes i vistes, tots organitzats amb la *interfase hipertext* d'accés.

El primer annex recull la plasmació gràfica, sobre paper, de l'aplicació i de la base de dades. En el segon annex hi ha, en forma de taula, l'estructura d'arxius que formen la base de dades: conceptes clau, carpetes, vistes, cobertures, imatges, taules i gràfics.

L'aplicació informàtica Urbamedia, emmagatzemada en un CD-ROM, és una part molt important del treball, probablement tan important com la resta. Urbamedia és una base de dades geogràfiques sobre la ciutat de Girona i una *interfase hipertext* d'accés. La base de dades té la informació suficient per analitzar la ciutat seguint el guió didàctic elaborat, basat en quatre conceptes clau. La *interfase* facilita la *navegació* de la base de dades a través de les prestacions *hipertext* de menús gràfics i a través d'un índex de mots importants, i posa en marxa el Sistema d'Informació Geogràfica tot carregant les dades que l'usuari ha escollit.

**PART I. SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA I
EDUCACIÓ SECUNDÀRIA OBLIGATÒRIA**

La información procedente de un millar de fuentes fue finalmente canalizada a una sola y muy secreta habitación (...). Finalmente confeccionarían el mapa de combate aéreo del general Chuck Horner, que llegaría a contener setecientos objetivos (...) Los planificadores del combate aéreo que estaban en el Agujero Negro consultaban diariamente, e incluso a cada hora, un documento llamado *Gráfico de Objetivos Básicos*, una lista y un mapa de todo cuanto había en Irak considerado como blanco de ataque.

F. Forsyth, *El Puño de Dios*, 1994.

1. L'actualitat de divulgar els Sistemes d'Informació Geogràfica

Un cop assimilat que les innovacions dels Sistemes d'Informació Geogràfica són de gran rellevància, una de les actuacions que cal plantejar és la seva divulgació. El sistema educatiu és un fòrum privilegiat per a aquesta tasca, especialment l'ensenyament secundari obligatori, ja que garanteix que tots els futurs ciutadans puguin obtenir aquest coneixement.

1. L'actualitat de divulgar els Sistemes d'Informació Geogràfica

Un cop assimilat que les innovacions dels Sistemes d'Informació Geogràfica són de gran rellevància, una de les actuacions que cal plantejar és la seva divulgació. La informació geogràfica és utilitzada quotidianament en la major part de les activitats humanes, emprant mitjans tradicionals com ara el mapa imprès. Els SIG han canviat la manera de representar el territori i les conseqüències de les innovacions introduïdes aviat començaran a arribar a bona part de la població.

El sistema educatiu és un fòrum privilegiat per divulgar el coneixement sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica, especialment els nivells obligatoris. L'ensenyament secundari obligatori és el nivell educatiu escollit en aquest treball per aplicar els Sistemes d'Informació Geogràfica, ja que reuneix dues condicions importants: d'una banda és obligatori per a tota la població i de l'altra els estudiants estan en una edat escolar madura -de dotze a setze anys- que permet assolir aprenentatges més complexos.

El primer apartat del capítol, "Divulgar els Sistemes d'Informació Geogràfica", és una breu reflexió sobre la necessitat de les accions divulgadores dels SIG.

El segon apartat, "Els Sistemes d'Informació Geogràfica a l'ensenyament secundari", explicita el punt de partida i les coordenades de la tesi.

El tercer apartat, "La utilitat de la informació geogràfica digital", és un estat de la qüestió condensat sobre les aplicacions dels SIG.

1.1. Divulgar els Sistemes d'Informació Geogràfica

Els Sistemes d'Informació Geogràfica han introduït d'ençà dels anys vuitanta canvis substancials en la representació, l'anàlisi i la gestió del territori. La magnitud dels canvis, i de les repercussions que estimularan, al nostre entendre obliguen el sistema educatiu a trobar els canals i els mitjans per incorporar-los en les matèries on s'utilitza informació geogràfica.

El nivell universitari ha respost amb una certa celeritat, i ha incorporat els SIG en els currícula i les seves línies de recerca. Com veurem en el capítol segon, la majoria d'universitats europees ofereixen des dels primers anys noranta cursos de SIG en carreres com geografia, ciències mediambientals o enginyeria topogràfica. Diverses promocions de titulats i d'estudiants de postgrau, han arribat ja al mercat de treball i han aplicat els seus coneixements sobre els SIG en les entitats on treballen.

Els SIG ocupen un espai propi dins la indústria informàtica i en els anys noranta estan entre les branques amb majors índexs de creixement. Una part important de les activitats econòmiques ha descobert els beneficis d'incorporar la informació geogràfica digital en les seves activitats. El *décalage* entre la demanda generada a redós dels SIG i l'oferta de professionals especialitzats ha estat cobert en bona mesura amb els cursos universitaris.

El procés de divulgació tot just ha començat. D'una banda, l'efecte difusor de la universitat arriba només a una part de la societat que pot accedir al nivell superior del sistema educatiu. De l'altra, la informació geogràfica i el coneixement del territori són necessitats compartides per la majoria de la societat, si bé ho són amb intensitats, intencions i modalitats diferents. Els SIG han posat a l'abast del consumidor grans volums d'informació geogràfica, molt més grans dels habituals i amb unes possibilitats que van més enllà del que la societat en el seu conjunt pot assimilar en un primer moment. L'efecte immediat ha estat un re-descobriment de la utilitat i el valor de la informació geogràfica per a un ventall molt ampli d'activitats.

Els SIG s'han posat de moda a l'Estat espanyol a partir dels anys noranta, entre els professionals especialitzats en el territori, però també en branques tradicionalment poc interessades en la informació geogràfica: distribució a domicili, màrqueting directe, estudis de mercat ... Per posar un exemple de consum massiu, diversos fabricants d'automòbils ja han anunciat per a la segona meitat dels anys noranta la incorporació a bord d'un petit ordinador que contindrà cartografia digital.

Molts factors apunten vers la generalització de la informació geogràfica digital abans d'acabar els anys noranta, a uns preus assequibles i aplicable a moltes activitats. Per altra banda, la informació geogràfica digital té un valor estratègic elevat, massa elevat per deixar-la únicament en mans dels professionals especialitzats. Cal, en definitiva, iniciar un procés de divulgació del coneixement necessari per utilitzar els SIG. El nostre estudi parteix des de la consciència que cal

L'ACTUALITAT DE DIVULGAR ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

treballar decididament per posar en marxa aquest procés a l'ensenyament secundari obligatori.

1.2. Els Sistemes d'Informació Geogràfica a l'ensenyament secundari

Un dels fòrums privilegiats per a la divulgació dels SIG és l'ensenyament secundari obligatori, pas obligat per a tots els joves entre els dotze i els setze anys. Tant els especialistes en didàctica, els especialistes en l'anàlisi de la ciutat, com els especialistes en Sistemes d'Informació Geogràfica són plenament conscients de les repercussions i la transcendència d'una actuació decidida en aquest nivell educatiu.

Aquest apartat presenta el punt de partida d'aquest treball, que va anar madurant fruit de diverses experiències en la divulgació dels SIG en centres d'educació secundària gironins entre els anys 1990 i 1993.

1.2.1. Les dimensions del repte

La introducció dels SIG a l'ensenyament secundari no és una tasca senzilla. Tal com argumentarem, és un repte d'una certa envergadura si es planteja conjuntament des de les diferents disciplines implicades.

Des de la perspectiva d'un professional dels SIG és fàcil pensar que les necessitats d'aquests usuaris són ben simples, que amb un programa no massa complicat i unes quantes bases de dades cartogràfiques hom pot assolir l'objectiu. Per a un especialista en la didàctica de les ciències socials també és fàcil suposar

que les tasques informàtiques implicades en aquest procés són ben planeres i que d'un moment a l'altre, del veloç ritme innovador de la informàtica sorgirà una mena de processador de textos per a cartografia digital que farà de tot només prement uns botonets.

La realitat, a un cantó i a l'altre, té molts més matisos que intentarem exposar a partir de les lliçons de les experiències pilot dutes a terme entre els anys 1990 i 1993 a diversos centres gironins. L'experiència més important és, amb diferència, Cartomàtica Educativa.

1.2.2. Les lliçons de les experiències pilot prèvies

La tardor de l'any 1990 la Unitat de Geografia i l'Institut de Ciències de l'Educació a Girona posaven en marxa el Taller de Geografia, una aula oberta de geografia per a professors i estudiants de centres de secundària gironins. Cada curs, fins a l'estiu de 1993, el Taller ofería una activitat dirigida als professors i estudiants de secundària.

La primera activitat fou un seminari de divulgació, iniciat la tardor de l'any 1990, de tècniques d'anàlisi geogràfica: anàlisi cartogràfica, interpretació fotogramètrica i cartografia digital. La cartografia digital acaparava, amb diferència, l'atenció dels centenars d'estudiants de secundària que durant tres cursos van anar passant per aquest seminari del Taller de Geografia. En els qüestionaris de valoració, que omplien individualment, expressaven les raons de la seva atracció

L'ACTUALITAT DE DIVULGAR ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

cap a la cartografia digital: l'espectacularitat de les eines informàtiques, la facilitat per generar mapes a gust de l'usuari o les gammes de colors dels mapes impresos.

La major part dels estudiants del taller se sentien motivats per les possibilitats de la tecnologia informàtica que havien utilitzat. No estaven motivats per la seva contribució a l'estudi del territori o la modelització de l'espai. La nostra interpretació d'aquestes preferències és que una de les possibilitats immediates per treure utilitat als SIG en els centres de secundària és incloure'ls en assignatures tècniques o metodològiques, on la finalitat és la mateixa tècnica. El gran avantatge d'aquest enfocament és que els estudiants estan estimulats per treure tot el partit possible del sistema, sense cap altra pretensió didàctica que aprendre la tècnica i la metodologia dels SIG.

Els seminaris del taller van ésser completats d'ençà de la tardor de 1991 amb el projecte Cartomàtica Educativa, fruit de la col.laboració entre la Universitat de Girona i el Programa d'Informàtica Educativa -PIE- de la Generalitat de Catalunya. L'objectiu del projecte era generar material didàctic i una metodologia per introduir els SIG de forma progressiva en els centres de secundària de Catalunya. Aquest projecte va ser l'embrió d'aquest treball, sobretot pel canvi de perspectiva que va introduir.

L'equip de treball estava format per professorat de quatre centres gironins, un responsable del PIE i l'autor d'aquest treball. La primera tasca fou conèixer les iniciatives empreses pel PIE als centres, les seves línies d'actuació i el seu enfocament pedagògic, per poder dissenyar l'encaix adequat de l'experiència que

iniciàvem. En essència, el resultat d'aquesta anàlisi fou que l'enfocament tècnico-metodològic dels SIG era clarament viable i que encaixaria bé en els centres, però calia tenir present que existia l'alternativa d'emprar els sistemes com un recurs pedagògic per aprendre geografia. La segona alternativa té un avantatge important: superar l'estretor d'enfocament d'un curs tècnico-metodològic, on un SIG seria vist com pot ser-ho un processador de textos o un full de càlcul.

Voler utilitzar els SIG com un recurs pedagògic per ensenyar geografia va crear un repte molt gran per al projecte. Va obligar-nos a precisar quines assignatures podrien incorporar els Sistemes d'Informació Geogràfica, dissenyar el procés d'aprenentatge a seguir, elaborar el material didàctic i ensinistrar el professorat en el programa de SIG, emprant en tot moment eines suficientment senzilles d'utilitzar però alhora prou capaces de realitzar les funcions bàsiques d'un SIG. Els centres valoraven com a especialment importants l'entrada de dades cartogràfiques, la interactivitat, la disponibilitat de bases de dades en el mateix format del programa a emprar, les funcions analítiques i la bona qualitat de la representació de resultats.

El projecte va obtenir alguns resultats, però no va complir la major part de les fites fixades. Dels quatre centres implicats, tres van introduir els SIG en alguna assignatura, la meitat de les quals eren d'orientació tècnica (per exemple, Tècniques informàtiques) mentre que l'altra meitat eren d'orientació temàtica (per exemple, geografia de Catalunya). Un cop acabada l'experiència dos centres van continuar treballant amb SIG, però el futur de la línia oberta no hi quedava gens clara.

L'equip va decidir aprofitar el programa que el PIE havia adquirit l'any 1989, *Mapinfo*, perquè era adequat. Es tracta d'un programa alhora senzill i amb la funcionalitat mínima d'un SIG. Es varen escollir dues aplicacions basades en programes de cartografia digital per completar l'anterior: *Geocat* i *Comarques de Catalunya*. *Geocat* era una aplicació que funcionava a partir de Framework i permetia elaborar cartografia temàtica de les comarques de Catalunya amb dades d'un full de càlcul. *Comarques de Catalunya* era una base de dades cartogràfiques per al programa de disseny Paintbrush, que disposava d'un mapa topogràfic simplificat per a cada comarca.

Enllestit el curs d'ensinistrament, el professorat dels quatre centres va mostrar les seves reticències envers el programa *Mapinfo*, perquè el trobaven massa complex, d'una relació rendiment/esforç poc favorable. Les argumentacions sobre la rellevància dels Sistemes d'Informació Geogràfica, sobre la seva progressiva implantació en diferents àmbits de la societat, van servir de contrapès i estímul per superar les reticències. La valoració de *Geocat* i *Comarques de Catalunya* va ser molt més entusiasta, malgrat que aquestes dues aplicacions només serveixen per fer mapes temàtics a escala comarcal, per afegir informació a mapes topogràfics i per treure'n una còpia sobre paper.

L'experimentació dels professors en els seus centres respectius va confirmar les valoracions preliminars. El programa *Mapinfo*, molt més potent, equipat amb moltes més dades, va ser molt poc aprofitat. *Geocat* i *Comarques de Catalunya* van ser els més útils, els més adequats a les necessitats i expectatives dels centres. La

L'ACTUALITAT DE DIVULGAR ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

principal conclusió és que l'esforç realitzat per introduir els SIG no obtindria fruits en el futur si no es tenien presents algunes lliçons. Acabat el curs escolar l'equip de Cartomàtica Educativa va fer una valoració de l'experiència, de la qual ens interessa destacar els següents punts:

- El sistema ha de ser fàcil d'utilitzar, amb *menús* i finestres
- El programa ha d'anar acompanyat de bases de dades, ha d'estar pensat com un sistema d'informació
- El sistema ha d'adequar-se a les necessitats dels centres i a la motivació del professorat
- La representació de dades ha de ser de molt bona qualitat

La interiorització d'aquestes lliçons, de les seves repercussions operatives, va ser l'origen de la tesi.

1.2.3. El punt de partida de la tesi

La decisió preliminar sens dubte més *transcendent* ha estat la doble adscripció *disciplinària* de la tesi. És un treball on actuen tant els conceptes de la didàctica de la geografia com els coneixements sobre Sistemes d'Informació Geogràfica. La didàctica és la peça clau per a un aprenentatge efectiu, perquè domina els instruments i els canals per aconseguir-lo. Ja des de l'inici del treball quedava palès -i més, després de les lliçons del Taller de Geografia- que sense uns plantejaments didàctics adequats els SIG possiblement acabarien essent poc més que un

instrument molt interessant però amb una utilitat docent mediocre. A partir d'aquest raonament, la tesi es basa en la didàctica de la geografia per a experimentar la introducció dels Sistemes d'Informació Geogràfica a l'ensenyament secundari.

L'elecció del tema de treball, la ciutat, ha de ser considerat jeràrquicament secundària si la posem de cantó amb l'adscripció disciplinar. Escollir un tema era necessari per poder acabar generant un recurs d'interès i aprofundir-hi. L'argument principal a favor d'escollir la ciutat ha estat l'alt grau d'urbanització de la societat catalana. Entre altres conseqüències, l'absoluta majoria de la població viu en un entorn urbà i, per tant, és probable que bona part dels estudiants se sentin motivats a emprar l'aplicació Urbamedia si contribueix a analitzar millor la ciutat.

En definitiva, aquest és un treball que cerca aplicar els Sistemes d'Informació Geogràfica a l'anàlisi de la ciutat, a partir dels plantejaments de la didàctica de la geografia. En els capítols que seguiran anirem desenvolupant cadascun dels aspectes necessaris per assolir aquest objectiu.

1.3. La utilitat de la informació geogràfica digital

La qüestió clau de l'aplicació dels Sistemes d'Informació Geogràfica és, en aquest treball, la informació geogràfica. Les característiques dels programes de SIG són molt canviants al llarg del temps, conseqüència del ritme d'innovació constant de la informàtica. L'element més inalterable i alhora rellevant és la informació, i per això pren tot el protagonisme en aquest treball. En el primer apartat dediquem unes ratlles als trets essencials d'un SIG, mentre que en el segon apartat dediquem diverses pàgines a explicar les seves aplicacions, a explicar la utilitat de la informació geogràfica digital.

1.3.1. Els Sistemes d'Informació Geogràfica

Un Sistema d'Informació Geogràfica serveix per capturar, manipular, analitzar, modelitzar i representar dades georeferenciades, amb l'objectiu de resoldre problemes de gestió i planificació. Permet representar el territori en l'ordinador i tractar-lo, amb moltes més possibilitats que amb els mitjans analògics tradicionals.

Un Sistema d'Informació Geogràfica, com tot sistema d'informació, està compost d'una part material -el *hardware*-, d'una part lògica -el *software*-, d'informació i d'organització. El cost ponderat de cada component dins del cost total

d'un projecte fa evident que l'organització és el component més costós. Un SIG no opera en el buit, ni pot autopropulsar-se. Necessita una organització que en faci el manteniment continuat, que actualitzi la informació i que vetlli pel bon funcionament del sistema.

La peculiaritat afegida en un SIG rau sobretot en la complexitat de les dades geogràfiques i la relativa poca maduresa de la tecnologia si la comparem amb altres tecnologies de la informació. Per un cantó, la representació del territori en la base de dades és complexa. Per l'altre, la cartografia digital subministrada per les organitzacions productores no és encara suficient, ni per la seva cobertura ni per la seva tipologia, per satisfer les necessitats dels usuaris.

Una de les aportacions més notables dels SIG és oferir una eina professional eficaç per a gestionar el territori. Una organització implicada en la gestió del territori pot obtenir importants beneficis si utilitza adequadament un Sistema d'Informació Geogràfica. La possibilitat d'integrar les dades entre diferents departaments i entre diferents nivells jeràrquics, està fent ressaltar el valor de la informació territorial per a moltes organitzacions. En aquest context, i pel potencial integrador que ofereix la georeferenciació de la informació, un Sistema d'Informació Geogràfica esdevé una tecnologia de la informació que pot fer augmentar l'eficàcia productiva i estratègica d'una organització de caràcter territorial.

1.3.2. Les aplicacions dels Sistemes d'Informació Geogràfica

La descripció està estructurada a partir d'una tipologia molt senzilla i entenedora, que agrupa les aplicacions en quatre apartats, cadascun amb un seguit d'aplicacions que guarden trets comuns: biòtiques, de gestió, socio-econòmiques i d'escala global

1.3.2.1. Aplicacions biòtiques

Les aplicacions biòtiques dels SIG són unes de les pioneres. Recordem que el primer SIG de la història, el *Canadian GIS*, de final dels anys 60, va néixer per gestionar els recursos naturals de tot Canadà. Els grups d'aplicacions més importants són l'agricultura i els usos del sòl, els recursos naturals i el medi ambient.

1.3.2.1.1. Agricultura i usos del sòl

Durant molts anys les dades de la situació agrícola i dels aprofitaments del sòl han consistit en una recopilació estadística en format digital, acompanyada de cartografia en format analògic. Aquesta disponibilitat de dades permet una visió

parcial i literalment fragmentada de la realitat. L'aparició dels Sistemes de Teledetecció, que cobreixen regularment i contínua la superfície, va representar ja als anys 70 un avenç notable per a l'estudi dels usos del sòl i l'agricultura.

El segon avenç important fou l'entrada en escena dels Sistemes d'Informació Geogràfica, tot proporcionant majors possibilitats d'analitzar i gestionar les dades geogràfiques, incloent les provinents dels satèl.lits. Amb els SIG s'obrí per exemple la possibilitat d'integrar dades dels satèl.lits meteorològics -com el Meteosat- amb els mètodes estadístics de modelització i de poder simular de manera georeferenciada les previsions meteorològiques. També és possible decidir quin tipus de cultiu és més adequat per a cada situació, tenint en compte el tipus de sòl, el seu grau d'erosió, l'existència d'aqüífers soterranis, la insolació, el pendent, la temperatura i l'altitud. En general, els SIG permeten prendre decisions amb gran flexibilitat i rapidesa sobre la planificació de l'agricultura i l'aprofitament del sòl, tant en territoris de petita extensió com a escala continental o, fins i tot, planetària.

Alguns dels exemples més clars són el ja esmentat *Canadian GIS*, el projecte europeu *CORINE -Coordinated Information on the European Environment Program-* o el seguiment temporal dels fruiters del Segrià per part de la Generalitat de Catalunya.

1.3.2.1.2. Recursos naturals i medi ambient

Els casos englobats en aquest apartat fan referència al tractament, per un cantó, de dades sobre la distribució i els tipus de recursos naturals sobre el territori, com ara bosses de petroli o gas, jaciments de minerals, vegetació, espècies animals o fins i tot aigua. Per l'altre fan referència a l'acció antròpica sobre el medi ambient per poder avaluar la interrelació entre les activitats socio-econòmiques i els recursos naturals.

Les aplicacions dels SIG als recursos naturals més conegudes es troben en països anglosaxons, sobretot als Estats Units. S'han aplicat a la gestió de parcs naturals de gran extensió, a voltes de desenes de milers de K^2 , on agiliten l'actualització dels inventaris forestals per a les talses, la localització òptima d'àrees d'esbarjo o l'obertura de noves pistes per a vehicles. A Catalunya, on els parcs naturals tenen extensions relativament reduïdes i han estat creats més recentment, diversos parcs estan posant en marxa Sistemes d'Informació Geogràfica. Per exemple al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà o el Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa.

Un tipus d'aplicacions no tan difoses, però molt importants, són les de recursos minerals i petrolífers, de les quals podem trobar exemples arreu del món. Aquest tipus de recursos solen estar sota terra, sota el mar o endinsats en les muntanyes. Per aquest motiu les organitzacions explotadores dediquen molts

recursos a determinar acuradament la seva extensió i localització. Aquesta tasca es veu complicada per la necessitat de representar el fenomen en mapes tridimensionals. Els SIG ofereixen models digitals molt potents per representar aquests fenòmens en la base de dades, com ara els Models Digitals del Terreny basats en triangulació -els *TIN*, *Triangulated Irregular Network*- a més de funcions molt potents per analitzar-los, com pot ser la cubicació de terres.

Les aplicacions mediambientals són, la seva immensa majoria, pròpies dels anys noranta, la dècada ecològica, i es poden trobar pràcticament arreu. Els SIG es fan servir per a georeferenciar els abocaments de residus tòxics en rius, els abocadors incontrolats, la contaminació atmosfèrica o l'efecte de la disminució de l'ozó, a Catalunya i molts altres llocs del món (vegeu, per exemple, Comas, Ruiz 1993).

1.3.2.2. Aplicacions de gestió

Si les aplicacions biòtiques són les pioneres, les de gestió són les que concentren més recursos i les que tenen major pes específic. Hi trobem les empreses de serveis públics, com gas o llum, i l'administració pública en general, destacant alguns departaments estatals, l'Administració local i els instituts cartogràfics.

1.3.2.2.1 Cadastre

La fiscalitat de la propietat del sòl és una de les actuacions més característiques dels estats moderns, a remolc d'una de les tasques geogràfiques més velles del món: el registre de la propietat del sòl. Com a dada anecdòtica però representativa de la rellevància del cadastre, fins fa pocs anys a l'Estat espanyol es barrejava la gestió cadastral amb la producció de cartografia de base, sota la figura del Instituto Geográfico Catastral.

El cadastre és un dels impostos més geogràfics, perquè és sempre un percentatge del valor estimat dels immobles, i aquest valor té com a component fonamental el preu del sòl, que està molt determinat per la seva localització espacial. També és un impost molt geogràfic en el sentit purament geomètric, ja que l'import que ha de satisfer el propietari es calcula per a cada m^2 , i cal conèixer, doncs, l'àrea abans de calcular la taxa. I cal fer-ho amb la major exactitud possible, si tenim en compte que el preu és sempre de centenars de milers o fins i tot de milions de pessetes per m^2 en els centres de les ciutats.

El cas cadastral més rellevant per a nosaltres és el del Sistema de Información Geográfico Catastral del Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria del Ministeri d'Economia i Hisenda. El seu principal objectiu és disposar d'una cobertura cartogràfica-cadastral completa de tot l'Estat espanyol -exceptuant el País Basc i Navarra-, a gran escala -1:500 per al sòl urbà i 1:5000 per al sòl rústic- i de qualitat, en un horitzó temporal situat a mitjans de la dècada dels 90.

El govern foral de Navarra disposa d'un dels SIG cadastrals més complets, en part per la reduïda extensió del sòl urbà, tan complet com el de Barcelona o el de Sabadell. En tots els casos l'aplicació cadastral té una importància financera immediata perquè permet recaptar amb major eficàcia, exactitud i justícia social. Sol tenir també gran importància en el procés d'implantació dels SIG, especialment a l'Administració municipal, ja que darrera de l'aprofitament cadastral del sistema solen seguir altres aprofitaments com l'urbanisme, el mobiliari urbà o la planificació de serveis, seguint el model dels anomenats cadastres multipropòsit.

1.3.2.2.2. Administració municipal

Les administracions municipals representen arreu del món el conjunt més important d'usuaris dels Sistemes d'Informació Geogràfica, perquè tenen moltes competències territorials i perquè numèricament són moltes.

La característica més visible d'aquest tipus d'aplicacions és que tracten un ampli espectre d'informació, procedent de fonts molt diferents i referides a diversos departaments. És habitual que un ajuntament de dimensió gran o mitjana s'encarregui de gestionar l'urbanisme, el clavegueram, la xarxa d'aigua potable, els transports públics, el cadastre o el mobiliari públic, activitats totes elles de marcat caràcter territorial.

Cadascuna de les àrees esmentades té entitat suficient per ser considerada per separat i només és en el context de l'Administració municipal on funcionen conjuntament. El component geogràfic de tots aquests jocs d'informació, la seva georeferenciació, és el nexa comú que permet integrar pràcticament tota la informació municipal per mitjà d'un SIG. La base de dades geogràfiques té diverses capes i la primera normalment és la cartografia cadastral, raó per la qual s'acostuma a anomenar-los cadastres multipropòsit. Molts ajuntaments catalans han estat pioners en la posada en marxa d'un SIG més enllà del cadastre, com per exemple els de Sabadell, Barcelona, l'Hospitalet o Manresa.

1.3.2.2.3. Gestió de xarxes de serveis públics

Els serveis públics distribuïts mitjançant xarxes són una de les aplicacions per excel·lència dels Sistemes d'Informació Geogràfica. Les empreses distribuïdores solen realitzar dos tipus de tasques geogràfiques: la planificació i la gestió de les xarxes.

La planificació es realitza a escales cartogràfiques mitjanes i petites, tant per fer estudis de mercat que georeferencien carrer per carrer i illa per illa la demanda futura del servei, el cabal futur de la xarxa, el poder adquisitiu i els tipus d'activitat dels consumidors. L'impacte dels SIG en aquest tipus d'anàlisis està essent

considerablement positiu i és un bon exponent de la incorporació de nous àmbits i nous professionals que treuen profit de la informació geogràfica.

La gestió de xarxes es realitza a escales cartogràfiques grans, per exemple a 1:500 o 1:1000, en el traçat de nous trams, la localització remota d'avaries o la detecció de consum il·legal. Les xarxes d'un sol servei en una gran ciutat tenen milers de quilòmetres, com els 3000 quilòmetres de xarxa d'abastament d'aigua potable de Barcelona, milers de trams, d'encreuaments, de vàlvules, d'embornals o d'escomeses.

Sortosament per als ciutadans i malauradament per a les empreses, les xarxes de serveis estan cada dia més, majorment soterrades, la qual cosa encareix molt la seva construcció però sobretot el seu manteniment. Els SIG, molt més que per a les tasques de planificació de serveis, ofereixen unes prestacions molt adequades per representar digitalment les xarxes. Les grans empreses espanyoles ja tenen en marxa un SIG, com per exemple Gas Natural, la Societat d'Aigües de Barcelona, Telefónica o Unión Fenosa.

1.3.2.2.4. Producció cartogràfica

La producció de la cartografia topogràfica de base sol estar assumida pels governs i corre normalment a càrrec dels instituts cartogràfics especialitzats -com l'Institut Cartogràfic de Catalunya o el Instituto Geográfico Nacional- creats per a tal tasca.

Els instituts cartogràfics treuen molt profit dels Sistemes d'Informació Geogràfica (vegeu per exemple les entrevistes a Jaume Miranda de l'ICC i Joaquín Rodríguez de l'IGN, dins de Comas, Ruiz 1993). Funcions d'un SIG com la depuració d'errors topològics, la transformació de la projecció cartogràfica o la generalització cartogràfica faciliten molt els processos de producció.

A part dels processos productius, els sistemes permeten fer el procés de publicació d'un mapa -fins a l'obtenció de fotolits- de manera totalment digital, automatitzant moltes tasques i aconseguint resultats de gran qualitat. Per aquest motiu, moltes editorials com per exemple l'Enciclopèdia Catalana, Anaya o Aguilar, estan elaborant la seva cartografia mitjançant Sistemes d'Informació Geogràfica. La cartografia del segle XXI serà bàsicament digital i molt probablement predominaran els atlas digitals, com ara l'Atlas electrònic de Catalunya publicat l'any 1993 per l'Institut Cartogràfic de Catalunya amb suport CD-ROM.

1.3.2.2.5. Militars i de seguretat

Les aplicacions militars i policiaques són amb tota probabilitat les més desconegudes, pel fort component de confidencialitat que normalment les caracteritza. Habitualment no es coneixen fins que no ha transcorregut un cert temps d'ençà la seva posada en marxa. De fet, tota l'economia occidental, els projectes pioners d'investigació i desenvolupament tecnològics estan fortament militaritzats i en podem trobar casos prou evidents.

Una de les aplicacions militars recents, no només evident sinó també televisada de manera simultània a tot el planeta, va ser la Guerra del Golf entre Irak i els Estats Units. En aquell conflicte els SIG van utilitzar-se per descobrir l'emplaçament de l'exèrcit iraquí a través d'imatges dels satèl·lits. Van utilitzar-se per controlar en temps real -directament en els monitors dels ordinadors-, el desplaçament de centenars de milers de soldats americans en un desert que desconeixien, servint-se de les prestacions dels receptors portàtils de posicionament global, els GPS.

Les aplicacions de seguretat tenen per objectiu principal la prevenció, el control i l'actuació davant diferents situacions de crisi (DoE 1987). Els usuaris potencials solen ser les policies, els bombers i els cossos de protecció civil, però també les organitzacions que actuen davant de catàstrofes amb component territorial, com els desastres petrolífers. Una aplicació prou coneguda va ser la dels cossos de seguretat espanyols durant els Jocs Olímpics de Barcelona, que van

desenvolupar un SIG per coordinar els desplaçaments dels nombrosos *VIPS* per la ciutat (Moreno, Bensadón 1992, Alvaredo, Gómez 1992).

1.3.2.3. Aplicacions socio-econòmiques

Aquest grup d'aplicacions tindrà un avenç significatiu durant els anys 90, a mesura que disposem de més cartografia digital i els sistemes siguin més senzills d'utilitzar. Ara per ara hi podem trobar aplicacions demogràfiques i de geomàrqueting.

1.3.2.3.1 Demogràfiques

Els censos de població són un dels reculls estadístics més importants i antics de la nostra civilització, requereixen fortes sumes de recursos per recollir les dades i tractar-les. La informació demogràfica és vital per a la planificació i el desenvolupament de moltes activitats del sector públic i del sector privat. Per exemple, la riquesa de detalls socio-econòmics que el padró d'habitants recull de cada ciutadà interessa tant a l'Ajuntament d'un municipi amb dèficit de llars d'infants, com al Departament de Benestar Social per estimar la demanda futura de residències geriàtriques, com al venedor d'enciclopèdies escolars.

En països com Estats Units el vessant territorial d'aquestes dades és d'una transcendència política enorme, ja que periòdicament s'actualitza la forma i l'extensió dels districtes electorals, operació anomenada *redistricting*. La perversió d'aquesta pràctica, el *Gerrymandering*, beneficia el polític que sap i pot trobar la forma espacial més adient pel districte electoral. El *redistricting* és una tasca eminentment territorial i és una de les aplicacions socio-demogràfiques més importants dels Sistemes d'Informació Geogràfica als Estats Units.

1.3.2.3.2. Geomàrqueting

Els estudis de mercat són una de les activitats més característiques de l'economia capitalista. Mentre que durant els anys 50 i 60 l'objectiu d'aquests estudis era el màrqueting de masses, els anys 70 i 80 s'iniciava un gir important vers estudis de mercat que analitzen un territori molt menor i actuen a una escala cartogràfica més gran.

El geomàrqueting es basa en la disposició d'informació geogràfica suficientment detallada per permetre a les empreses localitzar i caracteritzar la demanda i la competència existent, a fi d'ajudar a vendre millor els seus productes (Beaumont 1991). Els SIG prenen un paper rellevant perquè permeten integrar cartografia i estadístiques, i extreure anàlisis que permetran prendre decisions prou importants per a l'empresa que l'ha encarregat.

Com a exemple d'un ús operatiu del geomàrqueting hi ha algunes empreses de repartiment de paqueteria -com Motobala Courier, a Barcelona-, de pizzes a domicili o de màrqueting directe -com Publienvío, a Barcelona- que es basen en un SIG per al seu treball operatiu.

Com a exemple significatiu de l'ús analític del geomàrqueting podem citar l'estudi de mercat que la firma Mercedes-Benz va encarregar a la Universitat d'Utrecht. Mitjançant un SIG es van analitzar les localitzacions actuals dels concessionaris de Mercedes-Benz i dels competidors. Es van contrastar amb la localització de la demanda actual, tot buscant possibles intersticis espacials d'insatisfacció de la demanda, i amb l'expansió demogràfica prevista fins a l'horitzó de l'any 2010. Aquest estudi de mercat, que cobria tot Holanda, va ajudar Mercedes-Benz a planificar la seva expansió territorial futura.

1.3.2.4. Aplicacions a escala global

En els darrers anys diferents organismes públics com la Comunitat Europea o les Nacions Unides han engegat anàlisis territorials a escala continental i mundial sobre els desequilibris que pateix el medi ambient. La major part d'aquests treballs recullen multitud de variables de tipus geogràfic i en gairebé tots els casos els Sistemes d'Informació Geogràfica hi tenen un paper rellevant.

1.3.2.4.1. El projecte europeu *CORINE*

El projecte *CORINE*, *Coordinated Information on European Environment*, fou posat en marxa l'any 1985 per la Direcció General XIII de la Unió Europea. El seu objectiu és coordinar i assegurar la consistència de la informació sobre l'estat del medi ambient i els recursos naturals (Mounsey 1991).

L'enfocament ampli del projecte va portar a identificar algunes prioritats. Primerament, es van concentrar esforços a millorar la disponibilitat i compatibilitat de dades entre els estats membres, desenvolupant els mecanismes apropiats per a la gestió integrada de les dades mediambientals. Segonament, s'establiren tres temes de treball concrets: els biòtops, els dipòsits de materials nocius i la protecció del medi ambient a la Mediterrània (Mounsey 1991).

Una de les tasques més dificultoses del projecte ha estat l'homogeneïtzació d'escala i projeccions cartogràfiques, de paràmetres de mesures, de classificació i altres peculiaritats metodològiques a nivell estatal. A tall d'exemple hem de recordar que França és dels únics països del món on no s'ha adoptat com a estàndard la projecció cartogràfica UTM, ja que continua emprant una de coordenades planes creada per un francès, la de Lambert. Ja des d'un bon començament s'adoptà la decisió d'emprar un Sistema d'Informació Geogràfica que actués de pal de paller de totes les dades a tractar, a causa de la seva flexibilitat, les seves grans possibilitats per integrar dades ben disperses i la seva capacitat analítica.

A hores d'ara el projecte *CORINE* continua en marxa i és una de les bases de dades mediambientals a escala continental més importants del món, i és utilitzada quotidianament per la UE com a suport de les decisions territorials que pren.

1.3.2.4.2 Les bases de dades mundials

Existeix un bon nombre d'aplicacions dels SIG a escala planetària, gairebé totes sobre medi ambient, agricultura i recursos naturals. Tot seguit comentem només els projectes més representatius, renunciant a fer una crònica exhaustiva.

En primer lloc destaquen les iniciatives de l'ONU, especialment el projecte *UNEP, United Nations Environmental Program*. El seu objectiu és coordinar globalment el seguiment del medi ambient i l'estudi del clima, els oceans, els recursos renovables i la pol·lució a nivell mundial.

Una de les primeres actuacions fou l'establiment d'un model dels processos de desertització, en relació a l'estat dels sòls, la vulnerabilitat de la terra a la desertització i la pressió de les activitats antròpiques (Aronoff 1989). A partir de dades climàtiques, d'usos i composició dels sòls, de vegetació i de models de desertització elaborats per la FAO es va poder cartografiar la situació present i diferents horitzons futurs. Els resultats han servit, òbviament, d'una valuosa ajuda per alertar la societat de la problemàtica de la desertització i per planificar mesures correctores.

En tercer lloc trobem iniciatives similars, dutes a terme per diversos departaments de l'administració federal nord-americana. Destaca el treball de la NASA, el Earth System Science Program, que estudia multitud d'aspectes. També destaca el projecte NOAA -National Oceanic and Atmospheric Administration- que tracta aspectes sobre el canvi climàtic.

1.4. Recapitulació

La informació geogràfica digital té un valor estratègic elevat, massa elevat per a deixar-la únicament en mans dels professionals especialitzats. Per aquest motiu, cal iniciar un procés de divulgació del coneixement necessari per utilitzar els SIG. El nostre estudi parteix des de la consciència que cal treballar decididament per posar en marxa aquest procés a l'ensenyament secundari obligatori.

La introducció dels SIG a l'ensenyament secundari no és una tasca senzilla. Tal com argumentarem, és un repte d'una certa envergadura si es planteja conjuntament des de les diferents disciplines implicades.

Hem de ressaltar la diversitat d'utilitats socials de la informació que gestiona un Sistema d'Informació Geogràfica. Les seves aplicacions són múltiples perquè bona part de les activitats humanes es poden representar amb major eficàcia mitjançant dades territorials.

L'exposició de les aplicacions biòtiques, les de gestió, les socio-econòmiques i les globals més representatives, ens sembla que explica prou clarament la utilitat dels SIG i deixa intuir l'interès social en aquesta tecnologia.

Diversos vectors apunten en una mateixa direcció: a un increment continuat i substancial del mercat d'usuaris dels SIG i de la informació geogràfica al llarg dels anys 90. No només creixerà sinó que es diversificarà, de manera que és del tot probable que cap a l'any 2000 algunes aplicacions actuals quedin arraconades per les més innovadores.

La dècada dels 90 serà probablement un canvi de tendència, una nova etapa de definitiva expansió dels SIG, tant pel que fa al vessant tecnològic com pel que fa a les aplicacions de la informació geogràfica digital.

The "wired city" is now a reality, not only through cable or telephone line networks, but through a variety of telecommunication technologies that lend extraordinary versatility to the system. (...) Localities -cities and regions- must also be able to find their specific role in the new informational economy. This is possibly the most difficult dimension to integrate into a new strategy of place-based social control, since a precise and major characteristic of the new economy is its functional articulation in the space of flows.

Castells, *The informational city*, 1989

2. L'educació sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica

L'educació sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica és un factor clau per aconseguir la plena assimilació d'aquesta tecnologia de la informació a la societat. El capítol fa, d'una banda, una caracterització de la demanda de formació del sector i, d'una altra banda, una revisió de l'oferta de formació del sector educatiu, amb un èmfasi especial en el nivell universitari i secundari.

Capítol 2. L'educació sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica

L'educació és un factor clau per aconseguir que la societat assimili i frueixi de les noves tecnologies. Ho és molt especialment en tecnologies tan innovadores i reactives com els Sistemes d'Informació Geogràfica.

Tal com ha mostrat el capítol primer, estem davant d'unes eines informàtiques molt adequades per representar, analitzar i gestionar el territori. Les seves aplicacions professionals abasten un ampli ventall d'organitzacions que treballen amb informació geogràfica, des d'organismes militars, l'Administració local, la distribució de gas natural fins als estudis de mercat. Quina és la resposta que pot donar-hi el sistema educatiu?

El primer apartat, "El repte d'educar sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica", és una reflexió teòrica que revisa els principals reptes educatius que la situació planteja.

El segon apartat, "La formació d'especialistes dels Sistemes d'Informació Geogràfica", caracteritza els principals tipus de perfils professionals relacionats amb un SIG, assenyalant els que tenen major demanda en el mercat laboral.

El tercer apartat, "L'educació universitària. Un estat de la qüestió", analitza la resposta que ja ha donat l'educació universitària espanyola per formar especialistes.

El quart apartat, "Les experiències de SIG en l'educació secundària a nivell internacional", revisa les respostes que puntualment s'han començat a donar per a la introducció dels SIG a l'educació secundària. S'analitzen experiències pilot dutes a terme a Estats Units, Regne Unit i Catalunya.

2.1. El repte d'educar sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica

Els SIG i la informació geogràfica tenen un ús profundament interdisciplinar. A nivell educatiu això significa que és possible posar l'accent formatiu en aspectes molt diferents i des de disciplines tan diverses com geologia, topografia, telecomunicacions, botànica, arqueologia o geografia. La tecnologia SIG s'ha nodrit d'altres tecnologies i tècniques, com per exemple la cartografia automàtica, els sistemes gestors de bases de dades o els sistemes de teledetecció. Aquesta vessant interdisciplinar suposa una dificultat important a l'hora de dissenyar cursos adequats a les necessitats de la societat.

Un altre element de diversitat ha estat la doble possibilitat d'entendre els SIG, bé com una tecnologia bé com un cos de conceptes. Entesos com tecnologia, l'educació ha de centrar-se bàsicament a entrenar els usuaris en el funcionament d'un *software* SIG determinat, com si fos l'entrenament en qualsevol altra tècnica. Entesos com un cos de conceptes, l'educació ha de concentrar-se en la metodologia, la base teòrica i en el seu grau d'innovació per a les disciplines amb les quals té relació.

Les organitzacions tenen en els SIG un repte educatiu intern molt més gran que els exposats. No hem de perdre de vista que per a les organitzacions els majors canvis i la principal problemàtica que acompanyen la introducció d'un

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

SIG no són d'ordre tecnològic, donat el nivell relativament satisfactori assolit per la tecnologia, sinó d'ordre organitzatiu.

Els SIG són una tecnologia informàtica *reactiva* perquè a més d'actuar directament en uns processos determinats estimulen nous mètodes per tractar les qüestions territorials. Posar en marxa un Sistema d'Informació Geogràfica en una organització va més enllà de posar en marxa altres tecnologies de la informació que realitzen tasques molt més concretes i manegen informació molt més simple, com per exemple els sistemes gestors de bases de dades que solucionen la comptabilitat o el padró d'habitants (Huxhold 1991).

Les organitzacions requereixen especialistes que s'adaptin a les seves necessitats, capaços d'educar i motivar els seus companys per adaptar-se a la nova situació creada amb la posada en marxa d'un SIG. Necessiten especialistes formats, però que alhora puguin educar els seus companys mitjançant formació interna i transmetre'ls motivació, convicció, habilitats concretes i realistes.

Evidentment, trobem plantejaments pedagògics sobre els SIG molt diferents segons el nivell del sistema educatiu: l'educació universitària, la secundària, la primària i l'educació no reglada. A l'educació universitària se li demana sobretot la formació d'especialistes i de professionals de disciplines territorials que siguin usuaris dels Sistemes d'Informació Geogràfica. Una de les seves especificitats és donar prioritat a l'educació sobre els principis, conceptes i mètodes per sobre de l'entrenament.

L'educació no reglada es distingeix per ser eminentment pràctica i pragmàtica. Siguin acadèmies de formació, distribuïdors de *software* o els departaments de formació interna d'una organització, la gran majoria de l'educació no reglada vol ensinistrar tècnics especialitzats en el funcionament d'un programa de SIG determinat.

L'educació secundària (i la primària) encara no ha introduït els Sistemes d'Informació Geogràfica en el currículum, a banda d'algunes experiències pilot. La pressió exercida directament per la demanda laboral del sector comercial sobre l'educació universitària i la no reglada va esperonar una reacció molt intensa i àgil, que no ha tingut lloc en el nivell secundari.

2.2. La formació d'especialistes dels Sistemes d'Informació Geogràfica

L'educació sobre els SIG reuneix una sèrie d'activitats dirigides a formar professionals capaços de fer-los funcionar correctament, de manera que satisfacin tant les necessitats del mercat laboral com el comprensible anhel de formació dels mateixos professionals. En els tres apartats que segueixen ens aproximarem a la demanda a partir de caracteritzar la composició del sector dels SIG, els perfils dels professionals i, finalment, les demandes actuals d'especialistes.

2.2.1. El sector dels Sistemes d'Informació Geogràfica

Malgrat les escasses dades existents sobre el mercat laboral, podem parlar a nivell internacional de tres grans sectors que demanden professionals dels SIG. En primer lloc l'administració pública, en segon lloc les empreses privades i en tercer lloc les empreses de serveis públics, com reflecteix la taula 2.1.

A Amèrica del Nord s'estima que cadascun dels tres segments representa prop d'un terç del mercat. A Espanya, a inicis dels anys 90 les empreses privades que usaven els SIG representen aproximadament un 10% del sector, mentre que l'Administració pública representa el 40%-50%, les empreses de serveis públics

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

com gas, aigua o electricitat el 30%-40% i les universitats el 10%, sempre pel que fa al volum d'activitat.

Taula 2.1. Grans sectors que utilitzen els SIG

Administració pública
Planificació territorial
Recursos naturals
Usos militars
Gestió cadastral
Transports
Obres públiques
Plans d'emergència
Localització de serveis
Empreses privades
Explotació de gas i petroli
Extraccions mineres
Estudis de mercat
Valoració del sòl
Logística i distribució
Serveis públics
Xarxes elèctriques
Xarxes telefòniques
Xarxes de gas
Xarxes d'aigua
Xarxes de clavegueram

Aquesta composició del sector a Espanya als primers anys noranta indica el protagonisme de l'Administració pública i les empreses de serveis públics en la demanda de béns i serveis relacionats amb els Sistemes d'Informació Geogràfica, incloent la contractació de professionals. Indica també un fet que hem anat constatant repetidament: l'ús de la informació geogràfica en gran diversitat de departaments i aplicacions.

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

Un dels únics casos ben documentats és el de les administracions locals britànica i nord-americana. En el cas britànic, comprnent des de l'Administració regional fins a l'Administració comarcal, l'any 1991 el 16% de l'Administració local ja havia posat en funcionament un SIG, xifra que podria pujar fins al 25% l'any 1992, sempre segons l'estudi de Campbell i Masser (1991, p. 534).

Aquestes dades coincideixen a grans trets amb d'altres estudis similars realitzats als Estats Units, la qual cosa reforça la seva representativitat. Aquest percentatge representa en els casos britànic i nord-americà cents d'administracions locals, milers de milions en inversions en equips informàtics, desenes d'empreses de serveis i, evidentment, milers de professionals que s'han especialitzat en els Sistemes d'Informació Geogràfica.

Els estudis realitzats al Regne Unit i als Estats Units també coincideixen a assenyalar un fet encara més important per la seva possible transcendència futura. La majoria de les instàncies de l'Administració local desitgen posar en marxa un SIG i identifiquen dos tipus de problemes que ho impedeixen: la manca de finançament i la manca de personal qualificat. La manca de personal qualificat ha estat la demanda que ha aparegut més freqüentment d'ençà de la meitat dels anys 80 i en aquest sentit no és cap demanda nova.

La novetat de les demandes laborals rau alhora en el major grau d'exigència i en la seva actualitat, després d'uns quants anys de formar noves promocions i reciclar tècnics en actiu. Durant alguns anys, a partir de l'etapa expansiva dels últims anys vuitanta, les empreses i les universitats oferiren cursos

i més tard material didàctic malgrat desconèixer amb detall la demanda del mercat laboral (Toppen 1991; Gittings, Healey, Stuart 1993) i per tant tendiren a cobrir les necessitats generals.

L'efecte d'aquests cursos ha estat positiu perquè els estudiants millor preparats han contribuït en la seva vida professional a fer avançar el sector. Malgrat els seus efectes, i insistim que aquesta és la novetat, encara perduren en els primers anys noranta demandes de personal qualificat.

Les demandes s'agrupen en dos perfils bastant concrets: els administradors de la informació i els analistes d'aplicacions o usuaris especialitzats. En l'apartat següent revisarem el ventall de perfils professionals, entre els quals es troben els dos esmentats.

2.2.2. Els perfils professionals i la formació requerida

És necessari caracteritzar els perfils dels professionals que requereix un Sistema d'Informació Geogràfica juntament als respectius requisits de formació, a fi d'orientar més clarament l'acció educativa. En base al treball de Toppen (1991) distingirem tres grans tipus de perfils professionals, a partir de les tasques relacionades amb el funcionament d'un Sistema d'Informació Geogràfica: administrador, usuari i desenvolupador.

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

L'administrador s'encarrega de gestionar les qüestions generals, com pot ser la relació dels diferents departaments de l'organització amb el sistema, l'acompliment dels objectius i la planificació del projecte. Una altra tasca pròpia de l'administrador és el manteniment general del sistema informàtic, regulant l'accés de diferents usuaris, la protecció de dades o les còpies de seguretat.

L'administrador necessita coneixements de gestió empresarial, una sòlida base en informàtica -al nivell d'un graduat- i conèixer els Sistemes d'Informació Geogràfica i les aplicacions d'aquesta informació. En organitzacions grans la figura de l'administrador pot desdoblar-se en un administrador en cap, un tècnic del sistema i un especialista de la informació.

L'usuari es caracteritza per aplicar la informació geogràfica a les seves tasques departamentals. Aquest serà el grup predominant de professionals relacionats amb els Sistemes d'Informació Geogràfica a final dels anys 90, i s'hi poden diferenciar dos perfils: usuari ocasional i usuari especialista.

L'usuari ocasional té el perfil d'un arquitecte, un geògraf o un economista, que es caracteritza per utilitzar el sistema esporàdicament i per requerir entorns informàtics molt amigables i simplificats. L'usuari especialitzat és un professional que treballa diàriament amb els SIG i els aplica a les seves tasques laborals. Se'l considera un analista d'aplicacions perquè entén les necessitats temàtiques específiques d'un departament o un projecte i alhora coneix a fons el funcionament tècnic del sistema.

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

L'usuari especialitzat és un professional de l'ordenació territorial caracteritzat per haver rebut cursos de SIG dins de la carrera i en postgraus d'especialització, incloent tècniques de programació informàtica i una sòlida base teòrica sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica. L'usuari ocasional és un professional lligat a l'ordenació territorial i mediambiental, que ha rebut una educació elemental sobre els SIG durant els seus estudis, com ara formació interna de la seva organització o per mitjà d'un curs intensiu.

El desenvolupador és un tècnic informàtic que crea o adapta el sistema per satisfer les necessitats dels usuaris i administradors. Normalment no té tanta sensibilitat per l'aplicació temàtica de la informació, ja que ha de concentrar-se en qüestions tècniques.

Taula 2.2 Llocs de treball i formació requerida

Camp de coneixement	Administrador			Usuari		Desenvolupador
	A	B	C	A	B	
Gestió empresarial	3	1	-	-	-	-
Enginy. informàtica	-	3	3	-	-	-
Program. informàtica	-	1	2	3	-	3
Geografia, Planificació	-	-	-	3	3	-
SIG - Teoria, conceptes 1	2	1		3	2	2
SIG - Aplicacions	1	2	2	3	2	1
SIG - Entrenament	-	-	-	3	3	-

Administrador: A. General; B. Sistemes; C. Informació Geogràfica
 Usuari: A. Especialista; B. Ocasional
 Grau d'importància del coneixement: - Cap importància; 1. Poca importància; 2. Molta importància; 3. Màxima importància

Font: Elaboració pròpia a partir de Toppen (1991)

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

Cadascuna d'aquestes figures necessita uns coneixements específics que podem definir a partir dels diferents camps de coneixement que intervenen en la seva formació. Els més habituals són la gestió empresarial, la informàtica, la geografia, l'ordenació del territori, la teoria sobre els SIG i l'entrenament en el *software* SIG a utilitzar (Toppen 1991). La taula 2.2 caracteritza la relació entre els tres perfils professionals i els camps de coneixement de la seva formació. En la taula es pondera de 0 fins a 3 la importància del camp de coneixement en la formació de cada tipus de professional.

2.2.3. Una aproximació a la demanda d'especialistes

El mercat no necessita d'igual manera, ni valora per tant d'igual manera, tots els perfils professionals anteriors. Durant els anys noranta es confirma de forma molt clara la necessitat de dos perfils per sobre de la resta: els administradors de la informació i els analistes d'aplicacions o usuaris especialitzats.

Els administradors de la informació tenen la missió de garantir la qualitat i idoneïtat de les bases de dades geogràfiques. Se'ls sol demanar que dominin a fons la teoria i la pràctica dels Sistemes d'Informació Geogràfica alhora que altres tecnologies de la informació que hi estan relacionades, així com metodologies d'enginyeria de *software* com pot ser el disseny estructurat (Gittings, Healey, Stuart 1992).

L'escassetat d'aquests professionals és una de les causes importants que frenen una adopció més generalitzada de la tecnologia, especialment en els casos amb un cert endarreriment inicial com el d'Espanya. La majoria d'anuncis d'oferta de treball relacionats amb els SIG que apareixen en els diaris demanen o bé administradors, o bé analistes de la informació.

Opinions tan autoritzades com la de Marx, director de la Divisió Geogràfica del US Census Bureau d'Estats Units, o la de Morrison, executiu del Geological Survey dels Estats Units coincideixen a assenyalar que durant els anys noranta es mantindrà la demanda d'aquests professionals (Gilmartin, Cowen 1991). Fan falta professionals del perfil d'un graduat en informàtica, especialitzat en els SIG, que garanteixi la construcció i el manteniment de les bases de dades geogràfiques.

Una segona demanda professional també clara i reiterada és la necessitat de formar analistes d'aplicacions, usuaris especialistes en l'explotació de les bases de dades existents de forma que satisfacin les demandes específiques i complexes de sectors professionals com la gestió cadastral, la modelització meteorològica, la valoració del sòl, la gestió de xarxes elèctriques o els estudis de mercat.

La important magnitud d'aquesta demanda està avalada per experts com Dangermond, president de Environmental Systems Research Institute o, de nou, Morrison, quan coincideixen a assegurar que durant els anys 90 aquest és un dels perfils professionals que el mercat laboral necessitarà en majors proporcions

(Gilmartin, Cowen 1991; Aangeenbrug, Hafen, Knick 1992). "Els professionals que comencen han de tenir una bona formació en alguna disciplina. Crec en l'educació interdisciplinària, però també crec que els professionals dels Sistemes d'Informació Geogràfica han de tenir una disciplina sòlida on començar, com geografia, geologia o arquitectura. Una segona especialitat tècnica com informàtica pot servir per a millorar i complementar la seva formació per al mercat laboral" (Dangermond, a Gilmartin, Cowen 1991, p. 266).

Com ja hem dit, la demanda d'analistes d'aplicacions o usuaris especialitzats serà numèricament molt superior a la dels administradors o analistes de la informació. Tots dos perfils són a hores d'ara molt necessaris per garantir el correcte funcionament dels Sistemes d'Informació Geogràfica.

2.3. L'educació universitària. Un estat de la qüestió

En aquest apartat presentarem una radiografia de l'ensenyament dels Sistemes d'Informació Geogràfica a les universitats de l'Estat espanyol, a fi de tenir una visió global de quina és la formació especialitzada que les universitats ofereixen en el moment present, emmarcant-ho en el context europeu.

2.3.1. El context europeu

A grans trets l'ensenyament dels Sistemes d'Informació Geogràfica a Europa es caracteritza en primer lloc per l'alt nombre de cursos, la majoria en plans d'estudi no especialitzats, i en segon lloc per les diferències regionals existents entre l'Europa central i l'Europa mediterrània. Segons les dades d'un estudi realitzat l'any 1992 (Masser, Toppen 1992, 1993), un centenar de departaments oferien en el curs 1991-92 més de 200 cursos sobre SIG a tot Europa.

En el 90% dels casos el nombre de professors dels cursos no arribava a cinc per cada departament i en molts casos eren un o dos. La majoria de departaments acollien una única assignatura sobre SIG, gairebé sempre anual, en els últims anys de la carrera i per a grups de deu i vint estudiants. Pel que fa a la metodologia didàctica, la gran majoria combinava lliçons teòriques amb

exercicis pràctics, en aules informàtiques equipades amb ordinadors de tipus PC. Més d'un terç dels cursos incorporava un projecte de curs com a part important en la formació de l'estudiant.

El sector de la informació geogràfica i dels SIG està en general molt més avançat a Europa occidental i central que a l'Europa meridional, la qual cosa repercuteix també en el sistema educatiu universitari. Com ha indicat l'estudi de Masser i Toppen, quatre de cada deu departaments que ensenyaven SIG l'any 1991-92 a Europa central ho feien en aules informàtiques amb més de deu ordinadors, mentre que a la resta d'Europa només un de cada deu departaments arribava a aquesta situació. Els plans d'estudi especialitzats, on l'ensenyament sobre SIG representava més del 20% de les assignatures, estaven molt més presents al centre d'Europa.

2.3.2. L'ensenyament dels SIG a les universitats espanyoles

Les dades on ens basem procedeixen d'un estudi realitzat en el primer semestre de l'any 1993 pels professors Comas i Pujol, de la Universitat de Girona (vegeu Pujol, Comas 1993; Comas, Pujol 1993). Es va enviar un qüestionari escrit a tots els centres universitaris amb algun tipus d'activitat en el camp dels Sistemes d'Informació Geogràfica. El qüestionari emprat es va traduir d'un que ja s'havia utilitzat amb la mateixa finalitat a diversos països europeus.

La identificació dels centres universitaris actius en el terreny dels SIG es féu a partir d'explotar els participants en congressos, els membres de la Asociación Española de SIG i, molt important, la llista de clients universitaris que facilitaren les empreses distribuïdores de *software* SIG a Espanya. El resultat va ser una població formada per 54 centres universitaris d'arreu d'Espanya que tenien algun tipus d'activitat relacionada amb Sistemes d'Informació Geogràfica.

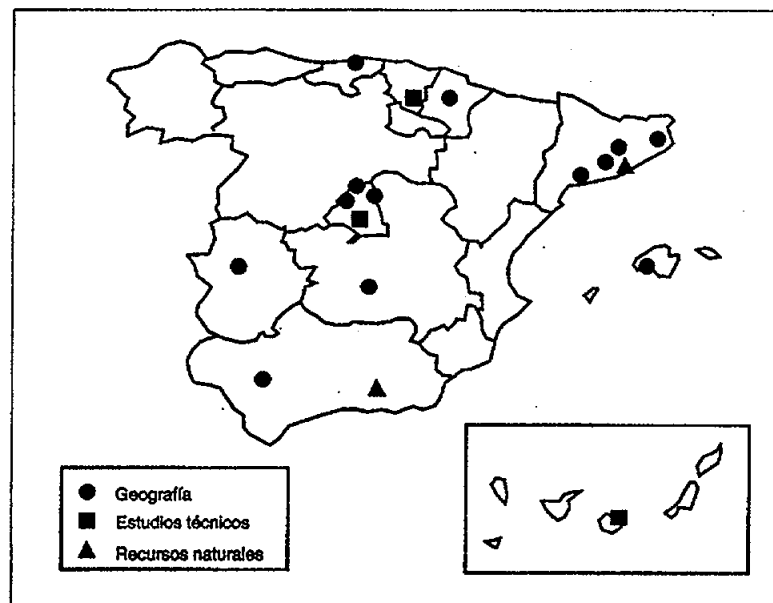
Els qüestionaris retornats, 23 en total, malgrat que són només el 42,5%, són suficients per considerar els resultats representatius, si tenim en compte que els centres que no han respost estan molt més relacionats amb tecnologies de la informació com teledetecció, dibuix assistit o tractament d'imatges que no pas, realment, amb Sistemes d'Informació Geogràfica. Això s'explica perquè a l'hora d'inventariar els centres la definició de SIG és molt laxa i, per tant, volgudament s'afegiren en la llista centres que en la majoria dels casos no han respost el qüestionari. De les 23 respostes, tres indicaven una nivell d'activitat investigadora i docent encara incipient i per això no han estat tingudes en compte en l'explotació de les dades, tasca reduïda a 20 centres.

Els 20 centres universitaris imparteixen un total de 28 cursos, bé dins de la carrera, bé de postgrau i la majoria estan inclosos en plans d'estudi de geografia, tal com mostra el gràfic 2.1. És interessant la presència l'any 1993 de cursos sobre SIG en moltes universitats d'arreu de l'estat, fruit de l'esforç de moltes d'elles des de finals dels anys 80 i, sobretot, d'inicis dels anys 90. Si disposéssim de les mateixes dades d'anys anteriors, observariem nítidament com

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

a finals dels anys vuitanta l'activitat estava localitzada bàsicament a Barcelona i Madrid. Si continua endavant, aquest procés d'expansió significarà l'existència d'activitats pràcticament a cada universitat.

Gràfic 2.1. Universitats amb docència i recerca sobre SIG l'any 1993



Font: Comas, Ruiz (1993), p. 198

D'una altra banda, el gràfic 2.1 no representa aspectes decisius per a dimensionar l'oferta de formació: el pes qualitatiu de cada centre, el volum i la qualitat de llur investigació, la grandària de llurs infraestructures. Si els representés, segurament quedaria patent que com a màxim són una dotzena les universitats on es concentra el gruix de la investigació, de les infraestructures ben dotades i dels cursos de postgrau.

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

Pel que fa al nombre de professors especialitzats en SIG, el 60% dels centres en té un o dos, mentre que en el 30% dels casos el nombre era de tres o quatre. Són una excepció que confirma la regla els centres amb cinc o més professors dedicats als SIG, normalment a causa de cursos de postgrau que reuneixen un alt nombre de professors. Aquestes xifres enllacen amb el fet que la majoria dels plans d'estudi, un 80% del total, tenien un únic curs sobre Sistemes d'Informació Geogràfica, amb la qual cosa sembla lògic trobar pocs professors especialitzats a cada centre.

Quant al nombre d'estudiants, el 40% dels grups eren d'entre 10 i 20 estudiants i el 40% de 20 a 50, mentre que la resta eren menors de 10 estudiants. El tipus de curs predominant, el 60% dels cursos, eren les assignatures de carrera, si bé destaca que el 25% dels cursos són de doctorat i el 15% de postgrau. Sobre el contingut, gairebé un 40% dels cursos combinen teoria, pràctica i projecte de curs, prop d'un 30% dels cursos es basen en la teoria i la pràctica, el 10% són majoritàriament pràctics i el 20% restant són cursos predominantment teòrics.

La infraestructura de *hardware* disponible és de petites dimensions i basada en ordinadors personals, ja que més de la meitat dels centres disposa d'aules informàtiques amb menys de 10 ordinadors de tipus PC. Un xic menys de la meitat dels centres disposen d'aules informàtiques equipades amb més de 10 ordinadors PC mentre que algunes disposen d'aules amb més de vint. El *software* utilitzat és en el 70% dels centres *Arc/Info* i *Idrisi*, seguits de prop per *Atlas*GIS* -

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

en el 50% dels casos, *Mapinfo* i els productes d'Intergraph -40% dels centres-. Altres paquets de *software* com *Map II*, *Erdas*, *Ascodes*, *Genamap*, *Spans*, *System 9* o *Transcad* segueixen en ordre d'importància.

L'oferta educativa de les universitats és en conjunt considerable, sobretot si tenim present el retard cronològic respecte de països com Holanda o Gran Bretanya. La diferència a nivell universitari en l'ensenyament dels SIG entre l'Estat espanyol i Europa central s'ha reduït en els primers anys noranta. Els cursos, les publicacions en castellà, la investigació, la infraestructura i un seguit de factors més configuren una important oferta de formació sobre els Sistemes d'Informació Geogràfica, que encara és insuficient i està creixent.

2.4. Les experiències de SIG en l'educació secundària a nivell internacional

La introducció dels Sistemes d'Informació Geogràfica a l'ensenyament secundari va començar a plantejar-se repetidament a partir de l'any 1990 i donà lloc a diverses experiències en diferents països (Palladino, Goodchild 1993; Wood, Cassettari 1992). El més suggeridor de la seva comparació són les nombroses coincidències que apareixen de forma aïllada en llocs i contextos tan diferents com el Regne Unit, Estats Units o Catalunya.

2.4.1. Estats Units

Els Estats Units han exercit un clar liderat tecnològic en el desenvolupament dels Sistemes d'Informació Geogràfica, la creació d'empreses de serveis especialitzades, bibliografia especialitzada i oferta de cursos a les universitats. També han destacat per haver aplegat un joc de material didàctic molt adequat per al nivell universitari, el *NCGIA Core Curriculum* (:Goodchild, Kemp 1990a, 1990b). En aquesta iniciativa educativa, i en tantes altres d'investigació, ha jugat un paper clau el NCGIA, National Center for Geographical Information and Analysis.

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

L'any 1992 el NCGIA va posar en marxa un projecte de recerca destinat a introduir els SIG en l'educació secundària, el *Secondary Education Program* (Palladino, Goodchild 1993), amb un pressupost propi per investigar, adquirir material i organitzar activitats. El seu objectiu és, per un cantó, posar en contacte la indústria que produeix *software* SIG amb les Higher Schools dels Estats Units, a fi que puguin adaptar millor alguns dels seus productes a les necessitats de la secundària. Per l'altre cantó el NCGIA vol elaborar una metodologia didàctica i un currículum per aplicar els SIG a l'ensenyament de les ciències socials, les ciències naturals i la tecnologia, tant per al professor com per a l'alumne.

El projecte vol ser operatiu, i per aquest motiu organitza seminaris dirigits a professors de secundària que es van celebrant arreu dels Estats Units. Es tracta de cursos intensius d'una setmana de durada que pretenen difondre i alhora estimular la posada en marxa d'iniciatives pilot.

Taula 2.3. Els SIG i l'educació secundària als Estats Units

—	Un liderato claro del National Center for Geographic Information and Analysis, en su <i>Secondary Education Program</i> .
—	Existe una presencia casi nula de la Geografía en la enseñanza secundaria. Existen en marcha fuertes esfuerzos para introducir más temática geográfica y medioambiental, como las <i>Geographic Alliances</i> que en cada Estado estimulan la concienciación sobre el tema.
—	Se ofrecen una serie de seminarios intensivos de una semana promovidos por el NCGIA por todo Estados Unidos para concienciar y formar profesores de ciencias naturales, ciencias sociales y tecnología.
—	Elaboración de material didáctico para el profesor y el alumno. Fuertes alianzas entre la industria norteamericana de los SIG, el NCGIA y algunos centros educativos para adaptar algunos <i>software</i> SIG existentes.
—	Perspectivas difíciles en relación a la baja presencia de temas geográficos. La fuerte presión social sobre el uso de las tecnologías de la información puede mejorar la perspectiva.

Font: Comas, Ruiz (1993), p. 204

En la majoria dels casos les Higher Schools es basen en un centre universitari proper. Fins i tot alguna firma comercial (com per exemple Environmental Systems Research Institute) incentiva les universitats a *prendre en adopció* un centre de secundària, i els regala el programa *Arcview*.

2.4.2. Regne Unit

Al Regne Unit va tenir lloc els anys 1986 i 1987 una experiència pionera molt important per a la introducció de la cartografia digital en l'educació primària i secundària: el *Domesday project*. Va ser promogut per la BBC i pretenia actualitzar un inventari de tot el país realitzat nou segles abans pels conqueridors normands. No s'utilitzaren Sistemes d'Informació Geogràfica, perquè en aquells moments pràcticament no n'existien sobre ordinadors personals, però es va treballar amb cartografia digital representada en monitors de televisió amb videodisc interactiu.

En part per l'encert del *Domesday project*, el National Curriculum (la programació curricular general del país) ja ha incorporat els SIG com a procediment per a l'ensenyament de la geografia, de matèries mediambientals i també de matèries tècniques com delineació. Hi ha en marxa diverses iniciatives, sense un liderat tan clar com el que hi pot haver als Estats Units, com ara els

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

cursos de la Kingston University o el desenvolupament del *software* AESIG per part del professor Freeman.

Taula 2.4. Els SIG i l'educació secundària al Regne Unit

- Iniciativas pioneras y exitosas a nivel mundial, como, por ejemplo, el *Domesday project*. Fue promovido por la BBC británica para actualizar un inventario de todo el país realizado 9 siglos atrás por los conquistadores normandos, basándose en el vídeo interactivo y algunos programas de televisión.
- La programación educativa de Gran Bretaña, el *National Curriculum*, cita explícitamente los SIG en la enseñanza de la Geografía a nivel de secundaria.
- Existen dos grandes posibilidades de introducción: una primera va ligada a la enseñanza de materias afines a la Geografía y temas medioambientales en la secundaria que prepara para los estudios universitarios. Una segunda posibilidad va relacionada con la formación profesional en materias como delineación y tecnologías de la información.
- En Gran Bretaña se está desarrollando un entorno de *software* SIG adecuado, llamado AESIG, dirigido por el profesor Freeman. Experiencias formativas, por ejemplo, en Kingston University.
- Perspectivas halagüeñas debido a la conciencia generalizada en la sociedad británica sobre el uso de la Cartografía y los SIG. Buen papel de la Geografía en la enseñanza secundaria, buena interrelación con algunas universidades.

Font: Comas, Ruiz (1993), p. 203

2.4.3. Catalunya

A Catalunya també hi ha hagut experiències pilot importants, fruit de la convergència de diferents factors. El primer és el bon funcionament del PIE, Programa d'Informàtica Educativa, encarregat dins del govern de la Generalitat de Catalunya de gestionar la compra, el manteniment i la formació informàtiques dels centres educatius. El segon és l'excel·lència de l'Institut Cartogràfic de Catalunya, que ha aconseguit que Catalunya disposi d'una de les millors cobertures cartogràfiques de tot el món. El tercer és l'intens interès de la Universitat de Girona per introduir els Sistemes d'Informació Geogràfica en els

L'EDUCACIÓ SOBRE ELS SISTEMES D'INFORMACIÓ GEOGRÀFICA

centres de secundària de Catalunya, tant per part del Departament de Geografia com de l'Institut de Ciències de l'Educació.

L'any 1991 el PIE i la UdG, amb el suport de l'ICC, van engegar el projecte Cartomàtica Educativa, dirigit a introduir progressivament els SIG en tots els centres de secundària de Catalunya. En el curs 1992-93 els instituts Rafel Campalans d'Anglès, el Salvador Espriu de Salt i el Carles Rahola de Girona van portar a terme l'experiència, tant en forma de crèdit variable específic (de dos trimestres i 2 hores setmanals) com dins de l'assignatura de geografia.

El PIE ha desenvolupat i adaptat diferents programes i bases de dades geogràfiques, de manera que els ofereix a tots els centres de Catalunya. Els més importants són sens dubte el *GeoCat*, *GeoEspa* i *GeoEuro*, dedicats respectivament a Catalunya, Espanya i Europa.

Taula 2.5. Els SIG i l'educació secundària a Catalunya

- Existen experiencias sobre Cartografía asistida y Sistemas de Información Geográfica desde el año 1990. Buena cooperación entre el Programa d'Informàtica Educativa, el Institut Cartogràfic de Catalunya, ambos de la Generalitat de Cataluña y la Universitat de Girona. Formación y difusión a cargo del Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat de Girona desde el año 1990.
- Adaptación, traducción al catalán, incorporación de nuevos datos a *software* de Cartografía asistida, distribuido a 300 centros de enseñanza secundaria y 2.000 centros de enseñanza primaria de Cataluña desde el año 1990: atlas electrónicos, como *PC Globe*; creación de nuevos atlas electrónicos como *GeoCat*, *GeoEuro* y *GeoEspa* como una extensión del *software Framework*; creación de bases cartográficas comarcales para usar con el *software DPaint Deluxe*.
- Proyecto *Cartomàtica Educativa* iniciado en el año 1991, con el objetivo de facilitar la introducción de los SIG en la enseñanza secundaria, bien como una asignatura técnica propia, bien como una asignatura-proyecto en varios centros de secundaria de Cataluña desde el año 1992.
- Varios cursos financiados y auspiciados por el Institut de Ciències de l'Educació de la Universitat de Girona. Jornada *Mapes Intel·ligents a l'aula. Introducció dels Sistemes d'Informació Geogràfica a l'Ensenyament secundari* en junio de 1993 en Girona.

Font: Comas, Ruiz (1993), p. 205

L'ICC ha publicat l'any 1993 l'Atles CD-ROM de Catalunya, el primer atles digital d'aquestes característiques publicat a Espanya, que està pensat per un ventall ampli de públic i que també s'ofereix a tots els centres de secundària que ho desitgin.

La UdG continua oferint cursos de formació permanent sobre Cartografia digital dins del Taller de Geografia, tal com fa des de l'any 1990, gràcies al finançament i l'organització del seu Institut de Ciències de l'Educació.

2.4.4. Una anàlisi internacional comparada

Quan hom analitza en detall les experiències descrites, la primera coincidència interessant és la valoració positiva d'introduir els SIG a l'ensenyament secundari. Hom coincideix en què els SIG permeten molta més flexibilitat i opcionalitat a l'estudiant, que estimulen la cooperació de les disciplines geogràfiques i el treball en equip, ofereixen un mitjà útil per integrar coneixements interdisciplinaris a l'hora de resoldre un problema territorial o mediambiental, en un entorn tecnològic atractiu per a l'estudiant (Palladino, Goodchild 1993; Green 1991).

Hi ha coincidència a l'hora d'assenyalar que els fonaments dels SIG i de la informació geogràfica ja s'ensenyen de fet en diferents matèries, com ara matemàtiques, tecnologia o geografia. Per exemple, el càlcul d'àrees, la mesura