

Determinants de la competitivitat de les petites i micro empreses en un entorn d'innovació

Treball presentat per optar al títol de Doctora en Economia
Programa de Doctorat en Economia
Especialitat: Tècniques i Anàlisi en Economia Aplicada
Bienni 1997-1999
Departament d'Econometria, Estadística i Economia Esp.
Universitat de Barcelona

Doctoranda: Mireia Fernández Ardèvol

Director: Josep Lladós Masllorens

Tutor: Manuel Artís Ortuño

Desembre de 2008

Als meus pares

Agraïments

Aquest és un treball individual que ha estat possible gràcies a la generositat de moltes persones. Tinc un gran deute, personal i intransferible, amb cadascuna de les persones que, d'una manera o d'una altra, han contribuït sense esperar res a canvi. L'esforç, la dedicació, el bon rotllo i l'estimació que m'heu donat mentre mirava de construir aquesta recerca m'ha fet aprendre molt. No només dels llibres sinó de tots i totes vosaltres.

En primer lloc, vull fer constar el meu agraïment als dos mestres que tinc a la UOC: Manuel Castells i Josep Lladós. En Manuel Castells m'ha ofert un context òptim per treballar i créixer com a investigadora. Ha posat al meu abast tot el que necessitava per fer la tesi, i s'ha preocupat d'empènyer-me cap a la seva finalització de forma implacablement amable. Treballar amb ell no és només un privilegi, és un plaer. Igual que també ho és treballar amb en Josep Lladós. Ha exercit de genuí i veritable director, acompanyant-me al llarg de les diferents fases de la recerca. Com diu el refrany, m'ha ensenyat a pescar.

Altres persones també han contribuït de forma directa a aquesta tesi: Eduardo Fernández López i Maria Pujol, amb diferència, són qui més temps hi ha dedicat. Així mateix, Montse Guillén, Jordi Ferran i Eduard Fernández Ardèvol també hi ha contribuït. Val a dir, finalment, que la recerca hagués estat impossible sense la col·laboració de Barcelona Activa i l'equip liderat per Maravillas Rojo.

Una de les coses bones que he trobat a la UOC és un magnífic ambient de treball, cooperador, cordial, divertit, rigorós i rialler. Les persones que esmento a continuació, juntament amb les que ja he esmentat més amunt, són les principals culpables: Anna Sánchez-Juárez, Meritxell Roca, Noelia Díaz, Sandra Santafé, Gisela Ammetller, Inma Rodríguez, Irene Esteban, Joan Torrent, Jordi Vilaseca, Isabel Díaz de Isla, Imma Tubella, David Font, Julio Meneses, Paco Lupiáñez, Carlos Tabernero, Eduard Aibar, Mireia Riera, Teresa Sancho, Francesc Saigí, Josse Sánchez, Neus Martínez, Fàtima de Miquel i Mònica Valero. És de justícia, així mateix, fer un reconeixement especial al Javier Vázquez i la Isabel Carol, que amb un tarannà excel·lent han assumit els esquitxos de treballar a prop meu durant la tardor de 2008.

El grup de recerca d'Anàlisi Quantitativa Regional amb Manuel Artís i Jordi Suriñach al davant, em va obrir les portes al món universitari. Són molts anys de vinculació a la Universitat de Barcelona i al Departament d'Econometria, Estadística i Economia Espanyola. A la secretaria, la Coloma Grandes i la Carmen García tenen cura de què tot rutlli correctament, igual que la Clara Magrané ho va fer uns anys enrere. Als despatxos hi ha alguns companys i companyes que, ja fos per veïnatge o per temes docents, han estat més a prop: Jordi López Tamayo, Raúl Ramos, Javier Romaní, Mònica Reyes, Vicente Royuela, Ernest Pons, Marga Carrillo, Carme Riera, Pilar Abad, Quim Murillo, Esther Vayá, Rosina Moreno, José Ramon García, Manoli Alcañiz, Tomás del Barrio, Susana Marín, Jordi Pons, Josep Ma Martínez Boronat, Carme Muñoz, Núria Viladomiu i Eli Torrelles.

Les amistats, per sort, continueu al mateix lloc. En aquest cas per esmentar a qui encara no he esmentat amb una paraula és suficient: Aventura92.

I què us diré de la gent de casa, de la meva família? Què us puc dir del seu suport incondicional i de tot el que han fet per tal que el meu projecte personal sortís endavant? Els que més de prop ho han viscut i els que es mereixen el premi extraordinari a la paciència són el Jordi i els meus pares, la Carme i l'Eduardo. La meva admiració i el meu més profund agraïment és per vosaltres. El meu germà, l'Eduard, ha estat un fan que sempre m'ha animat en aquesta i en altres històries. Ell, l'Eva, l'Elena i l'Elisenda ha sabut poc de mi durant aquest temps. La Pilar i la Loulou tampoc no m'han vist gaire el pèl. Ni l'Andreu i la Dolors, ni el Jordi (q.e.d.), ni...

Sant Joan Despí, Poblenou, Tibidabo

5 de desembre de 2008

Índex

Agraïments	i
1 Introducció	9
PART I: MARC CONCEPTUAL	17
2 La innovació com a procés	19
2.1. El concepte d'innovació	21
2.2. On se situa la teoria que estudia els processos d'innovació	26
2.3. Característiques de la innovació com a procés	34
2.3.1. Elements que caracteritzen el procés innovador	36
2.4. Un marc analític multidimensional per a l'estudi del procés innovador	47
3 La cooperació, una forma de treball en xarxa	53
3.1. Síntesi d'evidències recents sobre determinants de la cooperació	55
3.2. Definició de xarxa	66
3.3. Motius per a l'establiment de xarxes	70
3.4. Cooperació de base científica: importància i factors determinats	76
3.4.1. Importància de la cooperació de base científica	76
3.4.2. Factors determinants de la cooperació de base científica	78
4 Capacitat d'absorció	91
4.1. La definició de Cohen i Lenvinthal	91
4.2. Limitacions a l'evolució del constructe	93
4.3. Revisions de la definició de capacitat d'absorció	95
4.4. Capacitat d'absorció, innovació i cooperació	101
PART II: METODOLOGIA	107
5 Obtenció de dades: treball de camp	109
5.1. Enquesta a les empreses de l'entorn proper de Barcelona Activa	111
5.2. Enquesta als participants de BarcelonaNETactiva	112
5.3. Obtenció de la matriu de dades definitiva	114
6 Aproximació bayesiana a l'estimació de models d'equacions estructurals	117
6.1. Notació, representació gràfica i conceptes bàsics	121
6.1.1 Notació	121
6.1.2 Representació gràfica: els diagrames de camins crítics	127
6.1.3 Efectes totals, efecte directe i efectes indirectes	128
6.1.4 Descomposició de covariàncies i correlacions	130
6.1.5 Causalitat	131
6.1.6 Casos particulars dels models d'equacions estructurals	135
6.1.7 Etapes de la modelització d'equacions estructurals	143
6.1.8 Principal limitació dels models d'equacions estructurals	146
6.2. Elements d'estadística bayesiana	147
6.3. Cadenes de Markov: elements bàsics	150
6.4. Simulacions MCMC: la família d'algorismes Metropolis-Hastings	158
6.5. Estimació bayesiana de models d'equacions estructurals	162
6.6. Avaluació i Comparació de Models	170
PART III: ANÀLISI EMPÍRICA	175
7 Caracterització de les empreses objecte d'estudi	177
7.1. Principals característiques de la mostra objecte d'estudi	177
7.1.1 Estructura de l'empresa	177
7.1.2 Activitat innovadora	182
7.1.3 Cooperació	183
7.1.4 Usos TIC	184
7.1.5 Evolució del negoci i resultats empresarials	186
7.1.6 Finançament	187
7.2. Context europeu, espanyol i català	189
7.2.1. Activitat innovadora	189
7.2.2. Cooperació	194

7.3.	Conclusions	195
8	Determinants de la innovació: el paper de la cooperació.....	197
8.1.	Preguntes de recerca.....	198
8.2.	Plantejament dels models.....	199
8.3.	Obtenció de resultats de la innovació	202
8.4.	Procés innovador	205
8.5.	Conclusions	208
9	Transcendència i determinants de la cooperació de base científica	211
9.1.	Preguntes de recerca.....	211
9.2.	El paper crític de la cooperació de base científica.....	212
9.2.1	Plantejament dels models	213
9.2.2	Anàlisi independent dels diferents tipus de cooperació	215
9.2.3	Anàlisi conjunt dels diferents tipus de cooperació	223
9.2.4	Resum de resultats i conclusions.....	229
9.3.	Trets distintius de les empreses que cooperen amb el món científic.....	231
9.4.	Determinants de la cooperació de base científica per innovar	236
9.4.1	Plantejament del model.....	236
9.4.2	Estimació i resultats	239
9.4.3	Resum de resultats del model i conclusions	243
9.5.	Conclusions	244
10	Elements afavoridors del rendiment empresarial.....	247
10.1.	Hipòtesi de treball i preguntes de recerca	248
10.2.	Diversificació de mercats	248
10.2.1	Diversificació de mercats i de canals: exportacions i vendes <i>on line</i> ..	250
10.2.2	Complementarietat de la innovació d'adaptació al mercat i l'obertura de nous canals de comercialització.....	253
10.3.	Capacitat per generar recursos	256
10.4.	Èxit empresarial	259
10.4.1	Indicador dinàmic d'èxit empresarial.....	260
10.4.2	Productivitat aparent del treball.....	261
10.4.3	Especificació del model.....	262
10.5.	Contribució d'altres elements de l'organització a l'èxit empresarial.....	265
10.6.	Conclusions	267
11	Influència de l'entorn.....	271
11.1.	Hipòtesi de treball i preguntes de recerca	272
11.2.	Identificació dels tres clústers d'empreses	272
11.2.1	Anàlisi de components principals: Mode de Relació amb l'Entorn.....	273
11.2.2	Anàlisi de components principals: innovació.....	275
11.2.3	Anàlisi de conglomerats jeràrquics	276
11.3.	Caracterització dels tres perfils definits pels clústers.....	280
11.4.	El paper de Barcelona Activa.....	287
11.5.	Conclusions	293
12	Conclusions	295
13	Futures línies de treball.....	303
14	Bibliografia	305
	ANNEXOS	327
A.1	Annex de la introducció de la Part II	327
A.2	Annexos del capítol 5.....	329
A. 2.1	Qüestionari de l'enquesta a l'entorn proper de Barcelona Activa	329
A. 2.2	Qüestionari de l'enquesta a BarcelonaNETactiva.....	339
A. 2.3	Validació de la variable Productivitat del Treball de (v.Prod_PT) a partir de la informació disponible sobre productivitat de l'apartat 10.4.2	352
A.3	Annexos del capítol 6.....	357
A. 3.1	Aplicacions empíriques que empen la modelització d'equacions estructurals.....	357

A. 3.2	Algorisme AR	358
A.4	Annex del capítol 7	360
A.5	Annexos del capítol 8.....	361
A. 5.1	Models logístics de l'apartat 8.3.....	361
A. 5.2	Models logístics de l'apartat 8.4.....	367
A.6	Annexos del capítol 9.....	375
A. 6.1	Models de camins crítics de l'apartat 9.2.2	375
A. 6.2	Models de camins crítics de l'apartat 9.2.3	384
A. 6.3	Models logístics de l'apartat 9.4.....	390
A.7	Annexos del capítol 10.....	394
A. 7.1	Models de camins crítics de l'apartat 10.2.1	394
A. 7.2	Models de camins crítics de l'apartat 10.2.2	399
A. 7.3	Models de camins crítics de l'apartat 10.3.....	402
A. 7.4	Models de camins crítics de l'apartat 10.4.3	405
A. 7.5	Models de camins crítics de l'apartat 10.5.....	410
A.8	Annexos del capítol 11.....	415
A. 8.1	Anàlisi de components principals de l'apartat 11.2.1	415
A. 8.2	Anàlisi de components principals de l'apartat 11.2.2	417
A. 8.3	Anàlisi de conglomerats jeràrquics de l'apartat 11.2.3.....	420
A. 8.4	Modes de camins crítics de l'apartat 11.4.....	423

Índex de taules

Taula 2.1. Models explicatius del procés innovador, segons Rothwell (2002)	41
Taula 2.2. Dimensions del procés innovador. Comparativa de dos marcs analítics	47
Taula 3.1 Articles que estudien els determinants de la cooperació per innovar a partir de dades CIS	62
Taula 3.2. Explicacions teòriques de les relacions interorganitzatives (RI)	72
Taula 3.3. Tipus d'interaccions entre la universitat i les empreses	77
Taula 3.4. Tipologia de cooperació entre les empreses innovadores	80
Taula 3.5. Empreses innovadores que han cooperat en innovació, per sector	82
Taula 6.1. Notació per al model de variable latent	122
Taula 6.2. Notació per al model de mesura	124
Taula 6.3. Símbols bàsics dels diagrames de camins crítics	128
Taula 6.4. Interpretació del factor de Bayes	171
Taula 7.1. Antiguitat de les empreses de la mostra	178
Taula 7.2. Empreses per sector d'activitat	179
Taula 7.3. Empreses per nombre de socis/sòcies fundadors	179
Taula 7.4. Principals trets de les empreses, segons l'experiència de viver	181
Taula 7.5. Origen de les innovacions introduïdes	183
Taula 7.6. Evolució i resultats de les empreses de la mostra	187
Taula 7.7. Empreses de la mostra, segons l'àmbit geogràfic de les vendes	187
Taula 7.8. Empreses amb activitat innovadora, per grandària	189
Taula 7.9. Tipus d'innovacions introduïdes, per nombre de treballadors/es	193
Taula 7.10. Origen de les innovacions, per nombre de treballadors/es	193
Taula 7.11. Empreses que cooperen per innovar, per nombre de treballadors/es	194
Taula 7.12. Tipus de cooperació per innovar, per nombre de treballadors/es	195
Taula 8.1. Variables en el models logístics d'innovació	200
Taula 8.2. Models Logit per explicar els determinants de la innovació	203
Taula 8.3. Models Logit per explicar els determinants del procés innovador	206
Taula 9.1. Variables en el model M9.1	217
Taula 9.2. Coeficients de regressió del model M9.1	217
Taula 9.3. Influència de la cooperació sobre la innovació d'adaptació al mercat	218
Taula 9.4. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M9.1	218
Taula 9.5. Variables en el model M9.2	219
Taula 9.6. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M9.2	220
Taula 9.7. Variables en el model M9.3	221
Taula 9.8. Coeficients de regressió del model M9.3	222
Taula 9.9. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M9.3	222
Taula 9.10. Variables en el model M9.4	224
Taula 9.11. Coeficients de regressió del model M9.4	224
Taula 9.12. Correlacions de les variables exògenes del model M9.4	225
Taula 9.13. Variables en el model M9.5	227
Taula 9.14. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M9.5	227
Taula 9.15. Variables en el model M9.6	228
Taula 9.16. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M9.6	229
Taula 9.17. Estructura de l'empresa i cooperació de base científica	231
Taula 9.18. Ús de serveis de suport a l'emprenedoria i cooperació de base científica	232
Taula 9.19. Organització i estratègia empresarial i cooperació de base científica	233
Taula 9.20. Activitat innovadora i cooperació de base científica	234
Taula 9.21. Indicadors de resultats empresarials i cooperació de base científica	235
Taula 9.22. Identificació de motius per establir acords de cooperació de base científica en el cas de micro i petites empreses	237
Taula 9.23. Variables en el models logístics de cooperació de base científica	239
Taula 9.24. Models Logit per explicar els determinants de la cooperació de base científica per innovar	241
Taula 10.1. Variables en el model M10.1 i M10.2	251
Taula 10.2. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes dels models M10.1 i M10.2	252
Taula 10.3. Variables en el model M10.3	254
Taula 10.4. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M10.3	255
Taula 10.5. Variables en el model M10.4	258
Taula 10.6. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M10.4	259

Taula 10.7. Indicador d'èxit empresarial dinàmic.....	260
Taula 10.8. Èxit empresarial dinàmic.....	260
Taula 10.9. Antiguitat i èxit empresarial dinàmic.....	260
Taula 10.10. Descriptius de la variable productivitat aparent del treball (en logaritmes)	262
Taula 10.11. Variables en el model M10.5.....	263
Taula 10.12. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M10.5	264
Taula 10.13. Variables en el model M10.6.....	266
Taula 10.14. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M10.6.	266
Taula 11.1. Mode de Relació amb l'Entorn (MRE).....	273
Taula 11.2: Valors propis i percentatge de la variància explicat.....	274
Taula 11.3. Matriu de components rotades.....	274
Taula 11.4. Activitat innovadora	275
Taula 11.5. Valors propis i percentatge explicat de la variància.....	275
Taula 11.6. Matriu de components rotades.....	276
Taula 11.7. Grandària dels conglomerats	277
Taula 11.8. Caracterització dels clústers en funció de les variables emprades en l'anàlisi de components principals.....	278
Taula 11.9. Composició sectorial dels conglomerats.....	281
Taula 11.10. Característiques estructurals, per conglomerat.	281
Taula 11.11. Empreses i usos TIC, per conglomerat.....	282
Taula 11.12. Elements estratègics, per conglomerat.....	283
Taula 11.13. Capacitat de generar recursos i obtenció d'èxit empresarial, per conglomerat... ..	284
Taula 11.14. Variables en els models M11.1 i M11.2.....	289
Taula 11.15. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M11.1.	290
Taula 11.16. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M11.2.	291

Índex de gràfics

Gràfic 2.1. Escoles que formen la teoria econòmica de la innovació	33
Gràfic 2.2. Procés innovador: model de Kline de cadena enllaçada	37
Gràfic 3.1. Identificació de motius per establir acords de cooperació de base científica en el cas de micro i petites empreses	89
Gràfic 4.1. Un model de procés per explicar la capacitat d'absorció, els seus antecedents i els seus resultats.	97
Gràfic 6.1. Exemple de diagrama de camins crítics	127
Gràfic 6.2. Diagrama de camins crítics	128
Gràfic 6.3. Exemple de diagrama de camins crítics: una única variable latent amb quatre indicadors observats	130
Gràfic 7.1. Dimensió de les empreses, per antiguitat	178
Gràfic 7.2. Nivell educatiu	180
Gràfic 7.3. Distribució sectorial en funció de l'experiència de viure	181
Gràfic 7.4. Procés innovador	182
Gràfic 7.5. Tipus d'innovació obtinguda	182
Gràfic 7.6. Presència dels diferents tipus de cooperació entre les empreses que cooperen per innovar (N=196).....	184
Gràfic 7.7. Usos de tecnologies de la informació i les comunicacions	185
Gràfic 7.8. Activitats comercials a la xarxa	186
Gràfic 7.9. Finançament per crear l'empresa	188
Gràfic 7.10. L'indicador SII en 2006 i el seu creixement (clústers de països)	191
Gràfic 7.11. Activitat innovadora a Catalunya per mida de l'empresa, 2003	192
Gràfic 9.1. Relació entre cooperació, per tipus; el procés innovador i el resultat de l'activitat innovadora	214
Gràfic 9.2. Model M9.1	216
Gràfic 9.3. Model M.9.2	220
Gràfic 9.4. Model M9.3	221
Gràfic 9.5. Model M9.4	224
Gràfic 9.6. Distribució de les empreses de la mostra en funció de l'activitat de cooperació	225
Gràfic 9.7. Model M9.5	227
Gràfic 9.8. Model M9.6	229
Gràfic 10.1. Models M10.1 i M10.2	250
Gràfic 10.2. Model M10.3	254
Gràfic 10.3. Model M10.4	258
Gràfic 10.4. Histograma de la variable productivitat aparent del treball (en logaritmes)	261
Gràfic 10.5. Model M10.5	263
Gràfic 10.6: Model M10.6	265
Gràfic 11.1. Model M11.1	288
Gràfic 11.2. Model M11.2	291

1 Introducció

L'objectiu d'aquesta recerca és analitzar alguns dels factors que afavoreixen la competitivitat de les petites i les micro empreses. En concret, la tesi analitza l'obtenció de competitivitat a través de la relació entre el sistema universitari i de recerca i el teixit productiu. La qüestió analítica és l'estudi de la forma com les micro i les petites empreses innoven per obtenir bons resultats empresarials i, específicament, com aprofiten els elements del seu entorn per assolir l'objectiu intermedi de la innovació i l'objectiu últim de rendibilitat. L'anàlisi empírica es fa a partir d'una mostra d'empreses pertanyents a un entorn d'innovació delimitat i predefinit.

El tipus d'empreses objecte d'anàlisi són les micro empreses, és a dir aquelles fins a 9 treballadors/es; i les petites empreses, que tenen entre 10 i 49 treballadors/es. D'altra banda, quan parlem de competitivitat ens referim a la capacitat d'una empresa per produir béns i serveis en els mercats interiors i exteriors de forma rendible. Aquesta capacitat es pot aproximar a través de diversos indicadors com ara la generació de recursos, el creixement i l'obtenció de beneficis, o la presència en els mercats internacionals. A diferència del que succeeix quan s'analitza la competitivitat de les economies des d'un punt de vista macro, en l'àmbit microeconòmic no se sol disposar d'elements per comparar i establir el posicionament competitiu de cada empresa en el mercat, de manera que s'assumeix que si l'empresa mostra un bon comportament dels indicadors seleccionats és perquè és prou competitiva. Aquest és l'enfocament que farem servir.

Existeix un elevat consens segons el qual la innovació és un factor clau de la competitivitat, tot i que no és pas l'únic. Val a dir que el terme innovació pot referir-se indistintament al resultat de l'activitat innovadora o al procés d'innovació. El nostre interès se centra en l'estudi del procés d'innovació, és a dir en la forma com les empreses assoleixen resultats innovadors i en les implicacions que aquests darrers tenen sobre la bona marxa de l'empresa. Ens situem, doncs, en un àmbit propi de l'economia de les organitzacions, separant-nos de les concepcions clàssiques segons les quals les empreses eren caixes negres sense interès analític. Així mateix, partim d'una definició àmplia del concepte d'innovació i seguim una proposta acceptada a la literatura segons la qual una innovació és la implementació d'un producte (bé o servei) o un procés nou o significativament millorat; un nou mètode de marketing; o un mètode

organitzatiu nou pel que fa a les pràctiques de l'empresa, l'organització del lloc de treball o les relacions externes.¹

Tot i el creixent interès empíric i teòric per la matèria, la major part de la bibliografia reconeix que avui dia encara no tenim prou coneixement sobre el fenomen de la innovació. De la mateixa manera, també és necessari aprofundir en l'estudi de la forma com treballen i s'organitzen les empreses més petites. Així, la nostra problemàtica de recerca parteix de dos temes de creixent interès. El primer és l'anàlisi de l'activitat innovadora, els processos i els resultats, en les empreses de menors dimensions. A mesura que millora el coneixement sobre les mateixes, es demostra la importància del seu paper per al conjunt de l'economia també en aquest aspecte concret. De la mateixa manera que són un important motor de creació d'ocupació, sembla que també tenen alguna cosa a dir en relació a la innovació. El segon és el treball en xarxa amb agents econòmics externs a l'organització, que entre d'altres afavoreix la compartició de coneixement, matèria primera de la innovació. Les xarxes es poden configurar amb nombrosos tipus d'agents localitzats en múltiples ubicacions, tot i que l'activitat econòmica continua estretament vinculada a la dimensió geogràfica de manera que l'entorn més proper afecta les empreses creant oportunitats o limitant la seva projecció.

En un context econòmic globalitzat i altament competitiu s'accepta que el treball en xarxa, que també podem anomenar organització en xarxa, és un factor que pot afavorir tant la innovació com la capacitat de competir de les empreses. Pot donar lloc a diferents tipus de vinculacions, fortes i febles, que no són pas excloents. Es tracta, entre d'altres, acords de cooperació amb clients, proveïdors, empreses competidores, o universitats i centres de recerca; contractes de subcontractació d'operacions; activitats relacionals amb diferents agents econòmics, incloses les administracions públiques, etc. Considerem que una gestió apropiada de la xarxa relacional i, per tant, del treball en xarxa, complementarà altres factors de competitivitat rellevants a nivell microeconòmic.

Els treballs analitzats apunten, tant des d'un punt de vista teòric com empíric, que la cooperació és un determinant important de la innovació. Novament fem un enfocament ampli del fenomen i considerem tant la cooperació formal com la informal. L'establiment d'acords de cooperació, un tipus concret de treball en xarxa, hauria de

¹ Definició de la tercera edició del Manual d'Oslo sobre recollida i interpretació de dades sobre innovació (OECD, 2005).

servir per reduir el risc associat a la complexitat de l'activitat innovadora. D'altra banda, però, les empreses hauran de ser capaces de gestionar adequadament i assumir els costos associats a la cooperació per treure'n el màxim profit. En general s'accepta que, en el cas de les empreses de reduïdes dimensions, la compartició de riscos es un incentiu a la cooperació mentre que els costos que aquesta genera són un inhibidor que les afecta de forma més intensa que a les grans empreses.

Així doncs, una empresa no només ha de disposar d'una estratègia clara sobre els objectius de la cooperació i la innovació sinó que, al mateix temps, ha de comptar amb unes capacitats suficients que li permetin reconèixer el valor de la informació externa nova, així com l'assimilació de la mateixa i la seva aplicació comercial (Cohen i Levinthal, 1990). En conseqüència només quan l'empresa disposi d'una capacitat d'absorció suficient tindrà incentius per establir determinats acords de cooperació i podrà obtenir un rendiment òptim dels mateixos. La capacitat d'absorció influeix positivament en l'obtenció d'outputs de coneixement i comercials i, en concret, afavoreix la innovació i la capacitat per interactuar de forma profitosa, en concret amb agents de tracte sofisticat com són les universitats i els centres de recerca.

En resum, podem dir que el nostre interès se centra en dos determinants concrets de la innovació que, al seu torn, també condicionen el rendiment empresarial. El primer és el treball en xarxa, i en concret la cooperació amb altres agents econòmics; el segon són les capacitats de l'empresa, en especial la capacitat d'absorció. Val a dir, però, que cada tipus de cooperació té els seus propis determinants i influeix de forma diferent en la innovació. Al seu torn, cada tipus d'innovació pot incidir sobre la rendibilitat del negoci de forma diferent, tant pel tipus d'innovació (de producte, de procés, etc.) com per la importància en el si de l'empresa (per exemple, innovació en un procés clau o innovació en un procés tangencial que reporta poc valor afegit a l'organització). En tot cas, l'aprofitament dels mecanismes conduents a l'èxit empresarial està condicionat per les capacitats i els recursos interns de les organitzacions.

El marc teòric en què se situa aquest treball de recerca està ubicat en la intersecció de tres escoles de pensament vinculades a la teoria de la innovació: la geografia econòmica, la teoria evolucionista i l'economia de l'organització. El sistema institucional i el territori on estan ubicades les empreses condiciona el seu desenvolupament, no només pel context legal i institucional sinó per les possibilitats de treball en xarxa que queden al seu abast. D'altra banda la trajectòria de l'empresa, les seves capacitats, enteses en termes dels actius tangibles i intangibles de

l'organització, així com l'orientació estratègica i la gestió efectiva del negoci, condicionaran l'activitat innovadora i, en conseqüència, els resultats empresarials.

En relació a la problemàtica d'estudi, i a nivell analític, l'aportació d'aquesta tesi doctoral és, en primer lloc, la definició d'un marc analític per a l'estudi de la innovació. Tal i com es desenvolupa en el text, considerem que la innovació és un procés no lineal, força complex, que depèn de la trajectòria prèvia de l'empresa i que es desenvolupa en xarxa. Així mateix, és un procés multidimensional que es pot definir a partir de quatre aspectes. El primer són els actius i recursos de l'empresa, que són béns físics però també intangibles com el coneixement acumulat a l'organització. El segon són les competències o capacitats internes, que en part podem identificar amb la capacitat d'absorció. El tercer aspecte són les relacions en xarxa. Finalment, la quarta dimensió és l'orientació estratègica de l'empresa. Cadascuna d'aquestes dimensions condiona i rep influència de les altres, de manera que, per exemple, les capacitats internes afecten la forma d'establir i aprofitar les relacions en xarxa. Aquestes dues, al seu torn, influeixen i són influïdes pels actius i recursos disponibles a l'empresa. Al seu torn, les tres dimensions condionen l'orientació estratègica de l'empresa que, de forma recíproca, influirà sobre les decisions relatives a les tres dimensions.

En segon lloc, hi ha l'estudi conjunt de la innovació i dels seus precursors, en concret el treball en xarxa i la cooperació però també la capacitat d'absorció, com a factors afavoridors del rendiment empresarial i, en conseqüència de la competitivitat, en el si d'una mostra de petites i micro empreses d'un entorn d'innovació donat.

En el context d'aquest marc analític sorgeixen un seguit d'hipòtesis a verificar en relació a les petites i les micro empreses. En primer lloc volem confirmar que, en l'entorn objecte d'anàlisi, la cooperació afavoreix la innovació. Tanmateix, cada tipologia de cooperació té precedents i efectes diferenciats de manera que volem saber si hi ha un tipus de cooperació que excel·leixi sobre la resta i sigui precursora d'uns resultats concrets d'innovació que, al seu torn, estiguin vinculats a l'èxit empresarial.

Per la seva reconeguda importància, tant a nivell teòric com empíric, centrem l'atenció en la cooperació amb les universitats i els centres de recerca, la cooperació de base científica. Volem analitzar quin és el paper que juga aquest tipus de cooperació i quins són els seus determinants. En concret, i pel que fa a aquest segon punt, volem establir

si entre els seus determinants hi ha els precursors habitualment reconeguts de la capacitat d'absorció, un personal altament qualificat i l'existència d'un departament propi de recerca i desenvolupament. Així mateix, volem saber si la innovació sustentada en aquest tipus de cooperació influeix positivament en diferents indicadors de competitivitat, en concret la diversificació i l'accés a nous mercats, entre ells els internacionals, i el rendiment empresarial.

La cooperació de base científica, però, està molt lluny de ser majoritària. D'altra banda, com ja hem dit, hi ha altres formes de treball en xarxa més enllà de la cooperació. Per aquesta raó volem determinar si hi ha altres elements de treball en xarxa que afavoreixin la innovació i la competitivitat que, segurament, operaran a través de canals diferents als anteriors. En conseqüència volem determinar si la forma en què l'empresa es relaciona amb l'entorn i aprofita els recursos externs a l'organització està vinculada amb l'activitat innovadora; i si depèn de les seves característiques estructurals i organitzatives. Si aquesta hipòtesi es verifica esperarem que empreses diferents es recolzin en tipus diferents d'agents i institucions per tal d'innovar i obtenir bons resultats empresarials; és a dir, esperarem trobar diferents camins o trajectòries a través de les quals les empreses assoleixen els seus objectius de competitivitat.

Cada vegada disposem de més instruments i de més evidència empírica per analitzar la innovació en les empreses europees per bé que les micro empreses no solen quedar recollides en l'univers d'estudi. Per tant, si es desitja estudiar la innovació en les empreses de molt petita dimensió cal disposar d'eines concretes que s'aproximin a aquests agents econòmics de reduïdes dimensions.

En el nostre cas, l'anàlisi empírica que ha de servir per respondre les qüestions analítiques es durà a terme a partir de la base de dades d'una recerca prèvia sobre l'entorn d'innovació creat per Barcelona Activa (Castells i Vilaseca, dirs., 2007). Hem construït, a partir de les dades obtingudes en dues enquestes executades en aquesta recerca, una base de dades original que conté una mostra de 285 empreses que pertanyen a aquest entorn delimitat. La vinculació amb aquest, i per tant la interacció amb els membres d'aquest entorn varia en funció de cada empresa.

L'enquesta proporciona informació de tall transversal, principalment de tipus qualitatiu. En aquest sentit, una aportació metodològica de la tesi doctoral és l'ús de tècniques d'estimació bayesianes basades en simulacions Monte Carlo amb cadenes de Markov

(MCMC) que permet emprar els models d'equacions estructurals en presència de variables qualitatives. Aquesta modelització permet analitzar les trajectòries, o camins crítics, a través de les quals determinades formes de treball en xarxa, per exemple la cooperació, contribueixen a l'obtenció de bons resultats empresarials. També permet, al mateix temps, determinar el paper concret de la innovació en tant que variable moderadora intermèdia d'aquesta relació.

Aquesta memòria de recerca té tres parts. En la primera es desenvolupa el marc conceptual basat en tres eixos que, com ja s'ha vist, estan relacionats. Al Capítol 2 analitzem els elements bàsics de la innovació com a procés, discutim les seves característiques i proposem un marc analític per al seu estudi. A continuació centrem el nostre interès en una forma concreta de treball en xarxa, la cooperació per a la innovació (Capítol 3), posant especial èmfasi en els motius per cooperar. Dediquem, així mateix, un apartat a la cooperació amb universitats i centres de recerca. Finalment, revisem els elements teòrics i l'evolució del concepte de capacitat d'absorció (Capítol 4) i com es relaciona tant amb la cooperació de base científica com amb la innovació.

La segona part del text conté dos capítols dedicats a la metodologia. El Capítol 5 descriu el treball de camp i les passes donades fins aconseguir la base de dades única en què se sustenta l'anàlisi empírica. Pel que fa a les tècniques econòmriques emprades, al Capítol 6 es presenten els elements conceptuals bàsics des models d'equacions estructurals i de la metodologia d'estimació bayesiana MCMC.

A la tercera part, un cop vistos els elements teòrics i els principals instruments d'anàlisi, es duu a terme l'anàlisi empírica. Es plategen les hipòtesis d'investigació i les corresponents preguntes que les desenvolupen, per bé que, amb l'objectiu de contribuir a la millor interpretació de l'anàlisi posterior, obrim amb una descripció de la mostra objecte d'estudi i una contextualització dels primers resultats obtinguts (Capítol 7). A partir d'aquí, el primer tema analitzat és la cooperació com a determinant de la innovació (Capítol 8). Al Capítol 9 es consideren diferents tipologies de cooperació i formes concretes d'innovació per tal de determinar si la cooperació de base científica té un paper significativament diferent en l'obtenció de resultats. El Capítol 10 està dedicat a l'estudi d'altres elements afavoridors del rendiment empresarial, mentre que el Capítol 11 tanca analitzant de quina manera influeix l'entorn en la innovació i la competitivitat de les empreses objecte d'estudi.

El text finalitza amb les conclusions, on se sintetitzen els principals resultats empírics i el grau de verificació de les hipòtesis (Capítol 12); i les futures línies de treball que suggereixen els resultats obtinguts (Capítol 13). Val a dir, finalment, que cada annex està identificat en funció de l'apartat a què pertany per tal de facilitar-ne la seva localització.

PART I: MARC CONCEPTUAL

En aquesta primera part del document es duu a terme la revisió bibliogràfica que ens ha de permetre construir el marc conceptual de la tesi doctoral. Es tracten tres grans temes, el procés innovador, la cooperació per a la innovació i la capacitat d'absorció.

Així, el Capítol 2 està dedicat a l'estudi de la innovació com a procés. Revisarem, en primer lloc, el concepte d'innovació amb l'objectiu d'arribar a una definició operativa que s'adeqüi de forma realista al nostre objecte d'estudi (apartat 2.1). Després de revisar les diferents escoles que s'ocupen del fenomen i identificar on se situa el nostre treball de recerca a nivell teòric (apartat 2.2), analitzarem les característiques de la innovació com a procés i, en concret, identificarem els quatre elements que la caracteritzen (apartat 2.3). Finalment, a l'apartat 2.4 construirem un marc analític multidimensional per a l'estudi del procés innovador.

El Capítol 3 tracta sobre la cooperació per a la innovació. Comença amb un resum d'evidències recents sobre els determinants de la cooperació (apartat 3.1). Argumentarem que la cooperació és una forma de treball en xarxa, raó per la qual es discuteix la definició de xarxa (apartat 3.2) i les motivacions que poden tenir les empreses per a l'establiment de xarxes (apartat 3.3). Un tipus concret de cooperació és la que es desenvolupa amb els centres de recerca i les universitats. Per la seva importància li dediquem l'apartat 3.4 i, en concret, centrarem la nostra atenció en els factors que, des del punt de vista de les empreses, influeixen en la decisió de cooperar amb institucions de l'àmbit científic.

Finalment, al Capítol 4 es revisa el constructe capacitat d'absorció atesa la vinculació que, en diferent grau, té amb la innovació i la cooperació. Partirem de la definició seminal de Cohen i Levinthal (1989) (apartat 4.1) per discutir els aspectes que han limitat l'evolució del constructe (apartat 4.2) i les revisions de la definició que s'han dut a terme (apartat 4.3). El capítol tanca revisant les aportacions recents sobre la relació d'aquest constructe amb la innovació i amb la cooperació (apartat 4.4).

2 La innovació com a procés

Està àmpliament acceptat que la innovació i el canvi tecnològic es troben entre els més importants elements impulsors del creixement de la productivitat (Edquist, 1997) a nivell macro, meso i microeconòmic (Donselaar et al., 2004). La innovació és crucial per al creixement econòmic en el llarg termini (Schumpeter, 1934, 1942). Baumol (2002) afirma que en el context del sistema capitalista la innovació esdevé obligatòria a causa de les pressions competitives existents. Aquest argument recorda l'afirmació de Schumpeter:

"It is not the innovations that have created capitalism, but capitalism that has created the innovations needed for its existence".²

La vinculació entre innovació i rendiment a diferents nivells d'agregació ha estat el focus d'atenció d'un elevat nombre d'estudis (íbid; Leeuwen i Klomp, 2006; Lööf i Heshmati 2006; Wieser, 2005). I de fet, una de les branques generals en l'estudi de la innovació és la relacionada amb els efectes que aquesta té sobre el creixement i l'ocupació (Encaoua et al., 2000).

Innovar significa "introduir novetats en alguna cosa".³ I en termes generals implica resoldre problemes mal estructurats (Dosi, 1988). La solució a aquests problemes requereix l'ús d'informació procedent de l'experiència prèvia de la disciplina i el coneixement formal, però també requereix de capacitats específiques i no codificades per part dels individus innovadors.⁴ Aquest conjunt d'informacions i coneixements ha rebut el nom de base de coneixement (*knowledge base*, Nelson i Winter 1982; Winter, 1984).

El coneixement necessari per innovar, sigui quin sigui el sector, pot ser universal i d'accés públic o pot ser específic i tàcit.⁵ Aquests són els dos extrems d'un ampli rang de possibilitats. En qualsevol cas, fins i tot en les activitats de caire merament científic el coneixement públic sempre està complementat per un coneixement més específic i

² Cita procedent de la traducció a l'anglès de La teoria del desenvolupament econòmic publicada l'any 2003 (Backhaus ed., 2003; p. 71).

³ Definició del Gran Diccionari de la Llengua Catalana en línia (<http://ec.grec.net/lexicx.jsp?GECART=0077556>, data de consulta: 10-07-2008)

⁴ Les explicacions d'aquest apartat es fan seguint Dosi (1988).

⁵ "Seguint Polanyi (1966), la condició tàcita es refereix a aquells elements de coneixement, enteniment, etc. propis dels individus i que estan mal codificats, mal definits, i no són públics; que ni tant sols ells mateixos poden expressar completament i que difereixen en funció de la persona; per bé que fins a un cert grau es poden compartir amb col·laboradors i col·legues que tinguin una experiència similar." (Dosi 1988, p.1126).

tàcit que es genera en el si de les organitzacions abans i durant les activitat innovadores en curs. Per aquest motiu els sectors, i les empreses dins de cada sector, són diferents, perquè prenen decisions diferents i obtenen resultats diferents (Nelson, 1991; Arthur, 1989, 1990) de manera que aquest esdevé un argument clau per justificar la varietat d'empreses existents.

La informació codificada es pot transmetre a través de suports independents dels individus (ie, llibres), essent la tecnologia un cas concret de suport. Segons Foray i Lundvall (1998), una gran part de la innovació tecnològica representa un esforç per codificar aquest coneixement tàcit. A més a més, segons Dosi (1988), ja no és vàlid l'enfocament econòmic clàssic segons el qual la tecnologia és un tipus d'informació que es pot aplicar de forma generalitzada, i és fàcil de reproduir i reutilitzar. La tecnologia és diferent de la informació (la segona és un subconjunt de la primera) ja que en la tecnologia conté coneixement, una part del qual és informació codificada i una altra part és específic. Aquesta distinció comporta conseqüències analítiques importants per a la teoria de la producció: gran part del coneixement està incorporat, no només a les persones sinó també a la tecnologia. No és públic i universal, sinó que hi ha un cost d'accés (Dosi, *ibid*).

L'adquisició i ús de coneixement, doncs, és un procés essencial per a la innovació (OECD, 2002). En conseqüència, els fluxos de coneixement esdevenen un dels factors determinants del rendiment de l'activitat innovadora.⁶ Però "no existeix cap raó per creure que totes les empreses empren les mateixes fonts d'informació amb els mateixos nivells d'intensitat" (Monjon i Waelbroeck, 2003; p. 1258). I la forma com ho facin influirà en els resultats empresarials (Oerlemans et al., 2001), raó per la qual s'observen diferències entre empreses i sectors en termes d'activitat innovadora, productivitat, etc.

El coneixement es pot adquirir mitjançant l'aprenentatge introspectiu, aïlladament, o es pot adquirir de l'exterior. Atès que no tot el coneixement és codificable, ni tot el coneixement és públic ni universal, les interaccions (interaccions de coneixement) esdevenen elements importants per adquirir saber i per innovar (Nonaka, 1994). En aquest context sorgeix l'establiment d'acords de cooperació, d'aliances empresarials,

⁶ Aquesta mateixa font indica que el focus d'atenció no ha de ser l'estoc de coneixement (o d'informació), sinó els fluxos de coneixement. Aquest important canvi analític permet disposar d'eines més acurades per definir les polítiques públiques sobre innovació.

etc. amb diferents tipus d'agents econòmics l'objectiu del quals és augmentar el coneixement disponible (el saber disponible).

El capítol s'estructura com segueix. A l'aparat 2.1 revisem el concepte d'innovació amb l'objectiu d'especificar amb quina definició treballarem al llarg d'aquesta recerca. A continuació analitzem les diferents escoles i branques de l'economia que s'ocupen de l'estudi de la innovació (aparat 2.2). Posteriorment s'identifiquen les quatre característiques principals de la innovació com a procés (aparat 2.3) i es proposa un marc analític per a seu estudi (aparat 2.4).

2.1. El concepte d'innovació

Schumpeter (1934, 1942) va introduir el concepte d'innovació en l'anàlisi econòmica i el va popularitzar en considerar la innovació com un dels tres elements essencials de la seva teoria del desenvolupament, juntament amb el crèdit i la maximització dels beneficis (Ruttan, 1959). En aquest sentit, Unger (2005) situa l'inici dels estudis sobre innovació al segle XIX però no és fins la dècada del 1930, i gràcies a la contribució schumpeteriana, quan la discussió traspasa els límits de la teoria i comencen a proliferar els estudis empírics, normalment d'àmbit sectorial.⁷

Schumpeter (1934) defineix la innovació com les activitats que duen a terme els emprenedors/es per aconseguir algun dels cinc objectius següents. Primer, la introducció d'un nou producte, sigui un bé o un servei o una característica nova d'un producte.⁸ Segon, la introducció d'un nou mètode de producció o de gestió comercial dels productes. Tercer, l'obertura d'un nou mercat, és a dir, un mercat on abans no es tenia presència prèvia independentment de què aquest mercat existís abans o no. Quart, l'accés a una nova font de provisió de matèries primeres o béns intermedis, de nou independentment de si es tracta d'una font nova o si aquesta ja existia. Cinquè, la implementació d'una nova organització a nivell sectorial, com ara la consecució de poder de monopoli, per exemple gràcies a algun pacte de mercat, o el trencament d'una posició monopolística.

⁷ Segons Unger, el concepte d'innovació va ser encunyat per l'economista Riedel (1839) i el sociòleg Tarde (1890). Ruttan (1959) destaca, així mateix, que Schumpeter només defineix el concepte d'innovació però ni ell ni l'economia del creixement presten atenció al procés innovador (no s'ocupen d'elaborar, doncs, una teoria de la innovació).

⁸ Un producte nou és aquell amb el qual els consumidors/es no estan familiaritzats.

Aquesta definició continua essent una referència fonamental en els estudis contemporanis sobre innovació (Rossi, 2002). Kline i Rosenberg (1986), d'altra banda, consideren que innovació és la introducció d'un nou procés de producció; la substitució, en el procés de producció, d'un material per un altre més barat; la reorganització de la producció, les funcions internes o la distribució per assolir major eficiència o disminuir costos; o la millora dels instruments o els mètodes emprats per innovar. El procés, tal i com veurem més endavant, no és pas lineal. Hi ha nombroses definicions del concepte d'innovació (per Geroski et al., 1993; Schmookler, 1996; o Hall, 1994) de manera que a efectes operatius és necessari disposar d'una definició perquè no estem pas davant d'un concepte auto-explicatiu (Simonetti et al., 1995).

Considerem, en aquest sentit, que les estadístiques oficials són un bon exemple del dinamisme existent en relació a la conceptualització del fenomen de la innovació. Solen ser més estàtiques que altres camps de recerca aplicada i, per bé que poden acusar una certa lentitud a l'hora d'incorporar nous aspectes de la realitat objecte d'estudi, evolucionen en les definicions intentant garantir la comparabilitat internacional a mesura que s'estableixen consensos acadèmics al voltant de l'objecte d'estudi.

La tasca harmonitzadora i d'avenç en l'estudi de la innovació a nivell internacional la trobem reflectida en l'anomenat Manual d'Oslo, que conté les directrius per a la recollida i la interpretació de dades sobre innovació a nivell d'empresa. S'han publicat tres edicions del Manual (OECD 1992, 1997 i 2005), reflex de l'evolució de la comprensió del fenomen de la innovació.

Tradicionalment l'espectre d'activitats cobertes per les estadístiques oficials havia quedat limitat a l'estudi de les activitats d'R+D i les patents (Sirilli, 1997; Donselaar et al., 2004). Les anàlisis basades en aquest tipus d'indicadors presenten clares febleses perquè l'activitat innovadora va més enllà de la recerca, tal i com argumenten Kleinknecht et al. (2002) o Gu i Tang (2004).⁹

En aquest sentit, cal destacar que el Manual d'Oslo sempre ha considerat que les activitats innovadores van més enllà de la recerca. La seva publicació va suposar l'aparició del primer marc metodològic ampli i multidimensional per a la recollida de dades relacionades amb la innovació i els resultats de les empreses (Evangelista i Mastrostefano, 2006). Des de la primera edició (OECD, 1992) ha servit com a

⁹ Freel (1998) i Harabi (2002) són exemples d'aquest tipus d'aproximació empírica.

instrument per dissenyar l'enquesta comunitària sobre innovació (CIS, *Community Innovation Survey*) que l'Eurostat ha promogut tant entre els països membres de la Unió Europea com entre els candidats.

A l'enquesta d'innovació tecnològica, la versió espanyola més recent de la CIS que elabora l'INE, la definició d'innovació emprada és la corresponent a la segona edició del Manual d'Oslo (OCDE, 1997):

“Les innovacions tecnològiques comprenen els productes (béns i serveis) i els processos tecnològicament nous així com les millores tecnològiques importants dels mateixos. Una innovació es considera com a tal quan s'ha introduït al mercat (innovacions de productes) o s'ha emprat en el procés de producció de béns o de prestació de serveis (innovacions de processos). En elles hi intervenen tota mena d'activitats científiques, tecnològiques, d'organització, financeres i comercials. A partir d'aquesta definició es poden distingir dos tipus d'innovacions: innovacions de producte i innovacions de processos.”
INE (2007, p. 20).

En la definició destaca un matís important, ja que tot i que la innovació tecnològica pugui referir-se tant al procés de producció, i/o als productes de l'empresa, com a les activitats accessòries o de recolzament, a l'enquesta CIS només es tenen en consideració aquelles activitats que condueixen a productes o processos nous (íbid, p. 21).¹⁰

Aquesta definició, però, ha estat modificada. A partir de les reflexions teòriques i l'evidència empírica disponible a la literatura (en especial la que analitza informació recollida amb enquestes tipus CIS), la tercera edició del Manual d'Oslo ha ampliat substancialment el concepte d'innovació amb l'objectiu de proporcionar instruments millorats per a la definició de les polítiques públiques de suport a la innovació (OECD 2005, p. 10).

Direm, doncs, que:

“Una innovació és la implementació d'un producte (bé o servei) o un procés nou o significativament millorat, un nou mètode de marketing, o un mètode organitzatiu nou en les pràctiques de l'empresa, l'organització del lloc de treball o les relacions exteriors.”
OECD (2005, p. 46)

De la definició es desprèn l'existència de quatre tipus d'innovacions diferenciades: innovació de producte (bé o servei); innovació de procés; innovació de marketing; i

¹⁰ El mateix enfocament teòric es manté per a la darrera enquesta disponible en el moment de tancar aquest text (INE, 2008) que publica dades de l'any 2006.

innovació organitzativa. Seguim el Manual d'Oslo per aprofundir en aquest punt i en altres característiques rellevants de la innovació.

Una innovació de producte és la introducció d'un bé o servei nou, o significativament millorat, en relació a les seves característiques o al seu ús. Aquesta definició inclou millores significatives en les especificacions tècniques, els materials i components, el software incorporat, la facilitat d'ús o altres característiques funcionals.

Una innovació de procés és la implementació d'un procés de producció o de distribució nou, o significativament millorat. Això inclou els canvis significatius en les tècniques, l'equipament i/o el software. Entre d'altres inclouen, d'una banda, els mètodes nous, o significativament millorats, per a la creació i provisió de serveis. I d'una altra, la introducció de tecnologies de la informació i les comunicacions (noves o significativament millors) quan estan adreçades a millorar l'eficiència i/o la qualitat de les activitats de suport de l'empresa.

Una innovació de marketing és l'aplicació d'un nou mètode de comercialització que impliqui canvis significatius en el disseny o en l'envàs d'un producte, el seu posicionament, la seva promoció o la seva política de preus. I entre d'altres, l'obertura d'un nou canal de comercialització és un tipus particular d'innovació de marketing.

Finalment, la innovació organitzativa es produeix quan s'implementa un mètode organitzatiu nou en l'àmbit de les pràctiques, l'organització del lloc de treball o les relacions exteriors de l'empresa. La finalitat d'aquests nous processos pot ser diversa: disminució de costos, millora del nivell de satisfacció dels treballadors/es o, fins i tot, millora en l'accés a coneixement extern no codificat. En qualsevol cas, només són innovacions aquelles rutines que siguin noves per a l'empresa i que siguin el resultat de decisions estratègiques.

Convé, en aquest punt, aclarir quin és l'abast del concepte d'innovació. La naturalesa de les activitats innovadores varia substancialment entre empreses però en tot cas, la innovació ha d'haver estat implementada per tal de considerar-la com a tal; això és, el producte o servei ha d'haver sortit al mercat i els processos, interns o externs, s'han d'haver posat en marxa. En tots els casos direm que "una empresa innovadora és aquella que ha implementat una innovació durant el període d'estudi" (OECD, 2005, p. 47). Aquest criteri es fa servir també per identificar les empreses innovadores que s'hagin creat durant el període de referència. El període d'estudi pot variar en funció de

l'enquesta. En el cas de la Unió Europea, el període de referència de les enquestes CIS és de tres anys. Finalment, es distingeixen les empreses innovadores de les empreses que desenvolupen activitats innovadores. Aquestes segones tot i desenvolupar activitats innovadores, o bé les han deixat estar (activitat innovadora abandonada), o bé encara hi estan treballant (activitat innovadora en curs); però no han obtingut (encara) cap resultat de l'activitat innovadora.

El Manual reconeix la importància de les innovacions incrementals i de la difusió de les innovacions en el creixement econòmic, ja que la característica mínima que defineix les innovacions és que aquestes han de ser noves, o substancialment millorades, per a l'empresa. En l'anàlisi, per tant, s'incorporen les tres tipologies habituals d'innovació: novetat per a l'empresa, novetat al mercat i novetat al món. D'altra banda, la definició ampliada de 2005 garanteix la comparabilitat al llarg del temps ja que en ella està incorporada la innovació de les dues primeres edicions del Manual, que quedava circumscrita a les innovacions tecnològiques de producte o procés.

Destaca, finalment, que no es considera innovació deixar d'emprar un procés organitzatiu o un mètode de marketing, deixar de vendre un producte o deixar de fer una activitat, malgrat que això suposi una millora per a l'empresa. Per exemple, no es considera una innovació deixar de produir televisors de tub catòdic. Hi ha altres canvis que no es consideren innovació al Manual d'Oslo, com ara els canvis estacionals, els canvis resultats de la mera variació de preus de les matèries primeres, la personalització de productes o el comerç de productes innovadores (OECD, 2005, p. 56-57).

Definició d'innovació emprada en aquesta recerca

En la línia de la tercera edició del Manual d'Oslo (OECD, 2005), considerarem una definició àmplia del concepte d'innovació, tot estenent el nostre interès més enllà de les innovacions tecnològiques de producte o procés en què està basat gran part del debat acadèmic i de política econòmica (per exemple, Tether i Hipp, 2002). De fet, autors com Freel i Harrison (2006) obtenen resultats empírics interessant en obrir el focus d'interès i abastar el fenomen més enllà de les innovacions de producte de tipus tecnològic.

Un exemple d'aquesta forma de procedir el trobem a Vilaseca (dir., 2003). L'anàlisi empírica que realitzen està basada en una enquesta representativa de l'empresa catalana executada l'any 2001. La definició emprada és la següent: "per innovació

s'entén l'aplicació de coneixement per a generar un nou producte o servei, per millorar els existents, per fer més eficient el procés productiu o per fer un canvi en l'organització" (p. 460).

En la recerca de Vilaseca es reconeix la importància de les tecnologies de la informació i les comunicacions (TIC) per als processos innovadors, de manera que es recull informació sobre l'ús de les TIC en tant que instrument per a la innovació (no pas com a finalitat).¹¹ Cal puntualitzar que, en aquest cas, no es tractaria d'una innovació de procés com la que defineix el Manual d'Oslo (OECD, 2005) en relació a les TIC, sinó de l'ús d'aquestes eines, siguin noves o no per a l'empresa, amb una finalitat determinada.¹² L'interès per l'ús de les TIC en els processos innovadors ve donat pel fet de què es tracta de tecnologies de finalitat generalista que han accelerat els processos de comunicació i han provocat canvis en les formes d'organització empresarial. Si les TIC afecten la forma de fer negocis, i a més són un indicador de les capacitats internes de les empreses, també podrien estar afectant els processos innovadors i, en conseqüència, els resultats de l'activitat innovadora.

2.2. On se situa la teoria que estudia els processos d'innovació

La innovació no es pot encabir en una única branca de les ciències socials (Fagerberg 2005, p.3; Casper i Waarde (eds.), 2005; Sahal, 1981). Tampoc, d'altra banda, seria possible resumir la seva multidimensionalitat en un únic indicador (Hollenstein 2003, p. 845; Gu i Tang 2004, p. 673; Kleinknecht et al., 2002; Lanjouw i Schankerman, 1999, 2004). Per aquesta raó són diversos els autors/es que revisen i vertebrèn la pluralitat d'enfocaments existents en la literatura econòmica sobre innovació, tal i com il·lustren els treballs seleccionats que es comenten a continuació.

Spanos i Lioukas (2001), en primer lloc, comparen el marc analític de l'estratègia competitiva de Porter (1980, 1985, 1990, 1991) amb la teoria de la *Resource-Based Perspective* de l'empresa (veure breu descripció més endavant) i proposen un model basat en la combinació d'ambdues. D'altra banda, Coriat i Weinstein (2002) tracten de forma conjunta la dimensió institucional i la dimensió organitzativa del procés

¹¹ Veure també Torrent et al. (2008).

¹² Quan les TIC no són noves no representen pas una innovació de procés. Malgrat això són, també, rellevants en aquesta recerca a causa del coneixement incorporat en les mateixes.

innovador a nivell d'empresa amb l'objectiu de posar les bases d'una teoria sistèmica de la innovació des del punt de vista de les (grans) empreses. Els autors identifiquen la dimensió institucional amb els sistemes nacionals d'innovació i la dimensió organitzativa amb l'avantatge competitiu de les empreses. Quéré (2008) també proposa una aproximació sistèmica als processos d'innovació partint, en aquest cas, de Marshall (1920), que dóna fonaments a la teoria de la RBV de l'empresa i planteja la necessitat de crear coneixement per innovar; i de Hayek (1937), que s'ocupa de com el mercat distribueix el coneixement existent per tal d'arribar a un equilibri de tipus walrasià.

Així mateix, Dosi (1988) fa un enfocament més ampli de l'objecte d'estudi de manera que el seu objectiu és identificar tres aspectes principals. En primer lloc, les principals característiques del procés innovador; en segon lloc, els factors que afavoreixen o inhibeixen el desenvolupament de nous processos de producció i de nous productes; i finalment, els processos que determinen la selecció d'un tipus particular d'innovació i els seus efectes en les estructures industrials. Per fer-ho revisa l'evidència empírica disponible i arriba a la identificació d'un conjunt general de característiques que identifiquen els processos innovadors, d'entre les quals destaquem la irreversibilitat, l'acumulació del coneixement que és parcialment tàcit i específic, la incertesa i la diversitat de les bases de coneixement. L'autor conclou explicant que la seva impressió és que hi ha una diferència significativa entre la riquesa dels resultats obtinguts a nivell empíric i la teoria econòmica, essent aquesta segona molt més limitada (p. 1164).

Finalment, alguns articles tenen com a objectiu explicar l'avenç de la literatura de manera que deixen de banda la proposta d'un marc analític nou. Alguns exemples recents són Hall i Mairesse (2006), que revisa articles empírics, o Rossi (2002), amb un enfocament més teòric.

Així com les empreses es consideraven caixes negres que actuaven en mercats d'informació perfecta, l'estudi de la innovació s'havia enfocant com l'estudi d'una "caixa negra" (Kline i Rosenberg 1986, p. 278) per part del corrent principal de pensament econòmic. Els esforços se centraven majoritàriament en identificar i mesurar els principals *inputs* i, amb molta més dificultat, identificar i mesurar els *outputs* produïts per aquesta caixa negra. El procés innovador no era objecte d'anàlisi. D'altra banda, la literatura clàssica sobre organització industrial assumia sovint que la gestió de l'empresa no influeix ni en les condicions del sector ni en el propi rendiment. Segons

Spanos i Lioukas (2001), l'estratègia de les empreses, per tant, quedava constrenyida per les forces estructurals del sector i, en conseqüència, no hi havia lloc per a una gestió independent. Bain (1956) i Mason (1939) són dos representants d'aquesta línia argumental la conclusió de la qual és que resultava correcte ignorar el paper de la gestió empresarial.

La innovació, com ja s'ha vist, no s'entén així en l'actualitat. Malgrat això, Lambooy (2005) indica que conceptes com innovació, però també l'emprenedoria, s'han descuidat en la literatura econòmica predominant (*mainstream economics*) perquè innovació significa canvi i, per tant, desequilibri. Argumenta que el model d'equilibri general neoclàssic només té capacitat per analitzar canvis marginals, però no les propietats més complicades dels sistemes econòmics que són dinàmics, complexos i estan relacionats amb el canvi estructural. De forma similar, les decisions dels agents econòmics no es prenen en un context d'informació perfecta. La innovació, com que no encaixa bé en aquests instruments, "ha estat relegada a un lloc perifèric de la literatura microeconòmica, fora de l'estructura central d'anàlisi" (íbid, p. 1139). Tanmateix la situació està canviant i fins i tot el pensament econòmic dominant està exposat a nombroses influències teòriques que el fan evolucionar. Alguns exemples d'aquesta evolució són el sorgiment de la teoria de l'emprenedoria, l'economia del comportament, l'economia evolucionista, la nova geografia econòmica i la nova teoria del creixement. Totes aquestes aproximacions mantenen el focus en els individus i en els processos de presa de decisions, però posant més èmfasi en les interaccions i en l'assumpció de que les persones i les situacions són ens heterogenis.

En algunes d'aquestes aproximacions l'enfocament micro es complementa amb l'enfocament macroeconòmic. L'economia evolucionista i la nova geografia econòmica, així com l'economia institucional, posen l'èmfasi en la rellevància de les estructures i el context (institucional, econòmic, social, espacial i polític) sense oblidar el paper clau dels processos individuals de decisió. Aquests enfocaments accepten l'existència d'una interacció contínua entre individus i grups d'individus i els seus contextos, que no són ni estàtics ni donats. En concret, es reconeix que les interaccions entre productors i usuaris és una font important d'innovacions (von Hippel, 1978, 1998; Lundvall, 1988, 1992a).

En la seva revisió crítica, Lambooy discuteix diferents aproximacions que tracten el paper de la informació en el procés innovador. L'economia del comportament, juntament amb l'escola austríaca, considera que les capacitats cognitives dels agents

decisors són limitades, i fa notar que coneixement i informació són coses diferents. Segons els preceptes de l'economia clàssica, la informació és perfecta i tots els agents actuen de forma racional; enfocament que suposa un ús "força inexacte" del concepte informació (íbid, p. 1141). Aquesta diferència la destaca també Fagerberg (2003) en comparar la teoria evolucionista amb les noves teories del creixement econòmic. Una altra diferència important és que el coneixement, segons l'enfocament evolucionista, és un bé econòmic distribuït que en gran mesura es troba a les empreses en forma de rutines que es reproduïxen mitjançant la pràctica. Per contra, en la nova teoria del creixement el coneixement és un bé públic, o un *stock* d'informació disponible de forma pública, que estaria a l'abast de tothom si no fos per l'existència de mecanismes legals per limitar-ne l'accés.

Com a conseqüència, les recomanacions de política econòmica són també diferents, de manera que per afavorir el creixement la teoria evolucionista recomanaria incrementat la varietat del sistema. Per tant, en comptes de subvencionar l'R+D de les empreses ben establertes en sectors industrials amb bons rendiments, tal i com recomanaria l'economia neoclàssica, seria més adient dedicar els recursos a nous tipus d'activitat o d'actors, no necessàriament amb l'esperança que ho facin extremadament bé sinó perquè tot el sistema (inclosos els sectors tradicionals) es beneficiarien d'aquesta major varietat. Val a dir, finalment, que també hi ha similituds entre les dues branques de pensament econòmic. En aquest sentit, Fagerberg (2003) fa notar que en la nova teoria del creixement hi ha dos mecanismes de creixement coincidents amb la teoria evolucionista: el primer és l'aprenentatge (Lucas, 1988, 1993); i el segon és la inversió en R+D, que es pot identificar amb la innovació (Romer, 1990; Grossman i Helpman, 1991; Aghion i Howitt, 1992).

Una de les matèries primeres de la innovació és el coneixement (Nonaka, 1991), que és més personal que la informació. En aquest sentit, la diferència entre coneixement tàcit i codificat és que el primer està estretament lligat a les persones (hi està incorporat) i a les seves competències, mentre que el segon és transferible (no està necessàriament incorporat a la persona). I la informació, al seu torn, presenta menys complexitat que el coneixement codificat.

La tecnologia es pot definir com el coneixement sobre com fabricar productes i com dissenyar processos (Lambooy, 2005). El coneixement està adscrit/vinculat a les persones i també pot està incorporat en els béns de capital. D'altra banda, el coneixement també està relacionat amb la innovació. Els individus i les organitzacions

que innoven poden desenvolupar coneixement internament però també poden adquirir coneixement a través de patents, llicències i mitjançant la cooperació amb altres agents. Els fluxos de coneixement procedents d'altres organitzacions són rellevants, de manera que l'estudi de la difusió del coneixement ha esdevingut un element essencial de la teoria de la innovació i de la política innovadora des de la dècada dels cinquantes.¹³ La difusió del coneixement és un procés social perquè els actors involucrats no són només agents participants en el mercat sinó membres de la societat. La proximitat, i per tant el factor espacial són, en aquest sentit, elements rellevants en la transmissió de coneixement.

Amb l'objectiu d'analitzar el procés innovador, Juniper (2002) posa èmfasi en tres perspectives: la nova teoria del creixement; la teoria evolucionista (i una de les seves derivades, la *core-competency theory*); i finalment, la teoria dels costos de transacció i la teoria de la RBV (*Resource Based View* o enfocament basat en els recursos), arrelada en aquesta. Per bé que inicialment indica que es tracta d'enfocaments oposats, l'autor argumenta que tots ells conformen un conjunt coherent d'explicacions sobre les dinàmiques que contribueixen a la promoció de la formació de clústers, del treball en xarxa i de la col·laboració entre empreses. Per justificar aquest argument posa especial èmfasi en la incertesa dels mercats i de les tecnologies; la importància del coneixement tàcit; les formes d'aprenentatge interactiu col·lectiu que operen més enllà de les fronteres de les empreses; els aspectes socials i organitzatius incorporats en la tecnologia; i la naturalesa canviant de la innovació per al desenvolupament de productes o serveis en el si de l'empresa.

Abans de continuar el desenvolupament teòric dediquem els següents paràgrafs a descriure breument dos dels enfocaments teòrics que esmenta Juniper per la seva importància per entendre la nostra anàlisi: l'economia evolucionista i la teoria de la RBV.

L'economia evolucionista, segons Witt (2008), s'ocupa d'estudiar els processos que transformen l'economia des del seu interior i investiga les implicacions d'aquests processos per a les empreses, els sectors, la producció, el comerç, l'ocupació i el creixement. Aquests processos sorgeixen de les activitats dels agents econòmics, de racionalitat limitada com ja s'ha dit anteriorment, que aprenen a partir de la pròpia experiència i a partir dels altres agents que són capaços d'innovar. La diversitat de les

¹³ Lambooy cita les aportacions de Hägerstrand (1952, 1967) i Rogers (1995).

capacitats individuals, els esforços d'aprenentatge, i de les activitats innovadores dona lloc a un creixement del coneixement distribuït en l'economia que sustenta la coexistència de tecnologies, institucions i empreses heterogènies. La qüestió, en l'economia evolucionista, no és com i sota quines condicions canviant s'optimitza l'ús dels recursos en equilibri en un estat de preferències individuals, una tecnologia i unes condicions institucionals donades. En el seu lloc, els temes d'interès són per què i com, en el procés històric, canvien el coneixement, les preferències, la tecnologia i les institucions. I quin impacte tenen aquests canvis en l'estat de l'economia en un moment qualsevol del temps.

D'altra banda, la teoria de la RBV considera que l'empresa és un conjunt únic de recursos (Barney, 1986a, 1986b, 1991; Rumelt, 1991).¹⁴ En això se separa d'altres enfocaments, com ara el de Porter (1985, 1990), que consideren l'empresa com un conjunt d'activitats. La teoria RBV centra la seva atenció en la relació entre les característiques internes de l'empresa i l'obtenció de rendiments i fa dues suposicions: primer, les empreses poden presentar heterogeneïtat en els recursos i capacitats necessaris per definir la seva estratègia; i segon, aquests recursos i capacitats no tenen per què ser perfectament mòbils entre empreses, fet que genera heterogeneïtat dins de cada sector d'activitat.

Lambooy (2005) recorda que la teoria de la RBV té les seves arrels en el treball de Penrose (1959) i en l'economia evolucionista; i ha servit per recuperar la importància de l'empresa individualment considerada com a unitat crítica d'anàlisi, en contraposició a altres enfocaments on l'interès se centra en el sector o en determinats clústers estratègics.

En aquests context, els recursos són els actius tangibles (o intangibles) lligats a l'empresa de forma semi-permanent (Maijor i Witteloostuijn, 1996) perquè li pertanyen o estan sota el control d'una empresa. Les capacitats, d'altra banda, fan referència a l'habilitat d'explotar i combinar recursos mitjançant les corresponents rutines organitzatives per tal d'assolir els objectius proposats (Amit i Schoemaker, 1993). Spanos i Lioukas destaquen dues definicions més del concepte de capacitats. En primer lloc la de Collins (1994), que descriu les capacitats com els processos complexos socials que determinen l'eficiència amb què les organitzacions són capaces de transformar els *inputs* en *outputs*. En segon lloc, Teece et al. (1997) parlen de

¹⁴ Per a aquesta breu explicació de la Teoria RBV seguim Spanos i Lioukas (2001).

“capacitats dinàmiques” que són el reflex de la capacitat de les empreses per assolir formes noves i innovadores d'avantatge competitiu. El concepte abasta els processos organitzatius i de gestió (ie: coordinació / integració, aprenentatge i reconfiguració); els actius específics de posicionament (ie: actius tecnològics, financers, reputació, etc.); i els patrons de dependència (ie: la història de l'empresa).

Finalment, la teoria de la RBV, que incorpora importants conceptes de la literatura tradicional sobre recerca en estratègia, afirma que l'essència de l'estratègia està, o hauria d'estar, definida pel conjunt únic de recursos i capacitats que té l'empresa (Rumelt, 1984). Al llarg de temps, les empreses segueixen una estratègia en funció de dos elements principals: les oportunitats que brinda l'entorn, és a dir el mercat; i les restriccions resultats dels seus propis actius i capacitats (debilitats i fortaleeses).

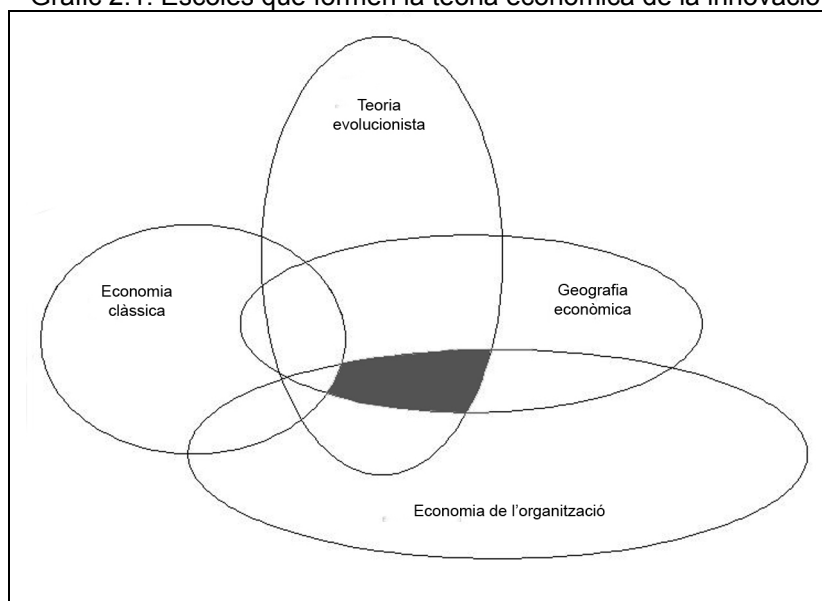
Tot el que s'ha vist fins ara mostra que les fronteres teòriques, quan es tracta d'estudiar la innovació, no es poden entendre de forma estricta. L'estudi de l'economia de la innovació i dels processos innovadors parteix de diferents enfocaments i per això pertany a l'àmbit de més d'una escola o branca de pensament. Per tal d'il·lustrar aquesta situació fem servir l'esquema gràfic emprat per Buesa et al. (2002).¹⁵ El Gràfic 2.1 mostra un esquema amb quatre aproximacions teòriques que estudien la innovació. En el gràfic es fa explícita l'existència de punts de coincidència en determinants plantejaments teòrics que, lluny de contradir-se, es complementen. Esperem que serveixi per entendre on s'ubiquen les contribucions vistes fins ara i, a la vegada, per identificar el nostre marc teòric de treball. Cadascun dels quatre grans àmbits de pensament identificats presenta punts d'intersecció amb tots els altres en relació a l'estudi de la innovació, tal i com veurem a continuació.

En primer lloc, en l'esfera de l'economia clàssica destaquen les contribucions sobre economies d'aglomeració i districtes industrials (Marshall, 1920); la nova teoria del comerç (Krugman, 1979 –que parteix de les idees de Dixit i Stiglitz, 1977–; o Grossman i Helpman, 1991); la teoria de la localització (Lösch, 1954; von Hippel, 1988 i 1994); la teoria del creixement i convergència regional (Barro, 1991; Aghion i Howitt, 1992); i la nova teoria del creixement (Romer, 1986; Arrow, 1962; Mankiw et al., 1992; Lucas, 1988; a partir de Solow, 1956; i Swan, 1956).

¹⁵ Els autors es basen en Dahl, M. S. (2001). Per a un major detall teòric veure, per exemple, Clark et al., eds. (2003).

En segon lloc, en l'àmbit de la geografia econòmica destaquen l'escola neommarshalliana dels districtes industrials italians (Becattini,1979) i els treballs del GREMI, Grup de Recerca sobre els *Milieux Innovadors* (Piore i Sabel,1984; Maillat, 1988; Aydalot, 1986); així com les aportacions de l'escola de Califòrnia (Storper i Scott, 1989; Storper, 1997; Scott, 1993; Saxenian, 1994; Hall, 1990). En tots els casos l'anàlisi combina aspectes econòmics, sociològics i culturals establint vinculacions entre el sistema i el territori en què les empreses desenvolupen la seva activitat.

Gràfic 2.1. Escoles que formen la teoria econòmica de la innovació



Font: Adaptat de Buesa et al. (2002, p. 69).

En aquesta mateixa línia, però en la frontera entre la geografia econòmica i la teoria evolucionista, es troben els treballs relatius als sistemes nacionals d'innovació (Nelson, 1993; Lundvall, 1992b; Edquist, 1997; Freeman, 1988, 1995; Porter, 1990); als sistemes sectorials d'innovació (Breschi i Malerba, 1997; Malerba, 2002 i 2004); i als sistemes tecnològics d'innovació (Carlsson i Jacobsson, 1997). Pròpiament dins de l'àmbit de les teories evolucionistes, hi ha diversos autors (Nelson i Winter, 1982; Dosi, 1984; Malerba, 2002; Pavitt, 1984; Freeman i Soete, 1997; Andersen 1996) que empren conceptes com la *path dependency* sense deixar de banda l'economia institucional. Segons Lambooy (2005), la teoria evolucionista és hereva de l'escola de pensament austríaca i la identifica amb l'escola neo-schumpeteriana.

Finalment, dins de l'àmbit de l'economia de l'organització, autors heterodoxos com Penrose (1959) han servit per donar fonament teòric a la inclusió d'elements sociològics en l'enfocament dels sistemes nacionals d'innovació ja esmentats. Altres aspectes interessants en aquest àmbit són l'estudi dels costos de transacció, la teoria

de l'empresa i l'assignació de recursos (Coase, 1937; Williamson, 1975 i 1985; Barney, 1991; Loasby, 1971; Foss, 1993).

Un cop feta aquesta reflexió podem dir que el marc teòric en què se situa el nostre treball de recerca està ubicat en la intersecció de tres de les escoles vistes: la geografia econòmica, la teoria evolucionista i l'economia de l'organització (veure àrea marcada al Gràfic 2.1). Assumim, així la vinculació entre el sistema institucional i el territori en què les empreses desenvolupen la seva activitat, no només pel context legal i institucional sinó perquè també condiciona l'establiment de xarxes. D'altra banda, la trajectòria de l'empresa, les seves capacitats, enteses en termes dels actius tangibles i intangibles de l'organització, així com l'orientació estratègica, condicionaran la seva capacitat innovadora i, en conseqüència, els resultats i la supervivència. Ens mourem, doncs, entre els diferents conceptes teòrics que proporcionen els enfocaments vistos per tal de desenvolupar la nostra anàlisi.

2.3. Característiques de la innovació com a procés

La innovació és un procés multidimensional (Kline i Rosenberg, 1986, Hobday, 2005), dinàmic i contingent (Pavitt, 2005). Està estretament associada al canvi (Kline i Rosenberg, 1986; Baumol, 2002) i, conseqüentment, resulta difícil de planificar amb antelació (Lambooy, 2005). És un procés complex caracteritzat per la incertesa (Kline i Rosenberg, 1986). Per aquesta raó, i perquè té una component molt elevada de novetat, no existeix un model normatiu únic (o recepta única) per innovar (Hobday, 2005).

Molts models disponibles a la literatura se centren en l'explicació d'aspectes concrets relatius a la innovació i queden lluny de l'establiment d'un model general teòric (Kline i Rosenberg, 1986; Forrest, 1991). Entre d'altres raons perquè encara no s'ha arribat a una comprensió satisfactòria del procés innovador. Aquesta darrera afirmació, feta per Mansfield el 1986 continua essent vàlida en l'actualitat, tal i com es fa palès a OECD (2005).

La forma d'enfocar el fenomen de la innovació està condicionada per aquesta limitació. Un exemple el tenim en el treball de Klette i Kortum (2002). Els autors, a partir de l'evidència empírica "robusta i econòmicament rellevant" (p. 4) a nivell d'empresa, identifiquen sis fets estilitzats sobre la innovació. Els agrupen en dues categories:

relació entre R+D, productivitat i patents (2 fets estilitzats); i relació entre R+D i inversió (4 fets estilitzats).¹⁶ Però tots els fets estilitzats es refereixen única i exclusivament a l'existència, o no, de relació entre les diferents variables considerades. Tanmateix, en cap cas expliciten relacions de causalitat entre els elements que constitueixen el fenomen objecte d'estudi.¹⁷

Un dels motius d'aquestes mancances és la limitada informació disponible sobre determinats aspectes de l'empresa en general, i de les petites i mitjanes empreses en particular (entre d'altres, aquest punt el destaca Okamuro, 2006), tot i que en el passat no es percebia com un problema. En particular, Audretsch i Feldman (2003, p. 273) indiquen que fins no fa massa temps les empreses petites eren invisibles en l'anàlisi de l'activitat innovadora. Segons aquests autors la tendència va canviar a finals del segle XX, ja que a la dècada dels norantes es va a començar a demostrar la seva rellevant contribució a l'activitat innovadora.

A nivell d'estadístiques oficials, s'observa que les enquestes sobre l'activitat innovadora sí estudien les empreses petites i mitjanes però no sempre s'inclouen les micro empreses. En el cas concret de la Unió Europea, l'enquesta comunitària sobre innovació (enquesta CIS), la norma harmonitzada general és que l'univers ha d'estar compost per empreses a partir de 10 treballadors, distingint les tres categories habituals. Si es desitja estudiar les micro empreses les dades d'aquestes s'han de publicar en una categoria a part.¹⁸ D'altra banda, i atès que l'enquesta va ser originalment dissenyada per estudiar el sector industrial, la inclusió d'empreses del sector serveis també és encara voluntària (Eurostat, 2006).¹⁹

En l'actualitat ja es disposa d'estudis sistemàtics i exhaustius que han aportat evidències substantives sobre la important quantitat d'activitat innovadora que desenvolupen les petites empreses, especialment en les indústries noves i emergents (Audretsch i Feldman, 2003, a partir de Caves, 1998). La tendència, doncs, ha canviat i en el context actual hi ha un interès creixent per les petites i mitjanes empreses

¹⁶ Per exemple, els dos primers fets estilitzats són: (1) La productivitat i l'R+D entre empreses estan positivament correlacionats, mentre que el creixement de la productivitat no està pas fortament relacionat amb l'R+D de les empreses; i (2) les patents varien de forma proporcional a l'R+D entre empreses, mentre que en la dimensió longitudinal hi ha rendiments decreixents de l'R+D.

¹⁷ Una altra limitació és, a més, que identifiquen innovació amb R+D i patents.

¹⁸ Es distingeixen, com a mínim, les tres categories habituals en funció del nombre de treballadors/es: 10-49 (petita), 50-249 (mitjana), i 250 o més (gran).

¹⁹ En el cas d'Espanya, l'INE ha optat per incloure empreses a partir de 10 treballadors/es, tant del sector industrial com del sector serveis (INE, 2007 i 2008).

(PIME) com agents innovadors (Okamuro, 2006; Acs i Audretsch, 2003). Aquest canvi és posterior a la demostració del paper de les petites empreses com a motor de creació d'ocupació (Birch 1981, 1987, per als EUA). Segons Acs i Audretsch (2003), quan va sortir a la llum aquest primer treball de Birch sobre les petites empreses “la majoria d'investigadors encara assumien que (...) la innovació (...) quedava més enllà de la seva esfera” (íbid, p. 55).

A mesura que s'incrementa la capacitat d'anàlisi empírica, s'avança també en la comprensió del fenomen, i per bé que Mohnen et al. (2006, p. 394) afirmen que “mai podem caracteritzar i explicar completament el procés d'innovació”, la disciplina està fent progressos considerables per adaptar els instruments disponibles a l'estudi d'aquesta realitat. En aquest marc de coneixement incomplet però progressivament creixent analitzem els elements que caracteritzen el procés innovador.

2.3.1. Elements que caracteritzen el procés innovador

A continuació es revisaran les característiques, o elements, identificats com els més rellevants a l'hora d'explicar el procés innovador. En concret, les característiques que defineixen la innovació es poden explicar des de diferents perspectives ja que:

- es tracta d'un procés no lineal, que
- presenta un elevat grau de complexitat,
- habitualment es desenvolupa en xarxa, i
- depèn de la trajectòria de l'empresa (*path dependency*),

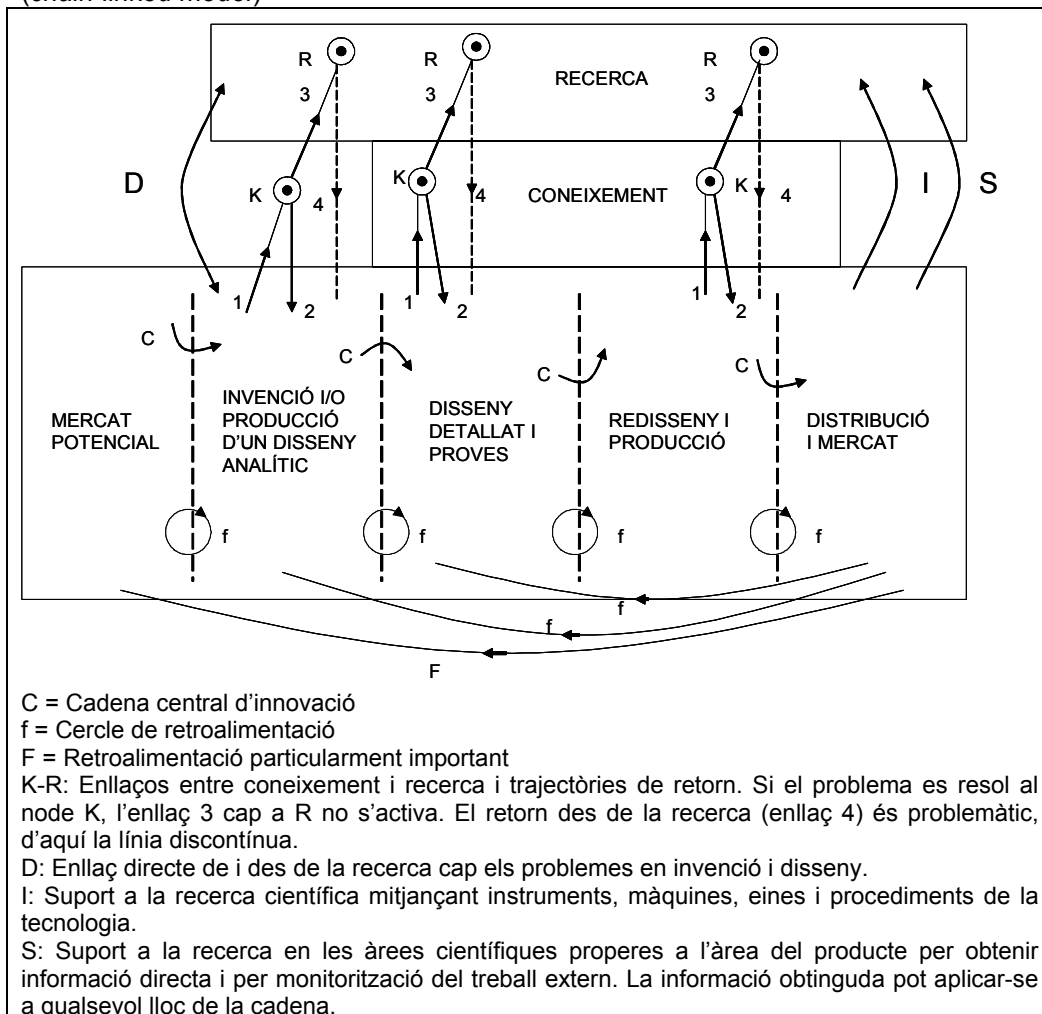
Aprofundim seguidament en les quatre característiques.

Procés no lineal

El concepte de no-linealitat implica que nombrosos actors i fonts d'informació estan influïent en la innovació des de dins i des de fora de l'empresa. I ho fan de manera interactiva, és a dir, creant processos de retroalimentació que nodreixen les diferents fases de la innovació. La interactivitat en el procés innovador fa referència als processos interns de l'empresa (R+D, producció, marketing, distribució, etc.), així com en les relacions de cooperació externes amb altres empreses (proveïdores i clients), amb proveïdors de coneixement, de finançament, de formació, i amb l'administració pública (Kauffmann i Tödtling, 2001; Kauffmann et al., 2003). Tot i que alguns autors

només ressalten les relacions amb agents externs (ie: Cooke i Wills, 1999), models com el de cadena enllaçada de Kline (*chain-linked model*, 1985) deixen clara la interdependència tant a nivell extern com intern de l'empresa (veure Gràfic 2.2).²⁰

Gràfic 2.2. Procés innovador: model de Kline de cadena enllaçada (*chain-linked model*)



Font: Reproduït de Kline i Rosenberg (1986, p. 290)

El model mostra la relació existent entre la recerca, la invenció, la innovació i la producció. L'existència de diferents lligams i vinculacions entre les tres àrees de rellevància en el procés d'innovació, la recerca, el coneixement i la cadena central del procés d'innovació, posa en evidència que la innovació es nodreix d'informació (interna i externa) durant tot el procés i només en determinats moments. Aquesta és la principal diferència envers un model lineal. Per bé que no està exempt de crítiques, i que models posteriors han afegit altres elements rellevants sobre el procés innovador com ara la interactivitat i l'establiment de xarxes,²¹ es tracta d'un dels models

²⁰ Expliquem el model següent Kline i Rosenberg (1986).

²¹ Ens referim a la tercera generació de models d'innovació de Rothwell (veure Taula 2.1).

interactius més coneguts dins l'enfocament que, per primera vegada, assumeix la no linealitat com a fet característic (Velasco et al., 2007).

En definitiva, els models (lineals) inicials ha estat superats per una modelització més integrada del procés d'innovació les principals característiques de la qual són: existència de diferents fonts d'innovació, totes elles d'igual importància; i la presència de lligams i complementaritats entre diferents tipus *d'inputs* tecnològics, institucions i estadis del procés innovador (Evangelista i Mastrostefano, 2006).

Procés complex

La innovació és inherentment incerta, una mica desordenada, composta per alguns dels sistemes coneguts més complexos, i subjecta a canvis de tota mena a diferents llocs de l'organització innovadora. (Kline i Rosenberg 1986, p. 302). El procés innovador és un fenomen intrínsecament complex que es desenvolupa al llarg de diferents etapes (Hollenstein, 2003, p. 845). Forrest (1991) afirma que es tracta d'un "procés extremadament complex que no es pot descriure adequadament mitjançant models senzills, i qualsevol model que ho faci ha d'incloure una miriada de factors" (p. 450). S'uneix a l'opinió segons la qual difícilment es pot desenvolupar un model generalitzat del procés innovador. L'autora recomana analitzar la varietat de tipologies d'innovació, i els diversos models que s'han desenvolupat sobre el procés d'innovació, perquè sembla poc probable arribar a definir un únic model generalitzat que sigui d'utilitat. Kline i Rosenberg (1986, p. 283) puntualitzen que seria una greu errada tractar la innovació com si fos un procés ben definit i homogeni, amb una data d'inici i una d'acabament.

Així mateix, la base de coneixement necessària per generar innovacions esdevé cada vegada més complexa i multidisciplinària (Arora i Gambardella, 1994). Els diferents models teòrics sobre els processos innovadors, incloent el de Kline (1985), posen en evidència la complexitat d'un fenomen que cada vegada depèn més profusament de les interaccions de coneixement amb altres agents econòmics. Edquist (1997) afirma que, a causa de la complexitat dels processos innovadors les empreses gairebé mai innoven de forma aïllada. Per tant, la incertesa de la innovació també està vinculada a les xarxes i a la seva complexitat.

En aquest sentit, Duysters i Lokshin (2007) estudien els determinants de la complexitat de la cartera d'aliances estratègiques de les empreses. Identifiquen complexitat amb diversitat (una cartera d'aliances serà més complexa quant més diversa sigui la tipologia d'agents amb qui l'empresa estableix acords).²² La complexitat d'aquesta xarxa està relacionada amb la capacitat innovadora de l'empresa, i aquesta relació té forma de u invertida. És a dir, que la capacitat innovadora augmenta en fer-ho la diversitat de la xarxa però només ho fa de forma limitada, atesos els costos associats a la gestió de les xarxes complexes. D'altra banda, Becker i Dietz (2004) identifiquen complexitat de la xarxa amb nombre d'agents amb qui l'empresa coopera i troben evidència de l'existència d'una relació positiva d'aquesta amb els resultats de la innovació.

Per gestionar la complexitat i gestionar una organització en un context complex i incert cal disposar de suficients capacitats internes que, entre d'altres, han de permetre avaluar correctament la informació, emprar-la correctament per tal de convertir-la en coneixement vàlid per al procés innovador (Arora i Gambardella, 1994). Segons Arbusà i Coenders (2005), aquesta interpretació de les capacitats internes es refereix a la capacitat d'absorció, que no és només important en la cooperació sinó en el conjunt del procés innovador.²³

Procés en xarxa

Els agents innovadors participen en múltiples i complexes relacions de xarxa, acords de cooperació i de col·laboració amb l'objectiu de compartir i adquirir coneixement, i cada vegada depenen menys d'un únic soci (OECD, 2002). Els processos de canvi tecnològic i de difusió de les innovacions són, cada vegada, més interdependents i interactius (Vázquez Barquero, 1999), i inclouen diferents formes d'aprenentatge i de generació de nou coneixement (Malecki, 1991). Es podria dir, per tot plegat, que la innovació és un procés col·lectiu (Muller i Pénin, 2006).

L'impressionant augment del nombre d'aliances estratègiques ha canviat la percepció que, de les mateixes, tenien els responsables de les polítiques i els economistes: mentre que principalment s'havien considerat com un mecanisme per ajudar sectors

²² En aquest plantejament segueixen Marino et al. (2002) i Powell et al. (1996).

²³ Al capítol 4 aprofundirem en el concepte de capacitat d'absorció.

en declivi, actualment els acords inter-empresarials es veuen com mecanismes competitiu per a les empreses de sectors d'alta tecnologia. (Sena, 2004, p. 319).


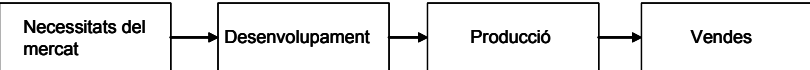
La xarxa de contactes i de relacions de les empreses s'ha convertit en un actiu estratègic per fomentar el desenvolupament de la capacitat empresarial i organitzativa de l'economia. El context en què es mou l'empresa, juntament amb l'estructura i les relacions de la xarxa, permeten transformar les decisions d'inversió i d'adopció d'innovacions de les empreses en un "procés col·lectiu i socialitzat", que atenua els riscos i redueix els costos d'innovar (Vázquez Barquero, 2005, p. 55).²⁴

L'ús de xarxes externes per estendre la base de coneixement de l'empresa s'ha relacionat freqüentment amb l'èxit innovador (Jong i Vermeulen 2004, p. 10). El treball en xarxa, l'organització en xarxa, es constitueix com el nucli del procés innovador (Monjon i Waelbroeck, 2003) i la seva importància és extensible al conjunt del sistema social i econòmic (Castells, 2000).

Des de finals de la dècada dels setantes (Hagedoorn, 2002) o inicis dels vuitantes (Rothwell, 2002), s'observa una presència creixent de l'organització del treball en xarxa a nivell empresarial (Mowery, 1999; Vázquez Barquero, 2005). La conceptualització teòrica dels processos innovadors recull aquesta tendència, tal i com es pot veure en les cinc generacions, o models innovadors, identificats per Rothwell (2002). A la Taula 2.1 (pàgina 41) s'observa com les aliances estratègiques comencen a ser rellevants a partir de la 3a generació, a inicis dels 80. En aquests acords hi participen tant les grans com les petites empreses (Vázquez Barquero, 2005), i les vinculacions poden prendre diverses formes (Arora i Gambardella, 1994). El fenomen continua creixent de manera que a la dècada dels 90 (5a generació de Rothwell), el tipus d'aliances més comú ja no només és amb el món científic sinó també amb altres empreses (relacions horitzontal i verticals). Per motius com aquests, l'opinió econòmica ortodoxa contemporània entén que la innovació és, en termes generals, un procés interactiu, no pas lineal ni basat en el *technology-push* (Cooke i Wills, 1999, p. 219).

²⁴ En aquest sentit, una de les "qüestions centrals de la teoria del desenvolupament endogen resideix en què els sistemes d'empreses locals i les relacions entre empreses esdevenen un dels mecanismes a través dels quals es produeixen els processos de creixement i canvi estructural en les economies locals i regionals" (Vázquez Barquero, 1999, p.97).

Taula 2.1. Models explicatius del procés innovador, segons Rothwell (2002)

1a Generació: Innovació conseqüència del Technology Push	1950s – mitjans 1960
<p>Context:</p> <p>Elevat creixement sostingut, basat en la ràpida expansió industrial. Sorgeixen noves indústries per l'aparició de noves oportunitats tecnològiques. Ràpid creixement del consum privat.</p> <p>Interpretació del procés d'innovació:</p> <p>Progressió lineal i seqüencial que lliga el descobriment científic amb el mercat a través del desenvolupament tecnològic que es du a terme en el si de les empreses. La innovació depèn de l'oferta i s'identifica amb la <i>technology push</i>: a major R+D, major èxit dels nous productes al mercat.</p>	 <pre> graph LR A[Ciència bàsica] --> B[Disseny i enginyeria] B --> C[Producció] C --> D[Marketing] D --> E[Vendes] </pre>
2a Generació: Innovació conseqüència del Market Pull	mitjans 1960s – inicis 1970s
<p>Context:</p> <p>Relativa bonança econòmica. S'intensifica la competència. Es continuen introduint nous productes al mercat, per bé que principalment estan basats en tecnologies ja existents i en moltes àrees oferta i demanda s'han equilibrat. Incrementa la concentració industrial. L'orientació de les inversions de canvi tecnològic canvien el focus: del nou producte a la racionalització.</p> <p>Interpretació del procés d'innovació:</p> <p>Continua essent lineal i seqüencial. La percepció de la innovació canvia i es posa l'èmfasi en els factors del costat de la demanda. Per tant, la font d'idees que dirigeix l'R+D és el mercat que juga un paper eminentment reactiu en el procés innovador.</p>	 <pre> graph LR A[Necessitats del mercat] --> B[Desenvolupament] B --> C[Producció] C --> D[Vendes] </pre>

continua

Taula 2.1. Models explicatius del procés innovador, segons Rothwell (2002)

<p>3a Generació: El model d'acoblament de la innovació</p> <p>Context:</p> <p>Període d'alça de preus del petroli, inflació i saturació de la demanda. La capacitat productiva excedeix la demanda i les taxes d'atur creixen.</p> <p>Interpretació del procés d'innovació:</p> <p>Procés bàsicament seqüencial. Interacció propiciada per la xarxa complexa de canals de comunicació, tant dins com fora de l'àmbit de l'empresa. S'estableixen lligams amb (1) la comunitat científica i tecnològica, i (2) el mercat. L'èxit de la innovació passa per la minimització de les errades a causa de les restriccions econòmiques. Els dos models previs són exemples atípics d'un procés general d'interacció entre les capacitats tecnològiques i les necessitats de mercat.</p>	<p>inicis 1970s – mitjans 1980s</p>
<p>4a Generació: Procés d'innovació integrat (exemple)</p> <p>Context:</p> <p>Període de recuperació econòmica. Les grans empreses es dediquen a les seves competències centrals i l'orientació estratègica fa que el nombre d'aliances augmenti substancialment. És necessària l'acumulació tecnològica garantir la competitivitat. Disminució del cicle de vida dels productes.</p> <p>Interpretació del procés d'innovació:</p> <p>Destaca l'elevada competitivitat de les empreses japoneses que no només es basa en la innovació incremental i la imitació, sinó també en la introducció de nous productes (innovació radical). Dues de les característiques sobresortints són: integració i desenvolupament paral·lel del procés innovador.</p>	<p>inicis 1980s – inicis 1990s¹</p>

continua

Taula 2.1. Models explicatius del procés innovador, segons Rothwell (2002)

5a Generació: Innovació com a procés d'acumulació de coneixement	inicis 1990s - ...	
<p>Context²:</p> <p>Es mantenen els principals elements de l'estratègia empresarial del període anterior. Destaca l'acceleració de processos: cicles de vida més curts fan necessari l'escurçament dels processos innovadors, especialment en sectors d'elevat canvi tecnològic. Continua el <i>networking</i> estratègic.</p> <p>Interpretació del procés d'innovació:</p> <p>Les empreses innovadores líders han canviat l'estratègia: la innovació és un procés d'integració de sistemes i de <i>networking</i> (procés ISN). El model és, bàsicament, la versió evolucionada del model d'innovació com a procés integrat i en paral·lel on, a la vegada, el canvi tecnològic també està modificant-se.</p>		
	<p>Aprenentatge intern:</p> <p>Recerca, desenvolupament i aprenentatge mitjançant el desenvolupament; aprenentatge mitjançant assaigs; a través de la fabricació – producció; aprenentatge de les errades; a través de l'ús en empreses verticalment integrades; i mitjançant projectes transversals.</p>	<p>Aprenentatge extern o intern/extern:</p> <p>Amb / dels proveïdors; amb / dels clients avantatjats; a través de la coop. horitzontal; amb / de les institucions que conformen la infraestructura de ciència i tecnologia; de la literatura; de les accions dels competidors; mitjançant enginyeria inversa; a través de la incorporació de personal nou; mitjançant proves de prototipus basats en la informació dels clients; i mitjançant la detecció i revisió de defectes</p>

¹ Les generacions o models d'innovació poden coincidir en el temps. ² En l'original no es comenta el context econòmic.
 Font: Basat en Rothwell (2002).

Val a dir, finalment, que a mesura que la forma d'organització en xarxa ha guanyat importància, s'han creat noves interfícies de relació (Bougrain i Haudeville, 2002) entre diferents disciplines i agents que, al seu torn, realimenten el procés. Les empreses col·laboren amb universitats, centres de recerca públics, competidors, empreses de la cadena de valor, clients, etc. tant en l'àmbit domèstic com en l'internacional. Les diferents formes de col·laboració interempresarial han esdevingut elements centrals de l'estratègia corporativa. I, en conseqüència, les xarxes complexes d'empreses, universitats i centres de recerca públics són ja un element clau en molts sectors d'activitat, especialment en aquells de ràpid progrés tecnològic (Powell i Grodal, 2005).

Atesa la seva importància per a la innovació, més endavant es desenvolupen aquells aspectes teòrics necessaris per contextualitzar l'estudi de les relacions de cooperació entre les empreses i el món de la recerca (Capítol 3).

Existència d'un patró de dependència

Atesa l'especialització creixent i la naturalesa professionalitzada del coneixement en què es basen les empreses, aquestes esdevenen *path dependent*, és a dir, hi ha un patró de dependència ja què les organitzacions estan condicionades per la seva trajectòria prèvia. Per tant, allò que busquen per al seu futur, i en particular les decisions estratègiques, està fortament condicionat per allò que han après i han fet les empreses en el passat. Aquest fet incideix també en la innovació, tal i com discuteix entre d'altres Arthur (1989, 1994).

Diversos autors analitzen el fenomen des d'un punt de vista empíric a nivell d'empresa (Yao, 2006; Augsdorfer, 2005) i centrant-se en el sector serveis (Gallouj i Weinstein, 1997; Hempell, 2005). Finalment, Roper i Hewitt-Dundas (2008) desenvolupen un aspecte concret de la *path dependency*: la persistència innovadora. De forma similar a Yao (2006), mitjançant una anàlisi de tall transversal obtenen l'evidència de què les empreses que innoven presenten una major propensió a continuar innovant, mentre que les que no innoven presenten una major probabilitat de continuar en la mateixa situació.²⁵

²⁵ Yao (2006) analitza patents, mentre que Roper i Hewitt-Dundas (2008) treballen amb dades sobre activitat innovadora recollides mitjançant una enquesta tipus CIS.

Pini i Santangelo (2005) argumenten que l'avantatge competitiu de les empreses es troba, d'una banda, en els processos de gestió i organització (rutines, patrons de pràctiques i aprenentatge, etc.), i d'una altra, en la seva història (patró de dependència) i la forma en què es perceben les oportunitats tecnològiques.²⁶ Les diferents empreses estableixen jerarquies de pràctica distintes pel que fa a les rutines organitzatives com a resultat de la seva història, única, i del seu procés d'aprenentatge. Les capacitats úniques desenvolupades per cada empresa no estan disponibles per a les altres, i tampoc són transferibles, a causa de les característiques pròpies de cada empresa pel que fa al procés d'acumulació de competències (Foss, 1997). Això implica que les empreses són agents heterogenis (Jovanovic, 1982) pel que fa a la forma d'acumulació de capacitats i pel que fa a la forma en què les traslladen a les rutines de l'organització.

De la mateixa manera, els patrons de dependència també es poden estudiar a nivell dels sistemes nacionals d'innovació (ie, Fagerberg et al., 2008) i a nivell de sectors. Centrant l'atenció en aquesta segona, podem afirmar que la dimensió empresarial i la sectorial es combinen ja que cada empresa actua en base a la seva experiència prèvia i en funció de les trajectòries tecnològiques de la seva indústria (Pavitt, 2005). Diversos articles empírics s'han basat en els resultats de Pavitt (1984) i han comprovat que la trajectòria tecnològica del sector afecta els resultats de la innovació de les empreses individualment considerades (per exemple Jong i Vermeulen, 2004; o Souitaris, 2002). Totes dues dimensions afecten als resultats de la innovació igual que també ho fan l'estratègia i la bona gestió empresarial. Però en tot cas existeix un mecanisme, que no és pas l'únic, per superar les situacions en què la trajectòria, tecnològica o organitzativa, bloqueja l'organització. Es tracta de la creació de noves empreses (Audretsch i Thurik, 2001). Així, pot succeir que la trajectòria (tecnològica) d'una empresa estigui bloquejada i, per tant, aquesta no sigui competitiva i vegi perillar la seva supervivència en el curt o el llarg termini. Aquest bloqueig no opera en les noves empreses ja que mitjançant la creació d'una nova empresa es generen noves trajectòries tecnològiques. Les noves empreses tenen menys història, són menys dependents del passat però, en tot cas, sí són *path dependents* de la trajectòria dels emprenedors/es que les han creat (veure entre d'altres Castells i Vilaseca, dirs., 2007).

²⁶ Aquests autors entenen que l'empresa està definida per un conjunt de competències centrals, que té unes capacitats dinàmiques (és a dir, que es poden modificar al llarg del temps). En això segueixen, respectivament: Prahalad i Hamel (1990) i Teece et al. (1997).

Al seu torn, l'activitat innovadora afecta els rendiments de l'empresa. Cefis i Ciccarelli (2005) resumeixen dos punts de vista alternatius. D'una banda, en l'enfocament tradicional les innovacions tenen un efecte transitori sobre els bons resultats empresarials. Alteren la seva posició competitiva només en el curt termini, de manera que la introducció d'una innovació suposa per a l'empresa disposar d'un poder temporal de monopoli mitjançant l'increment de la quota de mercat, que permet l'obtenció de majors beneficis fins que altres empreses imitin la innovació. D'altra banda, l'escola neoschumpeteriana planteja que les innovacions caracteritzen intrínsecament una organització, creant diferències estructurals entre les empreses que innoven i les que no ho fan. Segons aquest enfocament, cada empresa disposa de diferents competències tecnològiques que són específiques, acumulatives i que sorgeixen dels diversos processos d'aprenentatge pels que ha passat l'empresa.

Aquestes competències internes juntament amb les trajectòries específiques de comportament, fan que l'empresa pugui afrontar millor els canvis en el mercat per tal de sobreviure, o fins i tot obtenir beneficis al llarg del temps. En aquest sentit, Dosi (1988) justifica la diversitat arguint que cada activitat productiva està caracteritzada per una distribució particular d'empreses en funció de la inversió en R+D, el resultat innovador, la mida, el grau d'asimetria en les característiques dels productes, i de l'eficiència productiva. Tanmateix, la imatge d'un sector qualsevol en un moment donat del temps és, al seu torn, el resultat d'un procés competitiu que ha seleccionat els supervivents dins de la varietat tecnològica i la diversitat de comportaments de les empreses, premiant o penalitzant els primers innovadors i els diferents graus de varietat de la difusió i la imitació tecnològica. Per tot plegat, cal entendre el funcionament dels processos d'aprenentatge i els processos competitius que fan canviar els sectors. Una vegada es compregui aquesta relació serà més fàcil arribar a comprendre el fenomen de la varietat en l'activitat innovadora.

L'anàlisi empírica de Cefis i Ciccarelli (2005) s'emmarca en els plantejaments neoschumpeterians ja que observen l'existència de: (1) un efecte positiu de la innovació en els beneficis, que decreix suaument amb el pas del temps; (2) diferències en els beneficis de les empreses innovadores i les no innovadores, major quan la comparació es fa entre empreses que innoven de forma persistent i empreses no innovadores; i (3) el diferencial en els beneficis es manté en el llarg termini.²⁷ Marsili i

²⁷ Estudien una mostra de 267 empreses del sector industrial del Regne Unit durant el període 1988 – 1992.

Salter (2005) també troben evidència de la influència de la trajectòria innovadora en els resultats empresarials.

En resum podem concloure que la innovació està condicionada per la trajectòria prèvia de l'empresa, i del sector d'activitat en què opera. La relació inversa també és vàlida, de manera que la innovació també influeix en la trajectòria de l'empresa. En relació a les competències internes, el mecanisme que opera és similar ja que les competències internes de l'empresa vinculades a la innovació també depenen de (i influeixen en) la trajectòria de l'empresa. La causalitat, doncs, opera en les dues direccions.

2.4. Un marc analític multidimensional per a l'estudi del procés innovador

El que s'ha presentat en els apartats previs justifica l'estudi de la innovació des d'una perspectiva multidimensional. Prenem el punt de vista de l'empresa perquè l'enfocament de l'anàlisi és de tipus microeconòmic. En aquest apartat es discuteixen dos marcs analítics que, considerant diferents elements o dimensions, estudien el procés innovador i les pràctiques innovadores combinant diferents perspectives teòriques. Forbes i Wield (2008) identifiquen cinc dimensions, mentre que Hansen et al. (2002) n'identifiquen tres i els anomenen triangle dinàmic (veure Taula 2.2). Argumentarem que els dos enfocaments són complementaris i, a partir d'ells, farem una proposta pròpia.

Taula 2.2. Dimensions del procés innovador. Comparativa de dos marcs analítics

Cinc dimensions Forbes i Wield (2008)	Triangle dinàmic Hansen et al. (2002)
(1) actius i recursos de l'empresa; (2) capacitats (competències) internes; (3) posició o situació actual; (4) trajectòria de l'empresa; i (5) elecció (elecció feta per l'empresa)	(1) competències i capacitats internes; (2) relacions en xarxa; i (3) orientació estratègica de l'empresa

Font: Elaboració pròpia.

En primer lloc, Forbes i Wield (2008) estudien el comportament innovador de grans empreses seguidores radicades a països en desenvolupament.²⁸ El seu enfocament és dinàmic. Construeixen una eina teòrica per determinar l'evolució de l'avantatge

²⁸ Estudien 14 grans empreses de 5 països diferents (Corea, Índia, Mèxic, Sud Àfrica, Tanzània).

competitiu de les empreses al llarg de 10 anys que, gràcies a la consideració de cinc dimensions diferents, els permet fer un mapa de les trajectòries empresarials. La primera dimensió està composta pels actius i recursos de l'empresa, que són únics per a cada organització i que inclouen: actius tecnològics (coneixement tàcit i codificat, part d'aquest darrer podria estar protegit per drets de propietat intel·lectual); actius complementaris (marca, marketing, distribució, servei postvenda, finançament, etc.); actius institucionals (incloent la política pública i el sistema nacional d'innovació del lloc on opera l'empresa); la localització (proximitat a mercats atractius, pertànyer a un clúster dinàmic, etc.) i la reputació (imatge exterior).

La segona dimensió està composta per les capacitats (o competències) internes, que determinen l'ús efectiu dels actius i recursos vistos. Quan parlen de capacitats es refereixen a les habilitats i les competències funcionals que permeten a l'empresa aprofitar les oportunitats. Són una combinació d'habilitats i coneixements d'una banda, i de rutines i processos organitzatius emprats per produir d'una altra. Són combinacions úniques per a cada empresa, que podem identificar amb les *core competences*.

En un moment concret del temps, el conjunt d'actius i competències internes defineix la posició de l'empresa. Al seu torn, aquesta posició, tercera dimensió d'estudi, condiona en gran mesura la direcció futura de l'empresa. La quarta dimensió és la trajectòria de l'empresa. El camí que ha recorregut l'empresa està condicionant la posició actual de l'empresa, i la posició de l'empresa condiona la trajectòria futura, tal i com ja hem discutit. Finalment, l'elecció de l'empresa també condiona la innovació i, en definitiva, els avantatges competitius. En les mans de l'organització que desitja innovar està la possibilitat de crear les capacitats per explorar oportunitats i prendre decisions correctes. L'essència de l'estratègia és la presa de decisions; i per bé que la posició i la trajectòria condionen el rang d'alternatives disponibles, són les decisions estratègiques les que, al final, determinen la direcció que pren l'empresa.

L'estudi de les trajectòries individuals mostra que les opcions escollides per les empreses, en termes d'estratègia tecnològica, estan condicionades pel lloc on es troben en el moment de prendre la decisió (és a dir, pels actius i les capacitats del moment). Però les empreses poden decidir sobre on volen situar-se en el mercat, i determinar les inversions necessàries en actius i capacitats per assolir el seu objectiu. En aquest sentit, els autors no poden identificar una única bona pràctica (un únic model normatiu) per innovar, sinó que en molts casos les empreses disposen d'un

ventall de trajectòries per esdevenir innovadores. L'avenç, una vegada s'ha triat una trajectòria, no és ni automàtic ni lineal i requereix la definició d'una estratègia deliberada per part de l'empresa.

D'altra banda, Hansen et al. (2002) estudien els processos innovadors en matèria mediambiental de quatre sectors industrials de cinc països europeus.²⁹ Centren el seu interès en les PIME i a partir dels resultats obtinguts proposen un marc analític que, segons el nostre parer, és extensible a qualsevol tipus d'innovació. Per bé que tenen una visió dinàmica del fenomen, l'enfocament està basat en la disponibilitat d'informació de tall transversal. Consideren que la capacitat innovadora és el resultat de la interacció dels tres elements que componen el triangle dinàmic. En primer lloc hi ha les competències i capacitats internes de l'empresa. Les capacitats tècniques centrals són el coneixement i les habilitats dels treballadors/es i el sistema físic, però les rutines i els valors de l'organització també són importants. La combinació dels mateixos constitueixen els trets distintius de l'empresa. Els autors afirmen que "les capacitats (competències) serien les lents a través de les quals l'empresa observa l'entorn i les opcions tecnològiques" (p. 48). Podran limitar o afavorir la presa de decisions relatives als processos d'innovació. D'altra banda, també influiran en la cerca i l'habilitat per establir vincles amb xarxes i recursos externs.

En segon lloc hi ha les relacions en xarxa. Els autors distingeixen tres xarxes rellevants per a l'empresa. Cadascuna d'elles comunica la informació de manera diferent i des de perspectives diferents, cosa que afecta a la forma com les empreses reben i interpreten el missatge. Són la xarxa de negocis (principalment vinculada al sistema de generació de valor), la xarxa reguladora (normes i legislació vigent, en aquest cas en relació al medi ambient però extensible a qualsevol altre àmbit d'activitat); i la xarxa de coneixement (agents dels quals s'obté informació). Les tres xarxes es poden relacionar entre elles i, en ocasions, un mateix agent podria pertànyer a més d'una d'aquestes xarxes. S'aprofita la informació procedent de cada xarxa, per bé que si emeten senyals contradictoris dificultaran la innovació. Però amb el coneixement disponible a les xarxes no n'hi ha prou, ja que les competències internes de l'empresa i l'orientació estratègica juguen un paper crucial a l'hora de determinar com s'aprofita aquest coneixement.

²⁹ Els sectors són: impressió, galvanoplàstia, tèxtil i pintura. Els països són Dinamarca, Itàlia Holanda, Portugal i Regne Unit.

El darrer element que conforma el triangle dinàmic és l'orientació estratègica, que es pot definir com el conjunt d'esforços que fa l'empresa per enfortir la seva posició estratègica i aconseguir avantatges competitiu. Les rutines i les trajectòries internes i externes condicionen el desenvolupament de l'estratègia de l'empresa. Perquè diferents conjunts de capacitats donaran lloc a diferents percepcions de la situació del mercat i, en conseqüència, afectaran a la forma d'entendre l'estratègia empresarial i a la presa de decisions d'innovació. D'altra banda, tota decisió d'innovació té conseqüències estratègiques, perquè estarà influïent en la trajectòria empresarial; o dit d'una altra manera, les empreses no haurien de prendre cap decisió d'innovació sense tenir en compte l'estratègia perquè estan condicionant la seva trajectòria.

En definitiva, el marc conceptual del triangle dinàmic centrat en les PIME (Hansen et al., 2002 p. 50) explica com el procés d'adopció d'innovacions es pot analitzar des de tres perspectives. Així, des del punt de vista estratègic i en termes d'una anàlisi d'oportunitats i amenaces, febleses i forteses, es podria dir que les capacitats internes de l'empresa podrien arribar a ser punts febles, mentre que la xarxa presenta oportunitats i amenaces. Les capacitats internes, com dèiem, limiten l'orientació estratègica i dicten la configuració de la xarxa. La xarxa, al seu torn, condiciona l'orientació estratègica, els processos d'aprenentatge i el desenvolupament de noves competències centrals.

És rellevant fer notar que els dos articles estudien casos d'empreses que no són pas centrals en els seus respectius sectors. Així, Forbes i Wield (2008) analitzen grans empreses seguidores de països en desenvolupament; mentre que Hansen et al. (2002) centren la seva atenció en petites i mitjanes empreses europees que no sempre tenen una posició de mercat dominant. En tots dos casos, predomina l'enfocament sistèmic del fenomen sense oblidar l'important paper que juguen les capacitats de l'empresa; i s'advoca per la necessitat d'establir marcs analítics que abastin les realitats dels agents de la perifèria del sistema, ampliant així les teories construïdes des de l'estudi de les grans empreses dels sectors de major creixement.

Es tracta de dos modelitzacions que posen l'èmfasi en diferents aspectes del procés innovador raó per la qual es podria dir que són complementàries, no pas substituïdes. En les cinc dimensions de Forbes i Wield destaca el tractament del comportament de l'empresa al llarg del temps (trajectòria). El treball en xarxa, però, no rep tanta atenció per part de Forbes com en el cas del triangle dinàmic ja que simplement apareix com a part del conjunt d'actius de l'empresa. Finalment, tampoc es contradiuen perquè, tal i

com ja hem vist, els continguts de les dimensions d'un model intersequen amb les de l'altre. A més, com que a cada model tota dimensió és a la vegada precursora i conseqüència d'alguna altra dimensió fa que les relacions que es plantegen en un dels models també es puguin trobar en l'altre.

El nostre enfocament analític, que s'inscriu en el marc de la teoria de la RBV, es pot descriure com una combinació de les dues modelitzacions vistes. Considerem, així les següents dimensions del procés innovador:

1. Els actius i recursos de l'empresa.

Estan condicionats, i a la vegada condicionen, la posició o situació actual de l'empresa al mercat.

Són béns físics però també intangibles com el coneixement acumulat a l'organització. Així mateix, la reputació i les xarxes i vinculacions de l'organització hi estan incloses.

Determinen el punt de partida per a la presa de decisions estratègiques (és a dir, hi ha una situació de *path dependency*).

2. Les competències o capacitats internes.

En funció d'aquestes, l'organització aprofitarà d'una manera o d'una altra els actius i recursos de l'empresa.

3. Les relacions en xarxa.

Els actius i recursos de l'empresa juntament amb les competències o capacitats internes reben influència de les relacions en xarxa de l'organització, i a la vegada les condicionen.

4. L'orientació estratègica de l'empresa.

Les empreses tenen capacitat de decisió, tot i que no disposen d'informació perfecta. Per tant, les seves decisions condicionaran els processos innovadors i els resultats de l'activitat innovadora. Aquestes decisions, però, estan condicionades pels actius i recursos disponibles, per les competències internes i per les relacions en xarxa on es pugui recolzar. En definitiva, tots aquests elements componen el que podem anomenar bagatge de l'organització (trajectòria), que estarà present en totes les preses de decisions.

Per concloure destaquem la importància de les relacions en xarxa, del treball en xarxa, per a la innovació. Una forma particular de relació en xarxa és la cooperació, tema objecte d'interès del següent capítol.

3 La cooperació, una forma de treball en xarxa

Tal i com hem argumentat anteriorment, en l'actualitat la innovació no es concep com un procés aïllat perquè, en particular, els fluxos d'informació afecten i condicionen l'activitat innovadora. La cooperació és un fenomen ubicu (Gulati, 1998), que és el reflex d'una extensa realitat que abasta un camp ampli de l'activitat econòmica i adopta diverses denominacions: acords, aliances estratègiques, associacions, coalicions, consorcis o fins i tot xarxes (Fernández de Arroyabe i Arranz, 2001). Per a aquest tipus d'interaccions s'ha imposat el terme xarxa (DeBresson i Amesse, 1991).

Miotti i Sachwald (2003) afirmen que la relativa flexibilitat dels acords de cooperació ha estat subratllat com un dels factors més importants per al seu remarcable desenvolupament des de la dècada de 1980.³⁰ Aquests acords poden ser de tipus formal o informal, i el seu origen es pot trobar tant en vinculacions fortes com en vinculacions febles, tal i com queda recollit a la definició de xarxa que es planteja més endavant (apartat 3.2).

Segons Dhanaraj i Parkhe (2006), l'organització en xarxa ha influït profundament en la forma d'innovar de les empreses. Específicament la important desintegració de la cadena de valor, habitual en moltes indústries d'alta tecnologia, ha fet possible que diferents activitats localitzades al llarg de la cadena de valor les puguin desenvolupar diferents empreses de forma eficient. Koschatzky (2002) argumenta que la cooperació de les empreses amb el seu entorn és, a la vegada, condició prèvia i conseqüència de la creixent divisió del treball i de la desintegració vertical (Storper 1996). I es pot dir que una forma d'organització de la innovació és la col·laboració en xarxa (Love i Roper, 2004).

Tot i això, la relació entre la cooperació i la innovació no es pot descriure pas de forma senzilla (Tether, 2002). De fet, la recerca en el camp de la cooperació empresarial està força fragmentada a causa de l'heterogeneïtat de les aproximacions teòriques (Varamäki i Vesalainen, 2003). Podríem dir, doncs, que en aquest aspecte mostra similituds amb l'estudi de la innovació i dels processos innovadors.

³⁰ Es basen, principalment, en Kogut (1988), Teece (1992), i Gomes-Casserres (1996).

Es poden identificar cinc temes clau en l'estudi de la cooperació (Gulati, 1998).³¹ El primer és la formació d'aliances, que estudia les motivacions que tenen les empreses per establir acords de cooperació, així com els agents amb qui els estableixen. El segon és l'estructura de govern de les xarxes, que es poden considerar com una forma d'estructurar les relacions diferent als mercats i a les jerarquies, i que presenten molta diversitat. El tercer és l'evolució dinàmica de les xarxes, que poden modificar el seu disseny i les seves finalitats, cosa que pot influir en els resultats aconseguits en el si de l'acord. El quart és pròpiament l'estudi dels resultats de les aliances, que no s'ha desenvolupat tant com altres temes ja sigui per la manca de sistematització de les dades disponibles o per dificultats en la mesura dels resultats aconseguits per la xarxa. El darrer i cinquè tema és l'anàlisi de la influència dels acords de cooperació en els rendiments de l'empresa, que posa el focus d'atenció en les empreses de les xarxes (els nodes) i vol determinar si obtenen algun profit d'aquesta activitat. Atès que no totes les xarxes aporten el mateix valor a les empreses, esdevé rellevant estudiar l'impacte de tota l'activitat de *networking* de l'empresa, i no només els beneficis que una única xarxa pot aportar.

El nostre interès teòric i empíric se centra en dos d'aquests cinc temes: les motivacions que tenen les empreses, si és que les tenen, per establir acords de cooperació amb altres agents econòmics; i els rendiments que proporcionen a l'empresa aquest tipus d'activitats. En aquest apartat s'exposen breument algunes definicions i característiques generals de les xarxes relacionades amb aquests aspectes de manera que ajudin a posar en context les activitats de cooperació per donar pas, posteriorment, als aspectes particulars de la cooperació de base científica. L'interès se centrarà, finalment, en els determinants d'aquest tipus de cooperació, atès que la discussió sobre les repercussions de la cooperació en l'activitat innovadora i el rendiment de l'empresa s'ha dut a terme al capítol anterior (secció 2.3.1).

Les xarxes faciliten l'accés de les empreses al coneixement, als recursos, als mercats o a les tecnologies. Diversos autors que estudien les relacions de xarxa descriuen la dimensió del coneixement en les xarxes i la seva vinculació amb l'èxit competitiu (per exemple Baum, Calabrese i Silverman, 2000; Dyer i Nobeoka, 2000; Gupta i Govindarajan, 2000; Nishiguchi, 1994). A través dels diferents lligams amb altres empreses, els membres de les xarxes estan exposats a diverses formes de coneixement que són potencialment valuoses. La informació més útil rarament és la

³¹ L'autor es refereix a la cooperació entre empreses. Considerem que la discussió és ampliable a la cooperació amb qualsevol tipus d'agent econòmic.

que descendeix per la cadena formal de comandament en una organització, o aquella que es pot inferir a través del senyals. Més aviat és la informació que s'obté d'algú amb qui ja has hagut de tractar en el passat i que consideres fiable (Powell, 1990).

En aquest sentit i des d'una perspectiva de xarxa, Podolny i Page (1998) identifiquen dos tipus d'aprenentatge. Primer, la xarxa pot facilitar l'aprenentatge a través de la transferència de coneixement entre empreses. En altres paraules, la xarxa actua de conducta per al processament i el trasllat del coneixement; l'aprenentatge d'un soci de l'aliança és un tipus d'aprenentatge. En segon lloc, les xarxes poden convertir-se en el lloc de creació de nou coneixement a nivell de xarxa, i no pas a nivell de nodes de la xarxa. Aquestes dues formes d'aprenentatge en xarxa no són sempre fàcils de distingir en la pràctica, i quan el centre de l'anàlisi és l'empresa sembla que només es pot avaluar si, a nivell individual, s'han aprofitat aquestes dues formes d'aprenentatge.

El capítol s'inicia amb una síntesi de contribucions recents sobre els determinants de la cooperació (apartat 3.1). A continuació revisem la definició del concepte xarxa (apartat 3.2) i els motius que poden tenir les empreses per establir relacions en xarxa (apartat 3.3). Tanquem el capítol amb una reflexió sobre la importància i els factors determinants d'un tipus concret de cooperació, la cooperació de base científica (apartat 3.4) que, tal i com es desprèn de l'anàlisi empírica, en el context de la mostra objecte d'estudi és un determinant especialment rellevant de la innovació i dels rendiments empresarials que excel·leix per sobre de la resta de tipologies de cooperació.

3.1. Síntesi d'evidències recents sobre determinants de la cooperació

En aquest apartat resumim una selecció d'articles que analitzen els determinants de la cooperació des del punt de vista de les empreses.³² L'objecte d'estudi és divers, amb alguns articles que s'ocupen de formes concretes de cooperació, altres de la cooperació en sentit genèric, i d'altres de la complexitat de la xarxa o dimensió de la cartera d'agents amb qui coopera l'empresa. Les variables i altres elements rellevants corresponents als 16 articles seleccionats estan resumits a la Taula 3.1 (pàgina 62 i

³² Queden fora de l'àmbit d'aquest resum els estudis que analitzen el fenomen des del punt de vista de les universitats o dels centres públics de recerca (per exemple, Azagra-Caro et al., 2006; Meyer-Krahmer i Schmoch, 1998; Scharfing et al., 2002; o Vuola i Hameri, 2006).

següents). Un breu paràgraf per comentar les característiques generals de les dades donarà pas al resum d'aquelles característiques i resultats rellevants per a la nostra recerca.

De l'anàlisi de les dades se'n desprèn un ús majoritari d'observacions de tall transversal (11 casos). En general, els períodes de referència per a la informació clau relativa a l'organització de la innovació sol ser de tipus retrospectiu (en el cas de la CIS, el període de referència és de 3 anys).³³ Però algunes enquestes només recullen dades de l'any corrent, com és el cas de l'ESEE (Encuesta sobre Estrategias Empresariales).³⁴ Les diferents edicions d'una mateixa enquesta permeten construir panells (Hartl, 2003). Tres articles, amb aquesta finalitat, construeixen panells ad hoc a partir de dades procedents de dues rondes consecutives de la CIS (Belderbos et al., 2004; Bönnte i Keilbach, 2005; i Duysters i Lokshin, 2007).

La tipologia de les dades recollides als diferents treballs de camp condiciona l'especificació concreta dels models, les tècniques d'estimació i, en concret, el tractament de l'endogeneïtat. L'operativització de les variables també depèn de la forma de recollida de les dades. Val a dir, en aquest sentit, que tots els models tenen endògenes qualitatives (dicotòmiques o politòmiques), i que una molt altra proporció de variables explicatives són també d'aquesta naturalesa.

Pel que fa a les variables exògenes, cal dir que hi ha tres dimensions que apareixen de forma habitual: la dimensió de l'empresa, l'activitat interna d'R+D i el sector d'activitat. La dimensió, en primer lloc, es mesura habitualment en termes de nombre d'ocupats.³⁵ En general les enquestes abasten l'univers de 10 o més treballadors/es, i només en tres casos s'estudien empreses a partir d'un treballador/a (Bönnte i Keilbach, 2005; Hartl, 2003; i Hernán et al., 2003). L'evidència sobre les micro empreses, per tant, és escassa. D'altra banda, en un únic article se segmenta la mostra per estudiar els determinants de la cooperació en funció de la mida de l'empresa i observa l'existència d'algunes diferències (Bayona et al., 2001).

³³ Veure, per exemple, Eurostat (2006).

³⁴ Santamaria (2001). De fet, l'autor adverteix que, disposar de dades referides a un únic any prova que no puguin ser precisos sobre l'efecte d'una variable explicant la formació d'un acord de col·laboració (p. 259).

³⁵ La formalització varia des d'una variable qualitativa amb 2 o 3 categories al logaritme neperià del nombre de treballadors/es. Santamaria (2001) fa proves alternatives emprant el volum de vendes com a indicador de la dimensió, obté resultats similars i es queda amb l'especificació habitual a la literatura.

Els articles que estudien la cooperació genèrica, sense distingir el tipus de soci, troben que les empreses més grans presenten una major propensió a cooperar. Aquesta relació, però, no és obligatòriament lineal.³⁶ Quan es té en compte el tipus de cooperació s'observen alguns matisos interessants. La cooperació amb centres de recerca públics sol requerir una major dimensió (Bayona et al., 2003; Belderbos et al., 2004; Busom i Fernández-Ribas, 2008; Cassiman i Veugelers, 2002; Fritsch i Lukas, 2001; Tether, 2002). Podem fer aquesta afirmació perquè el corresponent paràmetre tendeix a ser significativament més gran que en el cas d'altres tipus de socis.³⁷ En un únic cas (Hartl, 2003) la mida de l'empresa no resulta significativa (només en la forma més sofisticada de cooperació que es planteja l'article, la cooperació amb empreses estrangeres). Aquest autor estudia la cooperació amb altres empreses i en el text no queda clar si la finalitat de la mateixa és la innovació o no. Finalment, Fontana et al. (2006) identifiquen el nombre d'empleats/des del departament d'R+D amb la mida relativa de l'empresa i no inclouen cap variable més sobre la mida de l'empresa. Aquesta variable és un dels indicadors habituals de capacitat d'absorció que, al nostre entendre, està incorrectament classificada com a variables estructural.

La segona dimensió és l'activitat permanent en R+D de l'empresa. Es mesura a partir de diferents variables (existència d'un departament d'R+D; pressupost dedicat a R+D, en termes absoluts o relatius; personal vinculat a l'activitat d'R+D, etc.). En alguns models poden aparèixer dos o més variables simultàniament (Busom i Fernández-Ribas, 2008), mentre que en altres casos es consideren variables redundants (Santamaria, 2001). Sempre afecta positivament la cooperació genèrica. A més a més, l'anàlisi dels diferents tipus de cooperació mostra que per bé que manté la influència sobre els acords amb el món científic, esdevé irrellevant en els acords amb empreses privades (per exemple, Miotti i Sachwald, 2003), o amb empreses competidores (Belderbos et al., 2004).

Finalment, el sector d'activitat sol aparèixer als models de diferents formes. Duysters i Lokshin (2007) no empen cap variable de context sectorial, per bé que en la majoria de casos s'empra el nivell tecnològic sectorial seguint la classificació de Pavitt ja

³⁶ López (2008) i Cassiman i Veugelers (2002) empen la mida i la mida al quadrat. Totes dues variables són significatives, la segona amb signe negatiu. D'altra banda, Bönnte i Keilbach (2005) empen la variable nombre de treballadors/es en logaritmes, de manera que la relació amb la propensió a cooperar és no lineal i còncaua.

³⁷ Bayona et al. (2003) estudien la cooperació en general i dos tipus de cooperació en concret (amb clients i amb proveïdors). Al model general, la mida és significativa i positiva. Als dos models parcials la mida influeix fins i tot en sentit contrari. En conseqüència, la mida ha d'influir significativament en la propensió per cooperar amb altres agents entre els quals hi ha els centres de recerca.

explicada (Bayona et al. 2001, 2003; Busom i Fernández-Ribas, 2008; Miotti i Sachawald, 2003; i Santamaria, 2001). Altres articles fan servir la informació del sector, assumint que el corresponent grup CNAE (o equivalent) proporciona informació suficient sobre el nivell tecnològic del sector (Fontana et al., 2006; Fritsch i Lukas, 2001; Hartl, 2003; Tether, 2002; i Veugelers i Cassiman, 2005). Un altre conjunt d'articles empenen dades sectorials sobre la velocitat dels canvis tecnològic. Un grup d'autors la denomina dinamisme innovador sectorial (Bönte i Keilbach, 2005; López, 2008; Hernán et al., 2003). Belderbos et al. (2004) construeixen la velocitat del canvi sectorial com la ràtio entre les empreses que innoven i les que no innoven, ponderant per la dimensió de l'empresa (sectors considerats a 2 dígit). Amb aquest plantejament s'empra informació més acurada que la classificació de Pavitt sobre el nivell de dinamisme tecnològic als sectors objecte d'estudi. Tanmateix, aquest procediment només serà recomanable quan es disposi de dades representatives del conjunt de l'economia.

L'enquesta CIS (*Community Innovation Survey*) ha comportat un augment significatiu de dades a nivell d'empresa per analitzar la innovació i la cooperació per innovar. La majoria dels articles de la Taula 3.1 fan servir aquesta font, 12 d'un total de 16. Aquesta enquesta recull, entre d'altres, informació sobre les dificultats percebudes per innovar (elements de risc, dificultat per determinar els costos totals, terminis de retorn de la inversió massa llargs, etc.); les fonts de coneixement emprades en la innovació, que poden ser internes (diferents departaments de l'empresa) o externes (altres empreses i organismes, informació pública, etc.); la importància que l'empresa atorga a dites fonts d'informació; i l'existència de mecanismes de protecció de la propietat innovadora (o propietat intel·lectual). Aquesta riquesa d'informació ha permès aprofundir en el camp dels determinats de la cooperació i en particular, però no únicament, en els aspectes relacionats amb els *spillovers*.

Els *spillovers*, és a dir el fluxos d'informació que emanen de i arriben a l'empresa, poden ser voluntaris o involuntaris. Quan la informació pròpia es difon voluntàriament, tot i que sigui només de forma parcial, s'espera que les empreses que cooperen millorin la transferència de coneixement (Kamien et al., 1992; Katsoulacos i Ulph, 1998). La compartició d'informació, en aquest cas, genera beneficis mutus. Belderbos et al. (2004) s'aproximen a aquest fenomen tractant per separat els *spillovers* entrants i els sortints. No són simètrics ni exògens a l'empresa.³⁸ Perquè d'una banda, la

³⁸ Veure Röller et al. (2007).

quantitat de coneixement que es pot adquirir no té per què ser igual a la que es dona de manera que els *spillovers* sortints desincentiven els acords de cooperació, mentre que els entrants els fan més atractius.³⁹ D'altra banda, i com a conseqüència d'això, les empreses poden optar per gestionar els seus *spillovers* intentant minimitzar els de sortida i maximitzar els d'entrada (Cassiman i Veugelers, 2002; Martin, 2002; Amir et al., 2003). Un possible camí per aconseguir-ho és invertir en capacitat d'absorció (és a dir, en el desenvolupament d'R+D a nivell intern).

La majoria dels articles, però, analitzen només l'efecte de la informació que arriba a l'empresa en forma d'*incoming spillovers*, que es mesuren en termes de la importància que tenen els fluxos d'informació externa per a l'activitat innovadora de l'empresa (Bayona et al., 2003; Belderbos et al., 2004; Bönte i Keilbach, 2005; López, 2008; i Veugelers i Cassiman, 2005). Amb menys freqüència, però, també analitzen l'efecte de l'apropiabilitat dels resultats innovadors o, el que és el mateix, la percepció de què hi ha mecanismes que garanteixen el respecte dels resultats de la propietat intel·lectual (Cassiman i Veugelers, 2002; Bönte i Keilbach, 2005; López, 2008; Veugelers i Cassiman, 2005).

En general tots els articles descriuen l'existència d'una relació significativa entre la importància atorgada a informació d'origen extern i la decisió de cooperar.⁴⁰ D'altra banda, les empreses que tenen més capacitat per mantenir la propietat de les seves innovacions també són més propenses a cooperar. Aquest resultat confirma els postulats teòrics. En primer lloc, majors *spillovers* entrants incrementen l'abast de l'aprenentatge de les activitats de cooperació. A causa de la competència tecnològica millorada dels socis, el benefici marginal d'establir un acord de cooperació per a innovar esdevé major, cosa que implica una major probabilitat d'innovar. Segons Cassiman i Veugelers (2002), l'aprofitament dels *incoming spillovers* està condicionada per la capacitat d'absorció de l'empresa. Finalment, la naturalesa més genèrica de l'activitat de recerca universitària fa que els *spillovers* i l'apropiació dels resultats de l'activitat innovadora sigui un tema d'importància menor (Cassiman i Veugelers, 2002), en comparació a la cooperació amb altres empreses. En aquest sentit, la cooperació amb centres de recerca públics no implicaria risc comercial (Miotti i Sachwald, 2003 p. 1484), o al menys aquest seria previsiblement inferior.

³⁹ La capacitat d'absorció de l'empresa condicionarà l'aprofitament de la informació que es rebí.

⁴⁰ Santamaria (2001) n'és l'excepció.

En general, en els articles revisats s'accepta i s'observa que els costos i els riscos de l'activitat innovadora fan incrementar la probabilitat de cooperar per innovar. De tota manera, Bönthe i Keilbach (2005, p. 286) puntualitzen que "la cooperació informal no és un instrument apropiat per compartir els costos o els riscos de la innovació", raó per la qual no esperen que resultin significatius com a determinants dels acords informals. Val a dir, però, que la teoria que es veurà més endavant sobre l'establiment d'acords de cooperació no sosté aquesta hipòtesis (veure apartat 3.3). D'altra banda, els riscos i els costos percebuts que afecten la decisió de cooperar varien, sempre, en funció del soci; i en funció de la finalitat de la innovació (Tether, 2002).

Busom i Fernández-Ribas (2008) comproven que els ajuts públics afavoreixen l'establiment d'acords de cooperació. Amb dades del sector industrial català plantegen un model estructural de tipus recursiu. La primera equació determina la participació en algun programa públic subsidiat d'R+D, la segona determina la cooperació amb clients o proveïdors; i la tercera determina la cooperació amb un centre de recerca públic. L'especificació permet que la primera endògena afecti la selecció del tipus de soci, però no que el tipus de soci afecti la decisió de participar en un programa d'R+D subvencionat. Els resultats que obtenen els permet concloure que els programes públics d'R+D provoquen un canvi en el comportament cooperador de les empreses, ja que contribueix a disminuir les barreres existents. En concret la cooperació amb el món científic és la que més afavorida resulta, tal i com també comproven Miotti i Sachwald (2003).⁴¹ Santamaria (2001) i Fontana et al. (2006) troben resultats que apunten en la mateixa línia en els seus estudis dels determinants de la cooperació amb centres tecnològics i amb el món científic.

D'altra banda, Miotti i Sachwald (2003), en el seu estudi del sector industrial francès conclouen que les empreses cooperen amb les seves rivals per ajuntar recursos similars i encarar, així, els costos de la innovació. Ara bé, la cooperació amb la universitat serveix per posar en comú recursos complementaris per avançar en la frontera tecnològica del sector. Els objectius són diferents, de manera que els determinants de cadascun d'aquests tipus de cooperació també ho seran, tal i com s'ha apuntat a llarg d'aquest apartat. Les empreses tendeixen a gravitar al voltant dels tipus de cooperació que presenten un valor potencialment major en termes d'adquisició de coneixement (Belderbos et al., 2004; p. 1250).

⁴¹ Observen que els ajuts públics influeixen positivament en la cooperació amb rivals i amb el món científic, però no pas en la cooperació vertical.

En aquest sentit, Veugelers i Cassiman (2005) troben complementaritats entre la cooperació de base científica, que és el seu objecte d'estudi, i la resta de tipus de cooperació. Belderbos et al. (2004) tracta de forma simultània les diferents formes de cooperació perquè, en la seva mostra, no són pas independents.⁴² Finalment, Duysters i Lokshin (2007) observen que, un cop corregida l'endogeneïtat, la cartera d'agents amb qui cooperar tendirà a augmentar en fer-ho el caràcter innovador de l'empresa. En concret la cartera de cooperació, mesurada en termes dels diferents agents amb què l'empresa coopera, tendeix a ser major entre les innovadores que entre les imitadores. Al seu torn, la cartera de cooperació de les imitadores tendeix a ser major que la de les no innovadores.

En conclusió, a partir de la revisió de l'evidència empírica economètrica publicada en 16 articles recents hem comprovat l'existència d'un seguit de tendències en relació als determinats de la cooperació que, al mateix temps, presenten excepcions rellevants. Aquestes anàlisis complementen altres estudis de tipus qualitatiu (per exemple, Hanna i Walsh, 2002) que apunten en una direcció similar. Permeten, així mateix, incorporar matisos en l'estudi de les motivacions per cooperar en els col·lectius d'empreses que no estan en el centre de l'activitat innovadora. La informació recollida es farà servir en els propers apartats per construir el nostre marc analític sobre la cooperació i, en concret, la cooperació amb el món científic per innovar. Finalment, tot i que les empreses petites tenen una presència plena absolutament legitimada a nivell teòric i empíric, les micro empreses només apareixen puntualment en els estudis empírics quantitius. Al igual que succeeix amb el sector serveis, però de forma molt més acusada, queden fora de les enquestes. Val a dir que, malgrat la manca de consens en la influència d'aquest aspecte, només un article dels revisats en aquest apartat analitza amb detall les diferències dels determinats de la cooperació en relació a la dimensió de l'empresa (Bayona et al., 2001).

⁴² Altres articles comproven la independència de les formes de cooperació (per exemple, Busom i Fernández-Ribas, 2008), tot i que en alguns casos no es té en compte aquest extrem (per exemple, Bayona et al., 2003).

Taula 3.1 Articles que estudien els determinants de la cooperació per innovar a partir de dades CIS.
Articles seleccionats. Ordenació alfabètica.

Determinants de la cooperació	elements rellevants	Referència
<p>Variable a explicar: cooperació (no distingeix per tipologia).</p> <p>Dimensió, intensitat tecnològica del sector d'activitat, R+D sistemàtica, importància de l'R+D interna com a font d'idees innovadores, dificultats per desenvolupar la innovació (combinació de factors: manca d'infraestructura, manca d'informació tecnològica); adquisició de tecnologia; elements que dificulten la innovació: risc percebut, retorn de l'activitat innovadora massa llarg, manca de coneixement del mercat; objectiu important per a la innovació: substitució de productes, manteniment del mercat domèstic, assoliment de mercats internacionals, flexibilitat, reducció de costos, qualitat.</p>	<p>Tall transversal (1996), enquesta tipus CIS, 10 o més treb., Espanya, sector industrial.</p>	<p>Bayona et al. (2001)</p>
<p>Variable a explicar: cooperació, distingint per tipus.</p> <p>Dimensió, intensitat tecnològica del sector (alta, mitjana, baixa); capacitat en R+D (activitat d'R+D sistemàtica, adquisició de noves tecnologies); factors que dificulten la innovació (potencial innovador reduït per manca d'infraestructura / manca d'informació tecnològica, risc, període de rendibilitat massa llarg, manca de finançament, dificultat per controlar despeses, manca coneixement del mercat); objectius de la innovació (substitució de productes, mantenir quota de mercat nacional, incrementar quota de mercat internacional, flexibilització de la producció, reducció de costos, millora de la qualitat); participació en programes de foment a la innovació (8 programes d'abast Espanyol, UE i internacional); font d'idees innovadores (R+D interna, dpt. producció, dpt. marketing, competidors, clients, proveïdors, consultors centres de recerca, conferències, patents).</p>	<p>Tall transversal (1996), enquesta tipus CIS, 10 o més treb., Espanya, sector industrial.</p>	<p>Bayona et al. (2003)</p>
<p>Variable a explicar: cooperació, distingint per tipus.</p> <p><i>Incoming spillovers</i> precedents dels competidors; <i>incoming spillovers</i> precedents dels clients; <i>incoming spillovers</i> precedents dels proveïdors; <i>incoming spillovers</i> institucionals; <i>incoming spillovers</i> públics; <i>outgoing spillovers</i> a la indústria; intensitat R+D; intensitat R+D al quadrat; dimensió de l'empresa; mitjana sectorial de la mida de les empreses innovadores; capacitat organitzativa (restricció provocada per la capacitat organitzativa); risc (restricció provocada pel risc); costos (restriccions provocades pels costos); rapidesa del canvi tecnològic a nivell sectorial; servei (variable sectorial <i>dummy</i>); fluxos interns de coneixement; empresa membre d'un grup domèstic; multinacional estrangera; subsidi en R+D.</p>	<p>Panell (1996, 1998), enquesta tipus CIS, 10 o més treb., Holanda, sector industrial i sector serveis.</p>	<p>Belderbos et al. (2004)</p>
<p>Variable a explicar: cooperació, distingint per tipus.</p> <p><i>Incoming spillovers</i> genèrics; <i>incoming spillovers</i> procedents de clients / proveïdors; apropiabilitat; protecció legal a nivell sectorial; existència d'un departament d'R+D; permanència de l'activitat en R+D; Cost de l'R+D; risc de l'R+D; complementarietats; dinàmica innovadora a nivell sectorial; dimensió de l'empresa; empresa localitzada a l'Alemanya de l'Est.</p>	<p>Panell (1993, 1994), enquesta tipus CIS, 1 o més treb. (inclou micro empreses), Alemanya, sector industrial i sector serveis.</p>	<p>Bönte i Keilbach (2005)</p>

<p>Variable a explicar: cooperació, distingint per tipus. I selecció de agents amb qui cooperar.</p> <p>dimensió, capital de coneixement (al menys 1 persona dedicada a R+D, sol·licitud de patent(s): a nivell espanyol, a nivell internacional; percentatge de treb. en R+D sobre el total de treb.); propietat estrangera; propensió a exportar (exportacions sobre el total de vendes); sector industrial (en funció de la intensitat tecnològica); participació en programes públics de suport a l'R+D.</p>	<p>Tall transversal (1999), enquesta tipus CIS, 10 o més treb., Catalunya, sector industrial.</p>	<p>Busom i Fernández-Ribas (2008)</p>
<p>Variable a explicar: cooperació, distingint per tipus.</p> <p><i>Incoming spillovers</i>; apropiabilitat; protecció legal a nivell sectorial; cooperació a nivell sectorial (total, vertical, científica); dimensió de l'empresa; R+D permanent; cost de l'R+D; Risc de l'R+D, complementarietats.</p>	<p>Tall transversal (1993), enquesta tipus CIS, 10 o més treb., Bèlgica, sector industrial.</p>	<p>Cassiman i Veugelers (2002)</p>
<p>Variable a explicar: nombre de categories de socis en la cartera d'aliances de l'empresa.</p> <p>Dimensió; protecció de la propietat intel·lectual; seu central de l'empresa en un altre país; objectius estratègics de l'empresa (<i>cost-push</i> o <i>demand-pull</i>); dificultats per innovar; indicador del grau d'innovació de l'empresa (innova, imita o no innova).</p>	<p>Panell (variable a explicar: 2000; explicatives 1998); enquesta tipus CIS i estadístiques de producció del país, 10 o més treb., Holanda, sector industrial.</p>	<p>Duysters i Lokshin (2007)</p>
<p>Variable a explicar: cooperació amb el món científic</p> <p>Dimensió; nombre de treb. en R+D; percentatge de treb. en R+D; establiment a la seu central de l'empresa; ha introduït innovació: de producte, de procés; <i>searching</i> o cerca de socis per cooperar (nombre de canals emprats per relacionar-se amb l'exterior; pes de les innovacions en cooperació sobre el total d'innovacions, distingint procés i producte); <i>screening</i> o activitat de seguiment (lectura de revistes científiques o de premsa econòmica; obtenció de subsidis públics regionals, estatals o UE); <i>signaling</i> o activitats d'emissió de senyals (patents); proporció de despesa externa en R+D sobre el total de despesa en R+D; localització (país); sector d'activitat (5 sectors).</p>	<p>Tall transversal (2000), enquesta KNOW, PIME: entre 9 i 999 treb.; 7 països UE (Alemanya, Dinamarca, França, Grècia, Holanda, Itàlia, Regne Unit); sector industrial i sector serveis (5 sectors seleccionats de diferent intensitat tecnològica).</p>	<p>Fontana et al. (2006)</p>
<p>Variable a explicar: cooperació, distingint per tipus.</p> <p>Dimensió, intensitat en R+D, valor afegit sobre facturació (percentatge), localització (regió), sector d'activitat</p>	<p>Tall transversal (any: no consta), enquesta ad-hoc, 10 o més treb.; 3 regions Alemanya, sector industrial. L'anàlisi sí distingeix per tipus de cooperació</p>	<p>Fritsch i Lukas (2001)</p>
<p>Variable a explicar: cooperació (no distingeix per tipologia).</p> <p>Característiques estructurals (dimensió, empresa subsidiària, negoci familiar, estatus legal); característiques de l'emprenedor/a (anys en el sector, capacitat de gestió, preferència per la planificació, objeccions a la intervenció externa, preferència per l'estabilitat); característiques sectorials específiques (sector, canvis en diferents mercats).</p>	<p>Panell (5 anys: 1991-1995), enquesta Interstratos project, 1-800 treb.; 8 països (Àustria, Bèlgica, Finlàndia, Regne Unit, Holanda, Noruega, Suècia i Suïssa); sector industrial. L'anàlisi no distingeix per tipus de cooperació.</p>	<p>Hartl (2003)</p>

<p>Variable a explicar: participació en acords de cooperació transnacionals d'àmbit europeu (cooperació formal).</p> <p>Dimensió de l'empresa; intensitat R+D a nivell sectorial (despesa total en R+D / vendes totals); velocitat de difusió de les innovacions a nivell sectorial (mesos necessaris fins que una innovació es difon); efectivitat de les patents a nivell sectorial (les patents protegeixen la propietat intel·lectual); índex HHI de concentració de mercat, a nivell sectorial (índex Hirschman-Herfindahl); quota de mercat (nombre de treb. de l'empresa dividit pel nombre de treb. al sector); participació en projectes de cooperació durant el període 1986-92 (projectes Eureka, i projectes Programa Marc UE); localització de l'empresa (país)</p>	<p>Tall transversal (1995-6), base de dades ad-hoc a partir d'informació secundària procedent de bases de dades sobre programes europeus de cooperació, dels balanços públics de les empreses; i de l'activitat en R+D de les grans empreses europees; empreses entre 1 i 229161 treb.;</p>	<p>Hernán et al. (2003)</p>
<p>Variable a explicar: cooperació, distingint per tipus.</p> <p><i>Incoming spillovers</i>; Apropiabilitat; Protecció legal a nivell sectorial; intensitat R+D; Mida; Mida al quadrat; Cost-ribs; complementarietats; cooperació a nivell sectorial.</p>	<p>Tall transversal (2001), enquesta tipus CIS, 10 o més treb., Espanya, sector industrial i sector serveis.</p>	<p>López (2008)</p>
<p>Variable a explicar: cooperació, distingint per tipus.</p> <p>a) variables sectorials (high-tech, mid-high-tech, mid-low-tech, low-tech), b) característiques de l'empresa (dimensió, indicador de capacitat d'absorció –com a proxy de la despesa en R+D interna, quota de mercat, pertinença a un grup); c) obstacles a la innovació (cost of innovation, high risks, and lack of market information); d) finançament públic (benefits from R&D subsidies)</p>	<p>Tall transversal (1997), enquesta tipus CIS, 10 o més treb., França, sector industrial.</p>	<p>Miotti i Sachwald (2003)</p>
<p>Variable a explicar: cooperació tecnològica (per tipus de soci: centres tecnològics (CT), clients i proveïdors; amb especial interès pels CT).</p> <p>Dimensió de l'empresa (3 categories; petita, mitjana, gran); departament d'R+D; l'empresa exporta; patents o altres registres de la propietat en l'any en curs; quocient de les compres intermèdies sobre el total de la producció (al model s'empra l'invers, de manera que quant major sigui el valor menys integrada estarà l'empresa); indicador de diversificació (nombre de mercats on té presència rellevant); més del 50% dels accionistes són estrangers, l'empresa ha contractat serveis tecnològics orientats al procés industrial; l'empresa ha contractat serveis tecnològics orientats als productes; ha obtingut finançament públic per innovar; intensitat tecnològica del sector (baixa, mitjana i alta); l'empresa opera en un sector en recessió; marge brut mitjà del sector; grau de concentració del sector (calculat a partir de les 4 empreses més importants del sector).</p>	<p>Tall transversal (1998); ESEE (Encuesta sobre Estrategias Empresariales); 10 o més treb. (no ho explicita al text, podem pensar que no ha fet cap excepció en termes de mida), Espanya; sector industrial (no ho explicita al text, idem)</p>	<p>Santamaria (2001)</p>
<p>Variable a explicar: cooperació, distingint per tipus.</p> <p>Dificultats durant el procés d'innovació; activitat en R+D; tipus d'innovació en desenvolupament; compra de tecnologia desenvolupada fora de l'organització; característiques estructurals (dimensions, empresa nova, sector i tipus de propietat)</p>	<p>Tall transversal (1997), enquesta tipus CIS, 10 o més treb., Regne Unit, sector industrial i sector serveis.</p>	<p>Tether (2002)</p>

Variable a explicar: cooperació de base científica.

Dimensió, subsidiària d'una empresa estrangera, compartició de costos (agregació de preguntes: manca de finançament adequat, costos alts de la innovació, període de retorn massa llarg, dificultat per controlar els costos de la innovació), compartició de riscos (els riscos es perceben com una barrera per a la innovació); sector industrial; capacitat d'R+D (agregació d'importància de l'R+D interna per al procés innovador, i d'importància de la formació interna en la innovació); importància de fonts externes públiques d'informació per a la innovació; apropiabilitat dels resultats de la innovació (nivell de patents al sector, protecció estratègica a nivell d'empresa); cooperació vertical.

Tall transversal (1993);
enquesta tipus CIS, 10 o més
treb., Bèlgica, sector industrial.

Veugelers i
Cassiman (2005)

Font: Elaboració pròpia.

Nota: Només articles que fan anàlisi multivariant.

3.2. Definició de xarxa

Vázquez Barquero (1999) defineix la xarxa com el sistema de relacions i/o contactes que vinculen a les empreses, o actors, entre si. El contingut de la xarxa pot referir-se a béns materials, informació o tecnologia. Des de la perspectiva de l'activitat econòmica es tractaria de relacions entre empreses o empresaris que permeten l'intercanvi de béns i serveis, o d'aquelles informacions que incorporen coneixements (Malecki i Tootle, 1996). A les xarxes, però, no només hi participen empreses sinó que les universitats i els instituts de recerca (públics i privats) també juguen un paper important, en especial en aquelles activitats relacionades amb la innovació i l'R+D.

Direm que una xarxa és un sistema d'interconnexions múltiples de resposta i reaccions dels agents econòmics que hi participen. Està caracteritzada per un conjunt de vinculacions fortes i febles, la interrelació de les quals dota de fortalesa a la xarxa perquè fa més accessible la informació, facilita l'aprenentatge interactiu i la difusió de la innovació. Les relacions poden ser de caràcter recíproc, asimètriques o jeràrquiques. En el si d'una xarxa es produeixen diferents tipus de relacions i transaccions: relacions de reciprocitat; transaccions comercials (relacions d'independència, és a dir l'intercanvi de béns i serveis que permeten als gestors/es relacionar-se amb proveïdors i clients); i finalment, relacions tècniques basades en l'intercanvi d'informació, codificada o tàcita, sobre aplicacions tecnològiques o innovacions de productes, processos, organitzacions i mercats.

Aquesta definició, basada en Vázquez Barquero (1999, 2005), és exhaustiva i àmplia. Inclou les relacions formals i informals que poden establir els diferents agents econòmics; així com les xarxes d'afiliació tancada i les d'afiliació oberta i, per tant, impermeables a l'entorn. Per tot plegat permet tractar sota un mateix concepte analític diferents tipus de relacions entre agents econòmics (creació de consorcis de recerca, *joint ventures*, aliances estratègiques, relacions al llarg de la cadena de subministrament, relacions de cooperació, etc.). D'aquesta manera la definició abasta la diversitat de relacions i d'actors institucionals (Mowery, 1999), entre les quals hi ha el cas particular de les xarxes. Un tipus concret de xarxes són les xarxes d'innovació, aquelles que es conformen amb l'objectiu d'introduir innovacions al mercat.

Destaquem tres elements de la definició. En primer lloc, el tipus de vinculació, que pot ser formal o informal. En segon lloc el tipus d'agent amb qui es pot cooperar, i en tercer lloc la finalitat de l'acord de cooperació.

En analitzar la cooperació, i en general les xarxes, és necessari incloure tant els acords formals com els informals. Centrar l'anàlisi exclusivament en les relacions formals, contractuals, deixaria de banda una "miríada de vinculacions informals que connecten les organitzacions" (Powell i Grodal, 2005, p. 70). Alguns estudis empírics mostren que, en determinats contextos, les formes de cooperació informal semblen més importants per a la innovació que les vinculacions formals (Harabi, 2002; Acs i Audretsch, 2003). I no només això, sinó que també són més habituals que els acords formals (Bönte i Keilbach, 2005).

Les micro i petites empreses treballen principalment amb acords informals que poden esdevenir formals si es crea un context de confiança suficient entre els agents involucrats (Observatory of European SMEs, 2004). En aquest sentit, les micro empreses europees cooperen més en xarxes informals. D'altra banda, les que ja pertanyen a alguna xarxa presenten una major predisposició a cooperar (Powell i Grodal, 2005; Observatory of European SMEs, 2004). En conseqüència, sembla que l'experiència en aquest camp fa perdre la por a desenvolupar activitats en cooperació amb altres agents. De fet, les empreses petites que empren informacions externes, que fan xarxa, es comporten significativament millor, malgrat que s'argumenti que l'ús de xarxes externes sense invertir en factors interns no conduirà a uns rendiments millors de la innovació (Oerlemans et al., 1998; Freel, 2003).

En segon lloc, segons el tipus de soci se solen distingir tres grans categories d'acords de cooperació: horitzontals, amb empreses que poden ser competidores o no; verticals, amb proveïdors i/o clients, siguin empreses o particulars; i cooperació de base científica, amb universitats i centres de recerca públics. Aquesta és la classificació que emprarem al llarg d'aquesta recerca. Tanmateix, hi ha altres classificacions disponibles, com la que proposen Peña i Aranguren (2002) en referència als acords entre empreses, o la que fa servir Eurostat en les enquestes CIS. Segons els primers, es pot distingir entre cooperació vertical, cooperació horitzontal competitiva i cooperació horitzontal complementària. Així, la cooperació vertical és la que manté una empresa amb els seus proveïdors i amb els seus clients. La cooperació horitzontal competitiva és la que les empreses mantenen amb les empreses rivals tot i que, com a sòcies, estiguin interessades en el desenvolupament d'algun tipus

d'activitat conjunta. Finalment, la cooperació horitzontal complementària es produeix entre empreses que no són rivals; i principalment sorgeixen per la demanda diversificada per part dels clients, de manera que es busca l'aprofitament d'economies d'abast.⁴³

D'altra banda, la classificació de les enquestes CIS, contempla vuit categories de cooperació en funció de l'agent: altres empreses del mateix grup; proveïdors d'equipaments, material o software; clients; competidores o altres empreses del sector; consultors, laboratoris comercials o instituts privats d'R+D; universitats o altres centres d'ensenyament superior; organismes públics de recerca; i centres tecnològics (Eurostat, 2006). En general, els articles empírics que fan servir les dades procedents d'aquesta font empren agrupacions d'agents per construir les tres categories que componen la taxonomia ja vista (cooperació horitzontal, cooperació vertical, cooperació de base científica).

En funció de l'objectiu de la recerca es poden estudiar conjuntament els diferents tipus de cooperació, o només una categoria concreta. Tal i com hem vist a l'aparat 3.1, hi ha autors que només analitzen la cooperació vertical;⁴⁴ la cooperació horitzontal;⁴⁵ la cooperació amb altres empreses, sense especificar si es tracta de cooperació vertical o horitzontal;⁴⁶ la cooperació en l'àmbit científic;⁴⁷ i la cooperació amb centres tecnològics.⁴⁸ Hi ha articles que estudien els diferents tipus d'acords de cooperació de forma conjunta.⁴⁹ I finalment, n'hi ha que estudien l'establiment d'acords de cooperació sense distingir la tipologia.⁵⁰ Aquesta darrera opció ha rebut crítiques metodològiques (Belderbos et al., 2004; Tether, 2002), ja que, en primer lloc, els determinants de la cooperació són diferents en funció del tipus de soci; i en segon lloc, perquè els

⁴³ En la nostra revisió no hem trobat pas que es faci servir aquesta classificació.

⁴⁴ A part dels que apareixen a la Taula 3.1, en les notes al peu indiquem altres articles que empren cadascuna de les classificacions. En aquest cas, Jeppesen i Molin (2003), Harabi (2002) o Naghavi i Ottaviano (2006).

⁴⁵ Des de l'òptica de les xarxes, amb metodologia qualitativa: Hanna i Walsh (2002). Aquestes autores, que centren el seu estudi en les petites empreses, afirmen que hi ha molt poca literatura sobre cooperació horitzontal.

⁴⁶ Love i Roper (2004) o Lu i Beamish (2001).

⁴⁷ Cassiman et al. (2006), Kim et al. (2005), Meyer-Krahmer i Schmoch (1998), Scharinger et al. (2002) o Vuola i Hameri (2006).

⁴⁸ Zubiaurre (2002).

⁴⁹ Navarro (2002), Arndt i Sternberg (2000), Bougrain i Haudeville (2002), Busom i Fernández-Ribas (2008), Heijts (2002), Kauffmann i Tödtling (2001), Kaiser (2002), López (2008); Miotti i Sachwald (2003), Monjon i Waelbroeck (2003), Revilla Díez (2002), Santamaría (2001), Tether (2002), o Yli-Renko i Autio (1998).

⁵⁰ Becker i Dietz (2004), Jong i Vermeuleen (2004), o Oerlemans et al. (2001).

resultats de la cooperació també són previsiblement diferents en funció del tipus de soci, en concret perquè l'objectiu de l'establiment de l'acord també serà diferent.

Aquest és precisament el darrer element a destacar de la nostra definició. L'objecte de la cooperació pot ser divers (obrir un mercat, introduir un nou producte al mercat, aconseguir la millora de processos interns, etc.) i pot estar més o menys definit. Cal esperar que els acords formals tinguin objectius identificables i ben definits, cosa que no sempre succeirà quan es tracti de relacions de cooperació informals. Les empreses, així mateix, poden conformar xarxes amb una o més tipologies de socis. A més a més, una empresa pot formar part de més d'una xarxa. Cal aclarir que el focus de la nostra recerca són les empreses, i no pas les xarxes, raó per la qual queda fora del nostre abast l'anàlisi d'aspectes com la dimensió de la xarxa, la seva gestió, la dinàmica o els resultats específics dels acords de cooperació.⁵¹

La cooperació no sempre té com a objectiu la innovació, tal i com observen Hanna i Walsh (2002) en un estudi sobre petites empreses. El *networking* pot ser una resposta purament competitiva que, segons aquestes autores, hauria d'evolucionar i convertir-se en un mecanisme que permeti desenvolupar innovacions en aquest tipus d'organitzacions. Formulen una qüestió força interessant, vàlida per qualsevol tipus de cooperació: Quan fan treball en xarxa, les petites empreses tenen com a objectiu la innovació o millorar la seva competitivitat? Amb el plantejament d'aquesta pregunta assumeixen, d'una banda, la vinculació teòrica entre innovació i rendiment empresarial; i d'una altra, que la competitivitat no sempre s'aconsegueix a través de la innovació sinó que hi ha altres mecanismes en funcionament.

En aquest sentit, cal recordar que el darrer gran tema d'estudi al voltant de les xarxes indicat per Gulati (1998) és l'estudi dels beneficis que proporciona la participació en acords de cooperació.⁵² En la seva revisió, l'autor no fa una vinculació imprescindible dels rendiments amb la innovació ni esmenta, tampoc, el paper moderador d'aquesta. A nivell empíric, i en aquesta mateixa línia, Lechner i Dowling (2003) estudien el paper de les relacions externes i l'ús de les xarxes per créixer i augmentar la competitivitat però no analitzen l'activitat innovadora, sinó el desenvolupament de l'empresa.

⁵¹ Per una revisió recent sobre l'economia i la gestió de xarxes veure Cliquet et al. (eds., 2007).

⁵² Veure inici d'aquest capítol.

3.3. *Motius per a l'establiment de xarxes*

Assumim que una empresa estableix acords de cooperació amb la finalitat de beneficiar-se de les competències i els recursos, específics i únics, que l'altra organització ha desenvolupat al llarg de la seva trajectòria, ja que s'espera que complementin els coneixements especialitzats i el *know-how* de la pròpia organització (Jong i Woolthuis, 2008). Una branca de la teoria considera que la cooperació és una resposta a les fallades del mercat produïdes per l'existència de problemes d'apropiabilitat de les innovacions, per una discriminació imperfecta de preus, i per problemes relacionats amb la valoració de la demanda (Harabi, 2002). Resulta d'especial interès la qüestió de l'apropiabilitat dels beneficis generats pel coneixement nou, ja que afecta tant el volum de recursos destinats a R+D com les decisions d'innovació. En aquest context, les empreses estableixen acords de cooperació amb l'objectiu de resoldre el problema. Així, com que les empreses innovadores no poden confiar sempre en les forces del mercat per solucionar els problemes vistos, busquen arranjaments ad-hoc fora del mercat com ara la cooperació (Harabi, 2002).⁵³ Però aquests no són pas els únics motius pels quals les empreses treballen en xarxa.

Els acords de cooperació poden ser un mecanisme adequat per explotar les sinergies entre diferents empreses i reduir els costos de transacció. Generen, també, aprenentatge organitzatiu que passa per la transferència de coneixement tàcit, d'habilitats i de reputació (Peña i Aranguren, 2002, p. 70). No obstant, les aliances o acords de cooperació, que es poden considerar com un element més de l'estratègia de l'empresa (Koza i Lewin, 1998), no són pas una panacea i necessiten d'una gestió adequada per tal de poder extreure'n el màxim benefici, tal i com analitzen a nivell empíric Harris et al. (2000).

Tanmateix, no totes les empreses que desenvolupen activitats innovadores es recolzen en la cooperació (veure, entre d'altres, Freel i Harrison, 2006). En el cas concret d'Espanya, un 16,4% de les empreses que innoven cooperen,⁵⁴ essent la mitjana europea del 30,5%.⁵⁵ Està àmpliament acceptat, tant a la literatura especialitzada com en la gestió pràctica, que la cooperació reforça la competitivitat de les empreses. Ara bé, la relació positiva que s'observa a nivell empíric no és suficient

⁵³ Arrow (1962) i Hirschleifer (1971) són referències clàssiques en aquest tema.

⁵⁴ Dada referida al període 2003-2005. Font: Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 2005 (www.ine.es, data de consulta: octubre, 2007). Veure Taula 3.5 més endavant.

⁵⁵ Dada referida al període 2002-2004. Font: Fourth community innovation survey (CIS4) (<http://ec.europa.eu/eurostat>, data de consulta: octubre, 2007).

per demostrar l'existència de causalitat. Aquesta influència, si és que existeix, podria estar condicionada per altres elements intermedis, que afavoririen positivament o negativament la relació. Hi ha altres factors que influeixen, amb més força que la cooperació mateixa, en els resultats de l'empresa (Observatory of European SMEs, 2004).

Audretsch i Feldman (2003) afirmen que “si la cooperació per a la recerca és important per a les grans empreses, encara ho és més per a les petites” (p. 285). Argumenten, així mateix, que les raons per cooperar no són generalitzables. Una empresa petita normalment no disposa d'un ventall massa ampli de competències centrals, i solen ser refractàries a divulgar el seu coneixement a les empreses competidores. (Hanna i Walsh, 2002, p. 204). Entre les petites empreses sembla que la cooperació és baixa (veure Taula 3.4, pàgina 80), en concret la cooperació horitzontal competitiva és baixa a causa de les dificultats que plantegen aquests tipus d'acords, que suposen un equilibri inestable entre la cooperació i la competència (Fernández de Arroyabe i Arranz, 2001; a partir de Hamel et al., 1989). Segons Hanna i Walsh (2002), en gran part de la literatura les xarxes analitzades són cadenes verticals integrades de proveïdors. Hi ha molt poques empreses petites fent xarxa amb empreses competidores, i aquestes relacions estan sovint vinculades a la subcontractació de l'R+D i no pas al desenvolupament conjunt d'aquesta activitat. Sembla que els acords horitzontals són difícils d'establir fins i tot quan es disposa de l'ajut d'algun ens intermediari (Schmitz, 1992). D'altra banda, Fransman (2008) comprova que el treball en xarxa amb el món universitari resulta més costós per a les PIME consolidades que per a la resta d'empreses del seu estudi (grans empreses internacionalitzades i intenses en R+D, i *spin-outs* universitàries).

En el cas de les petites empreses, les raons més importants que justifiquen l'establiment d'acords de cooperació per a la innovació són tres: la manca de recursos, la distribució o compartició de risc, i la complementarietat de coneixement (Hanna i Walsh, 2002; Tether, 2002; Jong i Vermeulen, 2004).⁵⁶ La manca de recursos i la compartició de risc són dos motius de necessitat, mentre que l'aprofitament de complementarietats és un motiu relacionat amb les capacitats de l'organització. Farem servir aquesta doble classificació per establir un marc d'anàlisi sobre els determinants de la cooperació (veure Gràfic 3.1, a la pàgina 89).

⁵⁶ Entenem que aquesta classificació recull adequadament la situació de les micro i petites empreses. N'hi ha d'altres, com ara la de Cassiman (1999) que addueix tres motius diferents: coordinació dels esforços i dels fluxos d'informació (*spillovers*); compartició de recursos i coneixements; i complementar les capacitats i els recursos interns.

Els arguments vistos fins ara, així com altres disponibles a la literatura (Gualti, 1998; Hagedoorn, 1993; Powell i Grodal, 2005; o Silverman i Baum, 2002), es poden identificar amb algun(s) del(s) sis paradigmes teòrics que Barringer i Harrison (2000) analitzen en la seva revisió (veure Taula 3.2). Aquestes sis teories es poden situar al llarg del continu conceptual que va des de la concepció de les relacions interempresarials com un fenomen que respon bàsicament a la lògica economicista (teoria dels costos de transacció), a la concepció del fenomen des dels preceptes de les teories del comportament (teoria institucional).

Taula 3.2. Explicacions teòriques de les relacions interorganitzatives (RI)

Descripció del paradigma teòric	Lògica subjacent a les relacions interorganitzatives (RI)
Costos de transacció	
Centra el seu interès en determinar com una organització ha d'estructurar les fronteres de les seves activitats de relacions externes per tal de minimitzar la suma dels seus costos de producció i de transacció.	Minimització de la suma dels costos de producció i de transacció. Les RI poden reduir l'incertesa provocada per les fallades de mercat i reduir els costos associats amb l'establiment d'una jerarquia.
Dependència de recursos	
Teoria arrelada en el marc conceptual dels sistemes oberts que argumenta que totes les organitzacions han de participar en relacions d'intercanvi amb el seu entorn per obtenir recursos.	Les organitzacions formen xarxes de RI per controlar (o exercir poder) sobre organitzacions que posseeixen recursos. Alternativament, una organització pot incorporar-se a una RI en un esforç per aconseguir un recurs mancant.
Elecció estratègica	
Estudi dels factors que generen oportunitats per incrementar la competitivitat o el poder de mercat de les empreses. Els beneficis i el creixement són habitualment els principals objectius que determinen el comportament estratègic.	Una organització formarà una RI si els beneficis financers d'entrar en l'acord superen els costos. Les estratègies de les RI podrien contribuir a incrementar l'habilitat de l'empresa per produir millors productes i serveis més eficients, o poden ajudar a incrementar la competència en un sector.
Teoria dels Stakeholders de l'empresa	
Les organitzacions són al centre d'una xarxa interdependent de grups d'interès (<i>stakeholders</i>) i tenen la responsabilitat de considerar les exigències legítimes dels mateixos en el moment de prendre decisions i desenvolupar transaccions econòmiques.	Les organitzacions formen aliances, també anomenades xarxes o constel·lacions, per alinear els propis interessos amb els dels <i>stakeholders</i> i, també, per reduir la incertesa de l'entorn.
Aprentatge organitzatiu	
Atenyen als processos afavoridors de l'aprenentatge de l'organització. Un factor clau és la capacitat d'absorció, que es defineix com la capacitat de l'empresa per reconèixer el valor del coneixement nou, per assimilar-lo i per aplicar-lo al negoci.	Cal absorbir tant coneixement com sigui possible dels altres membres de la RI, això incrementarà les competències organitzatives i afegirà valor a l'organització.
Teoria institucional	
Suggereix que els entorns institucionals exerceixen pressió sobre les empreses que han d'estar legitimades i seguir les normes socials predominants.	Les organitzacions formen RIs per obtenir legitimitat, o com a resultat de sucumbir a les pressions isomorfes reproduint altres empreses que ja han establerts RIs.

Font: Reproduït de Barringer i Harrison (2000, p. 370).

L'enfocament de Barrigner i Harrison és més ampli que la revisió de Hagedoorn et al. (2000), ja que aquests últims només consideren els incentius i els beneficis que es poden obtenir mitjançant l'establiment d'acords de cooperació. D'altra banda, des d'aquesta perspectiva amplia cal considerar la revisió de Kogut (1988) segons el qual hi ha tres aproximacions teòriques relacionades amb la decisió d'establir acords de cooperació: costos de transacció, motivacions estratègiques (identificades per la cerca d'una millor posició competitiva o major poder de mercat de l'empresa) i les teories organitzacionals de l'aprenentatge (aquest seria el cas en què una empresa desitja adquirir un coneixement crític de la/les empreses amb qui es coopera).⁵⁷

Barrigner i Harrison (2000) destaquen, així mateix, que tots els enfocaments teòrics exposats aporten dimensions rellevants per a l'anàlisi, per bé que cadascun d'ells per si sol no és capaç d'explicar la complexitat del fenomen. Per aquesta raó, a l'hora d'analitzar els avantatges i els inconvenients de l'establiment d'acords amb altres agents econòmics Barrigner i Harrison no distingeixen les fronteres teòriques, tal i com discutim a continuació.

Avantatges i inconvenient de la participació en una xarxa

Muller i Pénin (2006) destaquen que les col·laboracions (en R+D) amb altres empreses o amb universitats són importants per dues raons. En primer lloc, incrementen l'eficiència de la recerca, ja que permeten compartir les tasques, els costos i els riscos de l'activitat; afavoreixen una divisió més eficient de la recerca i l'aprofitament de sinergies. En segon lloc, obren l'accés a les oportunitats tècniques i a les fonts externes de coneixement, ja que les empreses que són membres de xarxes d'innovació mantenen l'alerta intel·lectual i són més capaces de moure's ràpidament a noves àrees. Tot i això, "les xarxes *exclouen* a la vegada que també *inclouen*" (Muller i Pénin, íbid p. 88). Pertànyer a una xarxa, doncs, dona accés al capital de coneixement d'altres membres de la xarxa, cosa que en principi queda fora de l'abast de les organitzacions externes a la xarxa. Val a dir que, malgrat els potencials avantatges, les empreses no sempre valoren positivament l'establiment d'acords de cooperació a causa dels inconvenients que cal afrontar (Marxt i Link, 2002; Oerlemans et al., 2001).

⁵⁷ Kogut (1988) estudia la formació *joint ventures*. Segons Gulati (1998), l'argumentació es pot generalitzar a altres tipus d'aliances.

Així doncs, la participació en xarxes presenta avantatges i inconvenients, que Barringer i Harrison (2000) han resumit. En primer lloc, els beneficis potencials de la participació en una xarxa són els 10 següents:

1. Accés a algun tipus particular de recurs, com ara capital, treballadors/es amb competències especialitzades, coneixement profund d'un mercat, o alguna tecnologia de producció.
2. Aprofitament d'economies d'escala, ja que en molts sectors l'existència d'elevats costos fixos fa necessari trobar socis per augmentar el volum de producció.
3. Compartició de risc i de costos.
4. Accés als mercats exteriors, en el cas que associar-se amb una empresa local sigui l'única forma pràctica d'entrar-hi.
5. Desenvolupament de productes i/o serveis, gràcies a què les RI afavoreixen la possibilitat de fusionar les seves competències.
6. Aprenentatge. A partir de la compartició d'experiències amb els altres membres de la RI.
7. Increment en la velocitat d'accés al mercat, habitualment gràcies a les complementarietats existents.
8. Flexibilitat, ja que les RI són una valuosa alternativa als mercats i les jerarquies, i estan subjectes a moltes menys restriccions regulatòries que una adquisició.
9. Força col·lectiva (*lobby*), ja que mitjançant les RI és més fàcil influir en els dissenys de polítiques públiques.
10. Neutralització o bloqueig de competidors, gràcies a la força de mercat que es pot guanyar a través d'una RI.

Per tractar-se d'una anàlisi comprensiva, no tots els avantatges d'aquesta llista, exhaustiva i detallada, són d'aplicació en el cas d'establiment de relacions de cooperació amb el món científic. En tot cas, podem assumir que són un subconjunt dels anteriors. Cal excloure arguments com el posicionament en els mercats interiors i exteriors, així com la força de mercat i la possibilitat d'influir en les definicions de les polítiques públiques. Sí resulten especialment rellevants en el cas de la cooperació de base científica l'accés a determinats recursos, l'aprofitament d'economies d'escala, la compartició de riscos i costos, la possibilitat de desenvolupar nous productes, i l'aprenentatge.

D'altra banda els potencials desavantatges de la participació en RIs, que poden suposar un fre a l'establiment d'acords de cooperació, són els 8 següents:

1. Pèrdua d'informació propietària que pot resultar accessible a un competidor que formi part de la RI. Aquesta és una preocupació habitual.
2. Gestió complexa, provocada pel fet que tota RI combina l'esforç de dues o més empreses; les frustracions i els retards costosos són freqüents en els projectes en aliança.
3. Riscos financers i organitzatius, ja que la taxa de fallida dels projectes interempresarials és alta; a més, hi ha la possibilitat de què algun membre de la RI es comporti de forma oportunista.
4. Risc associat a esdevenir depenent d'un soci en el cas que es donin situacions de desequilibri de poder; també pot generar comportaments oportunistes.
5. Pèrdua parcial d'autonomia en la presa de decisions, a causa de la planificació i la presa de decisions conjunta.
6. Xoc de cultures del socis, fet que pot provocar dificultats en la gestió de la RI.
7. Pèrdua de flexibilitat organitzativa, ja que formar part d'una RI pot impedir associar-se amb altres empreses; a més, les rutines organitzatives creades en el si de la RI poden fer difícil que l'empresa actuï de forma independent.
8. Implicacions *antitrust*, bàsicament negatives quan les RI no compleixen les corresponents lleis.

En el cas particular de la cooperació de base científica, destaquen la possibilitat de perdre informació propietària, la complexitat de la gestió de la xarxa, els riscos financers i organitzatius, la possibilitat d'esdevenir depenent d'un únic soci (encara que sigui un soci que, en principi, no està mogut per l'ànim de lucre), i el xoc de cultures. Aquest darrer és especialment important, ja que les universitats són institucions de tracte restringit (Mowery i Sampat, 2005) i les formes de treballar no sempre encaixen adequadament amb els calendaris i els ritmes de l'empresa privada.

3.4. Cooperació de base científica: importància i factors determinats

3.4.1. Importància de la cooperació de base científica

La contribució econòmicament rellevant de la recerca universitària és diversa, i varia al llarg del temps i en funció del sector d'activitat (Rosenberg i Nelson, 1994; Cohen et al., 1998). Mowery i Sampat (2005) classifiquen les contribucions en cinc categories:

- (1) informació tecnològica i científica, que pot fer incrementar l'eficiència de l'activitat d'R+D aplicada que es desenvolupa a les empreses, guiant-la cap a camps més profitosos;
- (2) equipament i instruments, que fan servir les empreses en els seus processos productius o en la seva activitat d'R+D;
- (3) nivell d'instrucció o capital humà, incorporat en els estudiants i en el cos acadèmic;
- (4) xarxes de científics i de capacitats tecnològiques, que faciliten la difusió de nous coneixements; i
- (5) prototipus de nous productes i processos.

Les universitat són actors institucionals crítics dels sistemes nacionals d'innovació, per bé que la seva importància varia considerablement i està influenciada per l'estructura de la indústria domèstica, la mida i l'estructura de les altres institucions de recerca que reben suport públic, així com per altres diversos factors. Per exemple, Kim et al. (2005) observen als EUA que la influència de la recerca universitària en la innovació industrial és creixent, ja que l'ús de patents d'origen universitari i la incorporació de personal investigador augmenta de forma continuada, especialment en els sectors farmacèutic i dels semiconductors. Zucker et al. (2001), també pels EUA, troben un impacte positiu sobre la productivitat de les patents del sector biotecnològic en el cas d'empreses que col·laboren amb el món científic en activitats de recerca i en publicacions acadèmiques.

Esdevé necessari gestionar un seguit de processos, sovint complementaris, per tal de vincular la recerca universitària amb la innovació que desenvolupen les empreses. I entre aquests hi ha el finançament de la recerca universitària per part de les empreses, l'existència de consultors/es universitaris i l'intercanvi de personal de recerca (Pavitt,

2005). L'autor encara identifica els tres trets comuns que habitualment s'assenyalen a la literatura sobre la relació universitat – empresa. En primer lloc, la importància dels contactes personals, que sovint són de caire informal. En segon lloc, gran part de la recerca universitària que és útil per a la indústria també està ben valorada en el món acadèmic. I finalment, els beneficis pràctics que obtenen les empreses de gran part de la recerca universitària són fruit de processos indirectes, que no són ni precisos ni exactes.

Taula 3.3. Tipus d'interaccions entre la universitat i les empreses.

	Formalització de la interacció	Transferència de coneixement tàcit	Contacte personal (cara a cara)
Incorporació de treb. amb titulació universitària a l'empresa	+/-	+	-
Conferències i altres actes on hi participen empresa i universitat	-	+/-	+
Constitució de noves empreses per part de personal acadèmic	+	+	+/-
Publicacions conjuntes	-	+	+
Trobades informals, xerrades, comunicacions	-	+	+
Supervisió conjunta de projectes de màster, tesis doctorals, etc.	+/-	+/-	+/-
Formació de treb. de l'empresa	+/-	+/-	+
Mobilitat dels investigadors entre universitats i empreses	+	+	+
Períodes sabàtics de personal acadèmic	+	+	+
Recerca col·laborativa, programes de recerca conjunta	+	+	+
Docència universitària impartida per treb. de les empreses	+	+/-	+
Contractació de recerca i consultoria	+	+/-	+
Ús d'instal·lacions universitàries per part de les empreses	+	-	-
Llicència d'ús de patents universitàries a les empreses	+	-	-
Compra de prototipus desenvolupats a la universitat	+	-	-
Lectura de publicacions, patents, etc.	-	-	-

Llegenda: + la interacció normalment comporta: acords formals, transferència de coneixement tàcit, o contactes personals; +/- nivell variable de: grau de formalitat dels acords, transferència de coneixement tàcit, o contactes personals; - la interacció normalment comporta: acords no formals, no transferència de coneixement tàcit, no contactes personals.

Font: Reproduït d'Schartinger et al. (2002, p. 305).

La gamma d'interaccions entre empreses i universitats és molt àmplia, tal i com mostra la Taula 3.3. Schartinger et al. (2002) fan servir el terme interacció de coneixement per descriure tots els tipus d'interaccions adreçades a l'intercanvi de coneixement en el si dels processos innovadors. Aquestes interaccions poden ser directes i indirectes, personals i no-personals, i es produeixen entre les organitzacions i/o els individus del món de l'empresa i del món universitari. A més, el grau de formalització de les interaccions, la quantitat de coneixement tàcit que es transmet i la necessitat de

contacte personal (cara a cara) per tal que la interacció es produeixi és divers. Segons Cohen et al. (2002), les més importants són la publicació d'articles i informes, les reunions i conferències públiques, l'intercanvi informal d'informació, i la consultoria.

Considerarem que existeix cooperació sempre que es produeixin interaccions de coneixement on calgui contacte personalitzat en algun moment del procés, independentment del grau de formalització.⁵⁸ En conseqüència, no és cooperació l'accés a coneixement públic (ie, lectura d'articles i informes públicament accessibles); per bé que en el si d'una relació mercantil es poden produir situacions de cooperació (i. e., durant o a partir de la compra d'un servei de consultoria). Atès que, igual que les interaccions, les formes de cooperació presenten diversos graus de formalització només serà possible conèixer l'activitat de xarxa, o de cooperació, a partir de la informació que proporcioni la pròpia empresa.

Una vegada descrita la rellevància i les diferents formes en què es poden establir vincles de cooperació amb el món científic, a continuació s'analitzen els factors que influeixen en la decisió de cooperar per part de les empreses. L'elecció dels mateixos sorgeix de la revisió bibliogràfica (veure apartat 3.1).

3.4.2. Factors determinants de la cooperació de base científica

A partir de la discussió teòrica sobre els motius per establir acords de cooperació i a partir dels avantatges i els inconvenients que comporta, es poden identificar un seguit de determinants de la cooperació.⁵⁹ És a dir, un conjunt d'elements que influiran en la decisió de l'empresa d'establir acords de cooperació. S'ha demostrat que aquests determinants poden ser diferents en funció del tipus d'agent amb qui es coopera (veure, per exemple Bayona et al., 2003), raó per la qual centrem la discussió en la cooperació amb universitats i centres de recerca.

A partir de la discussió teòrica, considerem que els motius per cooperar es poden vincular amb tres grans categories de factors determinants del comportament

⁵⁸ El coneixement tàcit que es pot transmetre en una interacció no és rellevant per definir si aquesta s'emmarca en el si d'una activitat cooperadora.

⁵⁹ Per bé que la majoria de literatura disponible discuteix la cooperació en general, també es disposa d'evidències i reflexions al voltant de les relacions empresa – universitat. Les farem servir, juntament amb les anteriors, al llarg d'aquesta discussió.

cooperador. En primer lloc, les característiques estructurals de l'empresa; en segon lloc, factors externs; i finalment, factors interns.⁶⁰ En el proper apartat es desenvolupa aquesta estructura identificant cada element amb les motivacions ja destacades anteriorment (necessitat de recursos, compartició de riscos i aprofitament de complementaritats) i amb els enfocaments teòrics pertinents.

Elements estructurals

A nivell d'empresa, els dos elements estructurals que habitualment s'incorporen a les anàlisis empíriques sobre els determinants de la cooperació són la dimensió i el sector d'activitat. La dimensió l'entendem en termes de nombre de treballadors/es (o equivalent a temps complet).⁶¹ A continuació es desenvolupen tots dos aspectes.

Dimensió de l'empresa

L'evidència empírica disponible al respecte de la relació entre la dimensió de l'empresa i l'activitat cooperativa és heterogènia. D'una banda, es postula i es comprova l'existència d'una relació positiva: Fritsch i Lukas (2001) afirmen i observen que les empreses cooperen per innovar tendeixen a ser relativament majors; Bayona et al. (2001), tot i matisar que les causes per cooperar són diferents en funció de les dimensions i no establir cap hipòtesi prèvia ateses les contradiccions existents a la literatura, troben el mateix resultat. Altres aportacions en la mateixa línia són les de Bönnte i Keilbach (2005), Belderbos et al. (2004), Hartl (2003) referint-se a PIME, Röller et al. (2007), Colombo i Garrone (1996), i Kleinknecht i Reijnen (1992).

A nivell europeu, i en el cas particular de les PIME, es comprova que les empreses mitjanes (50 - 249 empleats) cooperen més que les petites (10-49 empleats) i que aquestes, al seu torn, ho fan amb més freqüència que les micro empreses (0-9 empleats).⁶² La Taula 3.4 mostra la situació a Espanya, que segueix la pauta europea: les empreses grans amb activitat innovadora cooperen més que les petites i mitjanes (40,8% en el primer cas, davant del 15,3% en el segon).

⁶⁰ Hartl (2003) fa un plantejament similar.

⁶¹ La majoria dels articles revisats que estudien els determinants de la cooperació fan servir el nombre de treb. per mesurar la dimensió.

⁶² Dades sobre cooperació entre PIME referides a 2003. Font: Observatory of European SMEs, 2004. La tendència es manté en anys posteriors.

Taula 3.4. Tipologia de cooperació entre les empreses innovadores.
Espanya, període 2003-2005

	10-249 empleats	250 i més empleats	Total
Altres empreses del mateix grup	2,23%	19,38%	2,93%
Proveïdors d'equipaments, material o software	8,28%	22,99%	8,88%
Clients	2,63%	10,83%	2,96%
Competidors o altres empreses del sector	2,87%	8,90%	3,12%
Consultors, laboratoris comercials o institut privats d'R+D	2,85%	13,89%	3,30%
Universitats o altres centres d'ensenyament superior	3,17%	16,21%	3,70%
Organismes públics de recerca	1,58%	9,10%	1,88%
Centres tecnològics	2,38%	12,75%	2,80%
Total	15,33%	40,78%	16,37%

Font: Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 2005 (www.ine.es, consulta: octubre, 2007).

D'altra banda, alguns treballs mostren que no només les grans empreses presenten major propensió a associar-se amb el món científic per innovar, sinó que les *start-up* dels sectors d'elevat contingut tecnològic es comporten igual (Cohen et al., 2002; Arundel i Genua, 2004; Mohnen i Hoareaux, 2003, o Laursen i Salter, 2004). En consonància, Tether (2002) considera que la dimensió de l'empresa no orienta gaire sobre la probabilitat de què una empresa estableixi, o no, acords de cooperació perquè:

“D'una banda, les empreses noves i petites haurien de tenir una major necessitat d'establir acords de cooperació perquè, en general, tenen menys recursos interns. Però atès que les empreses grans tenen més recursos interns, també presentaran una major propensió a participar en un major nombre d'activitats, incloses aquelles que es podrien beneficiar de la cooperació.”

(Tether, 2002, p. 955)

D'una banda, les empreses noves i petites haurien de tenir una major necessitat d'establir acords de cooperació perquè, en general, tenen menys recursos interns. Però atès que les empreses grans tenen més recursos interns, també tindran una major propensió a participar en un major nombre d'activitats, incloses aquelles que es podrien beneficiar de la cooperació.

De forma similar, l'Observatory of European SMEs (2004) argumenta que si la principal raó per cooperar de les PIME és la manca de recursos interns, caldria esperar que la freqüència dels acords de cooperació disminuís amb la mida de l'empresa. L'anàlisi empírica, però, mostra el contrari tot suggerint que hi ha diversos factors en joc.

En aquest sentit, alguns autors vinculen la dimensió de l'empresa amb la capacitat d'absorció (López, 2008; Hernán et al., 2003): els beneficis de la cooperació depenen de la capacitat d'absorció que està relacionada amb la dimensió de l'empresa. Per aquesta raó consideren que quan major sigui l'empresa major serà la tendència a establir acords de cooperació.

En conclusió podem dir que a la balança d'arguments relacionats amb la dimensió de l'empresa, hi ha dos elements principals en relació a l'establiment d'acords de cooperació per a la innovació: necessitat i capacitat. A menors dimensions major s'espera que sigui la necessitat de cooperar, per manca de recursos interns. A major dimensió, per contra, major serà la capacitat per gestionar i aprofitar aquestes col·laboracions. En el cas de les micro i petites empreses la influència d'aquests dos motius serà encara més acusada, essent fins i tot més important la capacitat per cooperar. En tot cas, la dimensió per si sola no seria un element suficient per predir les pautes cooperadores, essent imprescindible tenir en compte altres elements interns i externs a l'empresa.

Sector d'activitat

Pel que fa al sector d'activitat, sabem que els acords de cooperació per a la innovació són més freqüents en sectors d'alta complexitat tecnològica (Bayona et al., 2001) o d'intensitat innovadora relativament alta (Miotti i Sachwald, 2003). De forma similar, Bönthe i Keilbach (2005) afirmen que les empreses que desenvolupen la seva activitat en sectors on hi ha una major innovació de producte tendiran a cooperar més. Es tracta d'entorns amb risc i, per tant, amb incertesa. La gestió en entorns de risc i incertesa és una de les raons per les quals les empreses cooperen i treballen en xarxa (veure, entre d'altres, López, 2008; Jong i Vermeulen, 2004; Bougrain i Haudeville, 2002; Marxt i Link, 2002; o Tether, 2002).

D'altra banda, sembla que no hi ha grans discrepàncies en els patrons d'innovació entre el sector industrial i el sector serveis, tal i com apunta Freel (2006) a partir de la seva anàlisi empírica fent-se ressò de Tether (2004, 2005) i de Hipp i Grupp (2005). El mateix autor esmenta que per bé que no hi ha massa literatura sistemàtica que compari els dos grans sectors d'activitat, aquesta tendeix a mostrar més similituds que diferències en, entre d'altres: la propensió a innovar, el desenvolupament d'R+D, les fonts d'informació, i els objectius i les restriccions que afronten en l'activitat innovadora. La cooperació n'és un cas particular, tal i com s'observa a la Taula 3.5.

Taula 3.5. Empreses innovadores que han cooperat en innovació, per sector.

Espanya, període 2003-2005

	10-249 empleats	250 i més empleats	Total
S. Industrial	16,99%	47,32%	18,51%
S. Serveis	16,15%	36,11%	16,95%
Total	15,33%	40,78%	16,37%

Font: Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas 2005 (www.ine.es, consulta: octubre, 2007).

S. Industrial = grups CNAE 10 a 41

S. Serveis = grups CNAE 50 a 52, 55, 60 a 67, 70 a 74, 80-8030, 85, 90 a 93

En el cas de micro, petites i mitjanes empreses, l'Observatory of European SMEs (2004, p. 27) apunta que "els sectors de serveis estan tan disposats a cooperar com els sectors dedicats a la provisió de productes físics" i comprova l'existència d'una major tendència a cooperar, qualsevol que sigui la finalitat dels acords, quan es tracta de sectors amb major contingut tecnològic, siguin industrials o de serveis.

Més enllà de la taxonomia sectorial habitual en les estadístiques, la classificació que habitualment s'empra és la proposada per Pavitt (1984): sectors d'alta tecnologia, de tecnologia mitjana i de baixa tecnologia. Pavitt va demostrar que els factors que condueixen a l'èxit en la innovació presenten grans diferències entre indústries i sectors i, en conseqüència, va proposar una classificació en funció del grau de sofisticació tecnològica, o capacitat innovadora, dels mateixos (noti's que l'abast va més enllà de l'activitat d'R+D). Aquesta classificació és congruent amb el seu posicionament sobre les trajectòries tecnològiques sectorials.⁶³

D'ús habitual en la literatura sobre innovació, la classificació té una estructura senzilla. Així, hi ha dos sectors d'alta tecnologia que proveeixen de tecnologia la resta de l'economia però presenten pautes molt diferents d'innovació. En el primer la innovació està basada en la ciència (*science based*), i el sector es caracteritza per l'existència d'una R+D organitzada i lligams forts amb la ciència; en el segon cas, la innovació prové de proveïdors especialitzats (de maquinària, instruments, etc.), i està basada en les capacitats en enginyeria, i en la interacció freqüent amb els usuaris. Hi ha un sector de tecnologia mitjana que és intensiu en economies d'escala (*scale-intensive*) i també és relativament innovador per bé que els seus avenços influeixen molt menys en la

⁶³ Veure apartat 2.3.1.

resta de sectors. Finalment, hi ha els sectors de baixa tecnologia que, tot i que poden innovar, reben la major part de la seva tecnologia d'altres sectors.⁶⁴

Concloem, doncs, que cal considerar els sectors d'activitat en funció del grau d'activitat innovadora que s'hi desenvolupa. Aquest aspecte l'associem amb la compartició de riscos en entorns incerts i d'elevada complexitat tecnològica, que són motius per establir acords de cooperació per innovar. Per tant, estem davant d'un motiu de necessitat. A més a més, segons la classificació de Pavitt, caldrà esperar que un major nivell tecnològic sectorial comporti una major propensió a establir acords de cooperació.

Elements externs

Entre els elements externs destaquen dues dimensions. En primer lloc, i relacionat amb el sector d'activitat, la situació dels mercats on opera l'empresa. En segon lloc analitzarem el paper que juga el suport institucional en la decisió de cooperar.

Situació dels mercats

La situació del mercat i el posicionament de les empreses són factors importants (Audretsch i Feldman, 2003). En un context en què la mida atorgui avantatge competitiu a causa de l'existència d'economies d'escala o d'abast, les empreses grans conservaran aquest avantatge competitiu. Les empreses petites tindrien, en aquest context, un clar incentiu per establir aliances estratègiques per tal de compensar el desavantatge inherent a una reduïda dimensió (Gomes-Casseres, 1998). Però no totes les empreses petites tindran incentius per establir aliances estratègiques, encara que al sector també hi hagi grans empreses atès que no sempre estan presents els esmentats desavantatges. A més a més, les empreses petites poden ocupar un nínxol estratègic de mercat que els proporcioni viabilitat tot i que existeixin economies d'escala en el sector. Els autors es basen en Penrose (1959, 222–223) per argumentar que “les oportunitats productives de les empreses petites es troben en els espais que les grans empreses han deixat oberts i que les empreses petites detecten i creuen que poden aprofitar. La naturalesa d'aquests espais està determinada pel tipus d'activitat en què les grans empreses s'especialitzen, deixant altres oportunitats obertes”. I remeten a autors com Caves i Porter (1978) i Newman (1978) per a una evidència empírica convincent sobre l'existència efectiva dels esmentats nínxols.

⁶⁴ Tanmateix, hi ha d'altres classificacions, com ara la de Sutton (1991, 1998), que són un reflex del consens segons el qual intentar explicar la innovació mitjançant una classificació sectorial convencional pot arribar a ser enganyós (Tunzelmann i Acha, 2005).

En aquest sentit, ja hem discutit anteriorment que el sector d'activitat es pot considerar com un indicador aproximat del dinamisme innovador. Però és recomanable disposar d'informació més concreta, procedent del propi treball de camp, que complementi l'anterior classificació sectorial. Així, la forma d'operativitzar aquesta dimensió és diversa. Alguns models empírics incorporen variables sobre l'entorn per explicar la propensió a cooperar. En relació a les motivacions de necessitat, Belderbos et al. (2004) consideren l'activitat innovadora mitjana del sector d'activitat en què opera cada empresa així com la velocitat del canvi tecnològic a nivell sectorial. En la mateixa línia, però amb un matís propi de la teoria institucional, López (2008) considera els nivells de cooperació mitjans al sector.⁶⁵ I en relació a la protecció del coneixement que es genera en les empreses, un seguit d'articles basats en la CIS prenen les patents i altres mecanismes de protecció de la propietat privada a nivell sectorial (Veugelers i Cassiman, 2005; Bönte i Keilbach, 2005; Belderbos et al., 2004). L'argument és que la cooperació es veu afavorida pel grau d'apropiabilitat al sector.⁶⁶

En conclusió, l'establiment d'acords de cooperació es veu afavorit per factors de necessitat provocats per l'entorn, bàsicament compartició de riscos però també manca de recursos interns. S'entén, doncs, que aquelles empreses que treballin en mercats d'alta pressió competitiva necessitaran recolzar-se més en agents externs per innovar. Els mercats tranquils, o l'explotació d'un nínxol de mercat concret en situació monopolística, no obliguen tant a la innovació, i en conseqüència la necessitat de cooperar és molt inferior. La forma d'operativitzar aquesta informació és diversa, variant en funció de l'enfocament analític dels autors i de la disponibilitat de dades. És recomanable, com és habitual, emprar informació recollida en la pròpia enquesta per construir la o les variables relatives als determinants externs. Finalment, traslladar indicadors procedents d'altres estudis no sempre garanteix que l'univers d'estudi sigui el mateix.

⁶⁵ Perquè els nivells mitjans de cooperació al sector són conseqüència, entre d'altres, de les necessitats existents en els mercats on treballen les empreses. Si el dinamisme és elevat el motiu necessitat estarà més present. Així mateix, segons la teoria institucional, per mimetisme amb l'entorn es pot desitjar cooperar, ja sigui per incrementar la legitimitat o a causa de les pressions que produeix el comportament similar d'altres empreses.

⁶⁶ Hi ha altres interpretacions sobre les patents. Tal i com hem discutit amb anterioritat, Fontana et al. (2006) argumenten que les patents no només serveixen per protegir-se de la imitació, sinó que la finalitat de les patents és més àmplia i la identifiquen amb l'activitat d'emissió de senyals (*signaling*) als agents de l'entorn.

Suport institucional

En general, la col·laboració amb centres de recerca pot tenir un caràcter arriscat i exploratori, amb un temps de maduració més llarg que altres projectes.⁶⁷ Sorgeixen, en aquest context, barreres específiques per a la cooperació amb el món científic. Entre d'altres, diferents formes d'entendre els drets de propietat dels productes obtinguts, o possibles bretxes en la capacitat d'absorció dels socis (Hall et al., 2001, 2003). Segons Buesa i Fernández-Ribas (2008, p. 243), el finançament públic pot reduir el cost de col·laborar amb el món científic, contribuint a augmentar el nombre de col·laboracions. En concret, pot contribuir a disminuir els riscos inherents a l'activitat innovadora (Okamuro, 2004).

Per desenvolupar adequadament les activitats en xarxa cal disposar d'informació per identificar i atreure possibles socis. Fontana et al. (2006) distingeixen tres elements en aquest procés: *searching*, *screening* and *signaling*. Segons els autors, per tal d'obtenir informació sobre els agents de l'entorn les empreses solen definir una estratègia de cerca d'informació (*searching strategy*) connectada a una intensa activitat de seguiment d'informació (*screening*). L'activitat de cerca implica una actitud general de recerca de fonts d'informació potencialment valuoses, mentre que la de seguiment comporta la identificació i selecció de fonts entre un conjunt de possibles proveïdors d'informació. Les empreses, d'altra banda, també estaran interessades en revelar el coneixement disponible. Ho fan mitjançant les activitats d'emissió de senyals (*signaling*) que tenen com a objectiu compartir coneixement propietari de forma voluntària per tal que els agents econòmics menys informats coneguin els seus atributs específics. En el cas de la cooperació per innovar, l'activitat de *signaling* té a veure amb l'atracció de possibles socis.

El suport institucional pot ajudar també en les activitats de cerca, seguiment i emissió de senyals. En concret, Fontana et al. (2006) argumenten que la participació en projectes d'R+D subvencionats des de les administracions públiques és una bona manera de conèixer nous socis i aprendre sobre ells, sobre les seves competències i les seves xarxes, i seleccionar-los (segona component de l'activitat de seguiment). Consideren, per tant, que es tracta d'una activitat de seguiment (*screening*). Així mateix, creiem que el suport institucional no només té incidència en aquesta dimensió, sinó que també pot afavorir els resultats de l'activitat de *signaling*. La reputació de l'empresa es construeix a partir de l'emissió de senyals a l'entorn (Muller i Pénin,

⁶⁷ Les empreses podrien cercar l'aprenentatge en el món científic amb l'objectiu de treure al mercat un producte o un procés amb un elevat grau de novetat.

2006). Per tant gaudir de determinats instruments de suport institucional pot suposar un augment en la reputació de l'empresa, fet d'especial rellevància en el cas de les noves empreses de menors dimensions (Castells i Vilaseca, dirs., 2007), en particular quan es tracta de cooperació de base científica.

Tanmateix, les empreses petites tenen una necessitat més forta de suport institucional per connectar-se i/o accedir al món de la ciència i la tecnologia (Munier, 2006). En aquest sentit, considerem que el suport institucional en sentit ampli produirà una millora en la coordinació dels esforços en la cerca de socis per a la cooperació i en la gestió d'aquesta activitat.⁶⁸ L'efecte pot ser especialment rellevant en el cas de les micro empreses, a causa de les seves menors capacitats internes. La relació continuada amb els ens públics de suport pot contribuir a augmentar la capacitat d'absorció d'aquestes organitzacions. Heijs (2002) comprova que les petites empreses aprofiten més el suport institucional per establir acords de cooperació subvencionats per les administracions públiques.

En resum, podem afirmar que el recolzament institucional és rellevant per connectar les micro i petites empreses amb el món de la ciència i la tecnologia. La raó és que poden contribuir a disminuir els costos i riscos relacionats amb la cerca de socis; així com els costos i riscos de l'activitat innovadora en particular, però no únicament, si el suport és econòmic.⁶⁹ Es tracta doncs, de motivacions relacionades amb la necessitat. Tot i que la revisió de la literatura només permet apuntar-ho, el suport institucional podria contribuir, així mateix, a l'augment de les capacitats internes per cooperar, gràcies a la millora d'aspectes com la coordinació i la gestió dels fluxos d'informació. En qualsevol cas, per les raons vistes sembla raonable trobar una relació positiva amb la propensió a cooperar ja que el suport institucional és, en definitiva, un indicador de l'aprofitament dels recursos disponibles a l'entorn.

Elements interns

Capital humà i activitat permanent d'R+D

Per a l'anàlisi dels factors interns que influeixen en la propensió a cooperar considerem els següents dos elements. En primer lloc, la qualificació del personal de

⁶⁸ Les institucions de suport poden contribuir a la coordinació dels esforços i dels fluxos d'informació o *spillovers* (Santamaria, 2001).

⁶⁹ Les polítiques públiques d'innovació prioritzen els projectes en xarxa, de manera que, segons la teoria dels *stakeholders*, l'establiment de vincles cooperadors és una resposta als valors i exigències legítimes de les administracions públiques.

l'empresa (capital humà), i en segon lloc l'activitat d'R+D, o R+D+i, estable en el si de l'empresa. Totes dues dimensions estan relacionades amb la capacitat d'absorció (Cohen i Levinthal, 1989, 1990, 1994), tal i com s'exposa breument a continuació. En aquests paràgrafs es discuteixen la relació entre la capacitat d'absorció i els motius per cooperar, així com la forma com es tracta aquest constructe en l'estudi dels determinants de la cooperació de base científica.⁷⁰

Si una organització empresarial no té un nivell mínim d'habilitats i coneixements difícilment durà a terme activitats que, pel tipus d'interlocutor o pel contingut de les mateixes, es poden qualificar com a activitats sofisticades o complexes. Aquest és el cas de la cooperació amb el món científic, la relació amb el qual ja hem vist que no és pas senzilla. Tal i com apunten Cassiman et al. (2006, p. 2), la contribució d'aquesta als resultats innovadors depèn de les "capacitats de recerca de l'empresa i de les seves habilitats per absorbir el coneixement científic". Cal, doncs, un mínim de coneixement intern per poder fer servir de forma efectiva el coneixement extern (Arora i Gambardella, 1994). Aquests coneixements, o capacitats, s'han identificat amb la capacitat d'absorció.

Habitualment es considera que la realització d'activitats d'R+D a nivell intern incideix positivament en l'establiment d'acords de cooperació, en especial la cooperació de base científica. Aquest és un element clau en la literatura, tal i com demostra el fet que tots els articles revisats que estudien els determinants de la cooperació inclouen alguna explicativa sobre les activitats d'R+D a nivell intern (veure apartat 3.1).⁷¹ Hi ha autors que identifiquen l'R+D interna amb la capacitat d'absorció (per exemple López, 2008; i Miotti i Sachwald, 2003). En general, troben que una major capacitat d'absorció incrementa la probabilitat de cooperar. En una línia similar, Cassiman i Veugelers (2002) observen com la recerca i el desenvolupament (i la innovació) que es duen a terme a l'empresa ajuden en l'explotació de complementaritats amb els socis quan s'opera en entorns complexos facilitant, així mateix, l'aprenentatge organitzatiu. Tanmateix, si bé es considera que l'R+D afavoreix la capacitat d'absorció la implicació inversa no sempre es compleix de manera que determinades organitzacions empresarials, en concret aquelles de dimensions més petites, poden tenir una bona

⁷⁰ Més endavant, al capítol 4, es desenvolupa amb més detall el paper de la capacitat d'absorció en els processos innovadors i en la cooperació.

⁷¹ A nivell operatiu es pot trobar: existència de departament propi d'R+D; activitat permanent d'R+D (en termes de % de personal dedicat a la recerca; pressupost per a la recerca; etc). La tria de la variable concreta, quantitativa o qualitativa, depèn de la disponibilitat d'informació.

capacitat d'absorció i no per això disposar de departament propi d'R+D o desenvolupar activitats de l'àmbit estricte de la recerca.

En relació al capital humà, Busom i Fernández-Ribas (2008) consideren que el capital de coneixement (*knowledge capital*) influeix positivament en la propensió a cooperar. El concepte el construeixen a partir de diferents variables, entre les quals hi ha el pes que, sobre el total de la plantilla, tenen els treballadors/es dedicats a R+D. Fontana et al. (2006) també emprà aquesta mesura de capital humà. En aquests sentit, Bönte i Keilbach (2005) argumenten que quan major sigui el nivell de coneixement tecnològic de l'empresa major serà la probabilitat de cooperar, ja sigui en acords formals o informals. Això és així perquè els socis de la cooperació aprenen els uns dels altres mitjançant la recombinació de les seves capacitats (Kogut i Zander, 1992).⁷²

Val a dir, finalment, que hi ha aplicacions empíriques que barregen els dos elements considerats en aquest apartat. Així, sigui perquè es tracta de l'única informació disponible, sigui per motius analítics, podem trobar models que expliquen els determinants de la cooperació en funció d'un indicador que combina l'existència de departament propi d'R+D, o el pressupost amb què compta, i el pes que, a nivell laboral, representa l'activitat de recerca sobre el total de la plantilla. Considerem, però, que en tant que indicadors, la variable seleccionada incorpora matisos diferents.⁷³

En resum, els dos factors interns considerats són indicadors de la capacitat d'absorció de les empreses. En aquest sentit, tant el nivell de formació del personal de l'empresa com la realització d'activitats d'R+D+i a nivell intern tenen a veure amb l'aprofitament de complementarietats des del punt de vista de la teoria de la RBV; és a dir, amb la capacitat per establir acords de cooperació.

En resum, hem discutit com un conjunt d'elements de caire estructural, extern i intern estan relacionats amb les motivacions que les micro i les petites empreses poden tenir per establir acords de cooperació, en concret acords de cooperació de base científica.

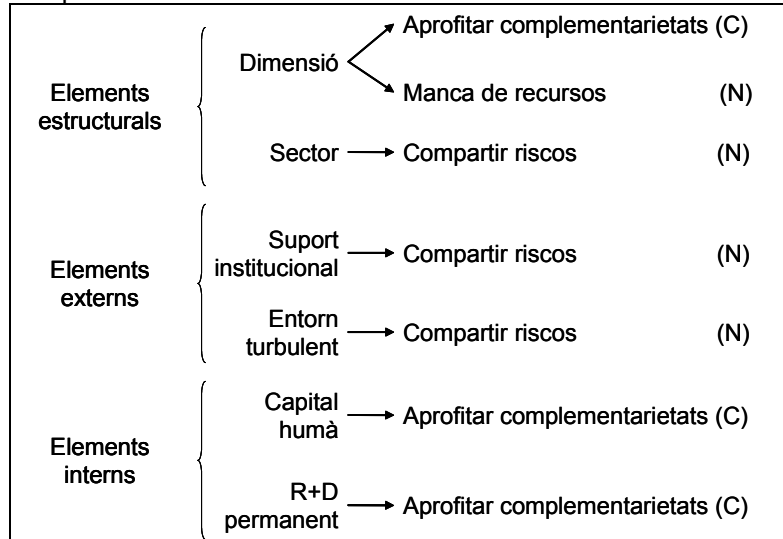
El Gràfic 3.1 resumeix les motivacions que, segons hem vist en la revisió de la literatura, estarien darrera dels sis elements considerats. Tal i com s'ha dit, els motius són de tres tipus: manca de recursos, compartició de riscos i aprofitament de

⁷² L'argument el fan en relació a la cooperació vertical. Considerem que també és vàlida per al cas de la cooperació de base científica.

⁷³ La inclusió dels quals normalment està condicionada per la disponibilitat de dades.

complementarietats de coneixement. Els dos primers són motius de necessitat de cooperar, mentre que el darrer és una motivació vinculada amb la capacitat de l'organització per establir i aprofitar els acords de cooperació.

Gràfic 3.1. Identificació de motius per establir acords de cooperació de base científica en el cas de micro i petites empreses



C = Capacitat per cooperar; N = Necessitat de cooperar.
 Font: Elaboració pròpia.

A partir de les conclusions extretes en aquest apartat, al Capítol 9 es planteja i s'estima un model per avaluar els determinants de la cooperació de base científica en la mostra objecte d'estudi. Prèviament, però, considerem necessari abordar l'estudi de la capacitat d'absorció i la seva relació amb alguns dels aspectes vistos de la cooperació i de la innovació.

4 Capacitat d'absorció

El concepte de capacitat d'absorció és un dels constructes més importants que han sorgit en la recerca sobre organització en les darreres dècades, tal i com apunten Lane et al. (2002 i 2006). La seva emergència va coincidir amb el desenvolupament de la teoria de la RBV de l'empresa i de la seva derivada, l'estudi de l'empresa en funció dels seus coneixements (*knowledge-based view of the firm*), raó per la qual va esdevenir un element central en nombroses branques d'investigació (íbid, 2002).

Quan Dosi (1988) afirma que les empreses necessiten “una capacitat interna substancial per tal de poder reconèixer, avaluar, negociar i finalment adaptar la tecnologia de tercers potencialment disponible” (p. 1132); o quan Veugelers (1997) conclou que el desenvolupament d'activitats d'R+D és un element facilitador de l'apropiació de coneixement extern, estan referint-se al que actualment coneixem com capacitat d'absorció. Es tracta d'un terme “concís i evocador” (Lane et al., 2006, p. 836). encunyat per Cohen i Levinthal (1989, 1990, 1994).

Els següents paràgrafs s'estructuren con segueix. Partirem de les primeres definicions de capacitat d'absorció (4.1) per revisar, a continuació, les valoracions que la literatura fa sobre l'estat actual del constructe i els motius pels quals no s'ha estudiat amb més profunditat (4.2). La revisió crítica d'algunes de les reconceptualitzacions més recents i rellevants del terme (4.3) donarà pas a l'apartat sobre la relació de la capacitat d'absorció amb la innovació i amb la cooperació per innovar (4.4).

4.1. La definició de Cohen i Levinthal

Els primers a definir el terme van ser Cohen i Levinthal l'any 1989, amb posteriors refinaments del constructe (1990 i 1994).⁷⁴ L'any 1989, en el seu article “*Innovation and learning: the two faces of R&D*”, Cohen i Levinthal plantegen que l'activitat de recerca i desenvolupament en el si de les empreses té un doble paper. D'una banda, ajuda a crear coneixement i innovar que és la funció clàssica que tradicionalment

⁷⁴ Malgrat l'àmplia acceptació del terme, es poden trobar articles on l'absorció s'interpreta d'altres formes. Per exemple, Wiethaus (2006) estudia si les empreses cooperen o competeixen per innovar i distingeix entre “innovació” (novetat per al mercat) i “absorció” (novetat per a l'empresa però no per al mercat; és a dir, imitació). Aquest no és pas el nostre enfocament.

s'atorga als departament d'R+D. Però d'una altra, ajuda a assimilar i explotar informació existent; és a dir, ajuda a aprendre.⁷⁵ El reconeixement d'aquest paper dual de l'R+D suggereix que els factors que afecten el caràcter i la facilitat de l'aprenentatge influiran, al seu torn, en els incentius de les empreses per desenvolupar activitats de recerca i desenvolupament. Tanmateix, la capacitat d'absorció influeix sobre altres activitats innovadores, incloent la recerca bàsica, l'adopció i la difusió d'innovacions i les decisions de participar en acords de cooperació (Cohen i Levinthal, 1990). Es genera, doncs, un procés de retroalimentació constant.

La definició de Cohen i Levinthal més usualment emprada és la de l'any 1990. Diu així:

“La capacitat d'absorció és l'habilitat de l'empresa per reconèixer el valor de la informació externa nova, assimilar-la, i aplicar-la amb finalitats comercials.”

(íbid, p. 128)

Els mateixos autors apunten que aquesta activitat tridimensional és un element crític que condiona la capacitat innovadora de l'empresa; atès que la premissa de la noció de capacitat d'absorció és que l'organització, per tal d'assimilar i emprar nova informació adquirida de l'exterior, necessita disposar de coneixement previ que, a més, hi tingui relació. L'aprenentatge és acumulatiu, de manera que la productivitat d'aquest aprenentatge creix quan l'objecte del procés és prèviament conegut, per aquesta raó la diversitat de coneixement juga un paper molt important en la capacitat d'absorció. En conseqüència, la capacitat d'absorció és específica del domini de coneixement i depèn de la trajectòria de l'organització.

Endemés, la capacitat d'absorció d'una organització depèn de les capacitats d'absorció dels seus membres considerats individualment. Però la primera no és pas la suma de les segones. De fet, per entendre les fonts de la capacitat d'absorció cal estudiar l'estructura de la comunicació entre l'entorn i l'organització, així com entre les subunitats de l'empresa, i també en el caràcter i la distribució de l'expertesa en el si de l'organització.

L'any 1994 afegeixen a la definició el fet que la capacitat d'absorció permet predir de forma més acurada la naturalesa dels avenços tecnològics futurs. És a dir, que permet

⁷⁵ Hi ha antecedents d'aquest plantejament que ja citen Cohen i Levinthal (1989). Tal i com apunten Lane et al. (2006), el que resulta nou no és només que li donen un nom sinó que lliguen el concepte amb un ampli conjunt d'explicacions de l'àmbit de l'organització industrial i es recolzen en una aplicació empírica.

disminuir la incertesa de l'entorn. De la definició de Cohen i Levinthal (1989, 1990, 1994) podem inferir que absorbir no només suposa aprehendre, sinó també saber combinar allò que s'ha après i s'ha aprehès per crear nou coneixement amb vàlua al mercat. La capacitat d'absorció, en conseqüència, no és una finalitat sinó un mitjà que modula els resultats que pot aconseguir l'empresa (Bosch et al., 2003).

La capacitat d'absorció és, de fet, un constructe multidimensional, multinivell i transdisciplinari, tal i com destaquen Bosch et al. (ibid). Segons aquests autors, hi ha un mínim de vuit branques de la literatura econòmica i d'organitzacions que es poden connectar i enriquir mitjançant l'ús del concepte de capacitat d'absorció.⁷⁶ Lane et al. (2002) identifiquen set grans temes d'estudi en relació al constructe capacitat d'absorció que es poden agrupar en tres categories. La primera correspon a la definició pròpiament dita del constructe. En segon lloc hi ha un seguit d'aportacions que estudien les característiques del coneixement, la transferència del coneixement i l'aprenentatge organitzatiu en relació a la capacitat d'absorció. Finalment hi ha tres temes d'àmbit més ampli, com són la innovació, la cooperació i l'abast, o dimensió, de l'organització. Al final del capítol centrarem l'atenció en la seva relació amb la innovació i la cooperació, atès que són les temàtiques directament vinculades a la nostra recerca.

4.2. Limitacions a l'evolució del constructe

Els autors que revisen la literatura indiquen que hi ha més estudis empírics que no pas desenvolupament teòric en relació a la capacitat d'absorció (Bosch et al., 2003; Camisón i Forés, 2007; Lane et al., 2002 i 2006). I malgrat l'ús creixent del constructe, l'estudi de la capacitat d'absorció encara resulta difícil a causa de l'ambigüitat i la diversitat de definicions, components, antecedents i resultats (Zhara i George, 2002). Lane et al. (2002, 2006) van més enllà i afirmen que el constructe s'ha reïficat. Indiquen els dos efectes principals de la reificació, o cosificació. D'una banda, el constructe es dona per fet i no es fan revisions crítiques del mateix, o aquestes són escasses. D'una altra, les recerques tendeixen a no especificar les hipòtesis subjacents a l'ús del constructe. Tot plegat provoca que el concepte no evolucioni i la

⁷⁶ Són les següents: aprenentatge organitzatiu; gestió del coneixement; innovació i sistemes nacionals d'innovació; canvi organitzatiu, renovació estratègica i empenedoria; teoria de l'empresa des de la perspectiva del coneixement (*knowledge-based view of the firm*); capacitats dinàmiques; economia co-evolucionista; i relacions inter-organitzatives i xarxes.

seva utilitat quedi limitada. En el cas concret que ens ocupa, observen a més que la capacitat d'absorció sovint només se cita i s'empra de forma tangencial.⁷⁷ Així mateix, basant-se en la revisió de la literatura que duen a terme, Lane et al. (2006) afirmen que el procés de reificació és conseqüència de l'acceptació de cinc supòsits que han actuat com a factors limitadors del progrés de la literatura sobre capacitat d'absorció.

El primer factor limitador és la hipòtesi segons la qual la capacitat d'absorció només és rellevant en els contextos associats a l'activitat d'R+D. En la majoria d'estudis empírics la capacitat d'absorció s'operativitza en termes d'intensitat de l'activitat de recerca i desenvolupament, seguint l'exemple empíric de Cohen i Levinthal (1989, 1990).⁷⁸ Tanmateix, Cohen i Levinthal fan notar que la capacitat d'absorció juga un paper rellevant en altres activitats relacionades amb l'adquisició de coneixement més enllà de l'R+D. Considerem, en aquest sentit, que molt sovint s'observa com molts aspectes relacionats amb la creació de coneixement es presenten directament lligats a les activitats d'R+D; així ha succeït amb la innovació, tal i com hem vist al Capítol 2 en relació a la conceptualització d'aquesta activitat i la forma com s'analitza el fenomen a nivell empíric. Així, es podria dir que l'afirmació de Muscio (2007, p. 656), segons la qual "les dades d'R+D sovint es fan servir com indicadors de capacitat d'absorció simplement perquè existeixen com una categoria estadística" és aplicable a l'estudi de la innovació en general.

El segon factor limitador és el supòsit segons el qual les empreses desenvolupen la capacitat d'absorció en resposta a l'existència de coneixement extern valuós. Però la mera existència d'aquest coneixement valuós és només una condició necessària, tot i que no suficient, per tal que una empresa desenvolupi la seva capacitat d'absorció. Cal disposar de recursos suficients per aprofitar aquest coneixement, de manera que tant l'entorn com les capacitats internes són rellevants.

Al seu torn, el tercer factor limitador és conseqüència dels dos primers. Consisteix en l'assumpció de què el coneixement previ rellevant esmentat anteriorment és equivalent a la capacitat d'absorció; és a dir, que són iguals. Centrar l'atenció en l'R+D i en el coneixement extern a adquirir ha comportat un excés d'èmfasi en la capacitat d'identificar i comprendre el coneixement extern que li cal a l'empresa. Això deixa de banda dos terços de la definició de Cohen i Levinthal (1989, 1990) i descuida la dimensió de procés/capacitat del constructe capacitat d'absorció (1990). Novament,

⁷⁷ Per exemple, Mohnen i Hoareau (2003), o Freel i Harrison (2006).

⁷⁸ Per exemple, Meeus et al. (2001), Bönte i Keilbach (2005) o Miotti i Sachwald (2003).

Lane et al. (2006) consideren que el coneixement previ és només una condició necessària però no pas suficient per tenir capacitat d'absorció.

En quart lloc, s'ha assumit que l'avantatge competitiu de les empreses està basat en les rendes ricardianes, és a dir, en aquelles que es generen gràcies a la particularitat i l'escassetat del coneixement propi de l'empresa; en comptes d'estar fonamentat en les rendes generades per l'eficiència. En posar l'èmfasi en els diferents nivells i tipus de coneixement de les empreses, la literatura sobre capacitat d'absorció assumeix implícitament que els processos interns no presenten gaire variabilitat i, per tant, es poden ignorar en l'anàlisi dels resultats empresarials. Tanmateix, un supòsit d'aquest estil oculta el paper que efectivament juguen els processos i les activitats per assimilar i integrar nou coneixement, i també per combinar-lo per crear-ne de nou.

Finalment, el cinquè factor limitador és haver assumit que la capacitat d'absorció únicament resideix en l'empresa, de manera que molts models passen per alt el paper dels individus en el desenvolupament, el desplegament i el manteniment de la capacitat d'absorció de les organitzacions. Això contradiu el plantejament de Cohen i Levinthal, tal com ja s'ha vist, a la vegada que, en alguns casos, ha provocat que no s'identifiqui la capacitat d'absorció com un constructe multinivell.⁷⁹

Per tots aquests motius, Lane et al. (2006) conclouen que el focus d'atenció de la recerca en capacitat d'absorció ha estat la capacitat per identificar i adquirir coneixement extern, mentre les altres dues dimensions, assimilació i explotació, s'ha treballat en molta menys mesura. Finalment, també destaquen l'existència d'un baix nivell de cohesió entre els estudis sobre capacitat d'absorció; és a dir, gairebé tots citen els articles originals de Cohen i Levinthal però les cites creuades són escasses i hi ha molt pocs articles que citin redefinicions del constructe original.

4.3. Revisions de la definició de capacitat d'absorció

En aquest apartat revisarem tres reconceptuacions recents de la capacitat d'absorció. La primera és la que proposen Lane et al. (2006) per rejuvenir el constructe que, com acabem de veure, pateix un procés de cosificació. La segona és la de

⁷⁹ Atès que és multinivell, la capacitat d'absorció, es pot estudiar prenent l'empresa com a unitat d'anàlisi, com és el nostre cas. També, però, es pot estudiar a nivell intra-empresa, com plantegen Bosch, et al. 2003, a nivell d'agrupació d'empreses (Giuliani i Bell, 2005 estudien la capacitat d'absorció d'un clúster); i a nivell macroeconòmic (Narula, 2004).

Camisón i Forés (2007), molt lligada a la de Zahra i George (2002) que és la darrera que revisarem. En tots els casos, les dimensions del constructe són o bé tres, com en la definició original, o bé quatre. No hem considerat les aportacions en què les dimensions es redueixen a dos a causa de la pèrdua de riquesa i de matisos que aquesta reducció comporta.⁸⁰

Amb l'objectiu de redreçar la tendència a la cosificació, Lane et al. (2006) proposen un model de procés per explicar la capacitat d'absorció contextualitzada en funció dels elements interns i externs que influeixen en el constructe, que en definitiva també es poden identificar amb els seus antecedents i els seus resultats. El Gràfic 4.1 (pàgina 97) mostra aquest model analític, que abasta un ampli ventall d'aspectes organitzatius i d'entorn que pot resultar, tal i com indiquen els propis autors, de difícil operativització empírica.

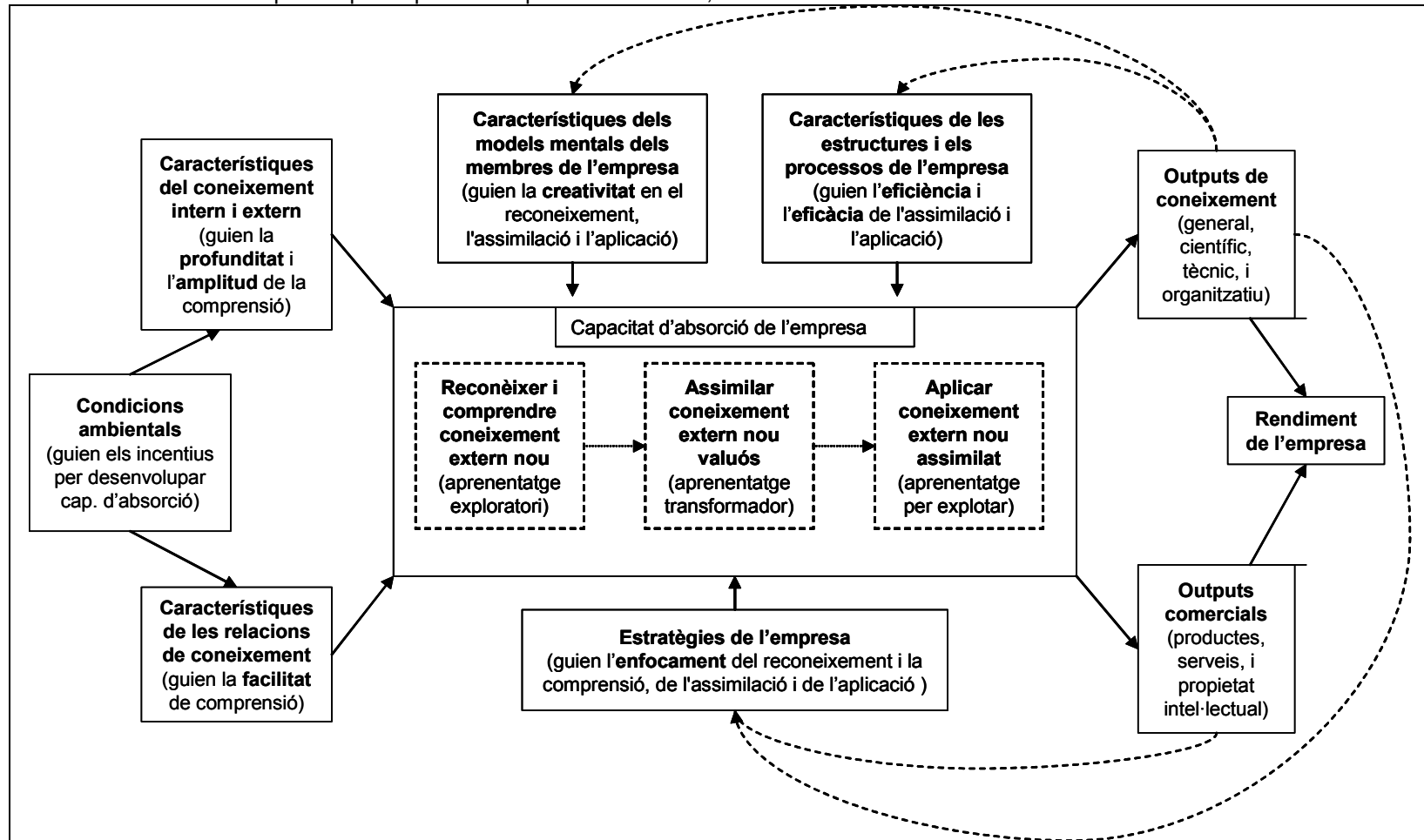
En el model comprensiu de Lane et al. (2006), la capacitat d'absorció de l'empresa manté les tres dimensions proposades per Cohen i Lenvinthal (1990), que són seqüencials tal i com expliciten en la seva definició:

“La capacitat d'absorció d'una empresa és l'habilitat per utilitzar coneixement obtingut de l'exterior mitjançant tres processos seqüencials: (1) reconeixement i comprensió de coneixement (saber) extern nou potencialment valuós mitjançant l'aprenentatge exploratori; (2) assimilació de nou coneixement valuós mitjançant l'aprenentatge transformador; i (3) ús del coneixement assimilat per crear nou coneixement i obtenir resultats comercials mitjançant l'aprenentatge d'explotació.”

Lane et al. (2006, p. 856)

⁸⁰ Arora i Gambardella (1994), per exemple, consideren que la capacitat d'absorció té dues dimensions: l'habilitat d'avaluar informació (capacitat científica) i l'habilitat per emprar-la (capacitat tecnològica).

Gràfic 4.1. Un model de procés per explicar la capacitat d'absorció, els seus antecedents i els seus resultats.



Nota: El text en **negreta** indica el nom del constructe o de la dimensió del constructe; el text (entre parèntesis) indica la relació entre la dimensió del constructe i la capacitat d'absorció. Només s'expliciten les relacions de retroalimentació rellevants per al model.
 Font: Reproduït de Lane et al. (2006, p. 856)

Els antecedents de la capacitat d'absorció poden ser interns o externs. Tots ells guien i exerceixen una influència concreta sobre determinats elements que, a la fi, es relacionen amb la capacitat d'absorció. En el plantejament destaca, en primer lloc, l'explicitació dels processos, dels elements externs i de la importància no només de l'empresa com a organització sinó també dels individus que la componen. Així mateix, els elements considerats van més enllà de l'adquisició de coneixement.

D'altra banda, pel que fa als resultats de la capacitat d'absorció de l'empresa s'observa que aquests generen nous *inputs* per a l'empresa. Aquests *inputs* són diferents en funció de l'element intern considerat. Així, mentre el nou coneixement afecta els individus (models mentals), l'estructura i els processos de l'empresa, i les estratègies, els resultats comercials només afecten les estratègies de l'organització. La capacitat d'absorció, d'altra banda, no té pas una relació directa amb el rendiment del negoci sinó que aquesta està mediada pel producte obtingut (*outputs* de coneixement i *outputs* de resultats).

Destaquem, tanmateix, que el model no explicita ni l'activitat en R+D ni la innovació. La innovació, entesa com a resultat, podria estar continguda tant en els resultats de coneixement com en els resultats comercials, fins i tot de forma no exclouent. El mateix seria vàlid en relació als resultats de l'activitat en R+D. Si es consideren en tant que activitats, o processos, llavors tant la innovació com l'R+D es trobarien entre el conjunt de característiques internes de l'empresa i les estratègies empresarials.

En segon lloc, Camisón i Forés (2007), seguint i ampliant l'enfocament de capacitats dinàmiques de Zahra i George (2002), consideren que el constructe capacitat d'absorció té quatre dimensions diferents i complementàries: adquisició, assimilació, transformació i explotació de coneixement.

La primera és la capacitat d'adquisició i la defineixen com l'habilitat d'una empresa per identificar, valorar i adquirir coneixement extern crític per a les seves operacions. En segon lloc, la capacitat d'assimilació fa referència a la capacitat d'una organització per absorbir coneixement extern que també identifiquen amb les rutines i els processos que permeten analitzar, processar, interpretar i comprendre la informació obtinguda de fonts externes. La tercera dimensió és la capacitat de transformació, que és l'habilitat de l'empresa per desenvolupar i refinar les rutines internes que faciliten la transferència i la combinació de coneixement previ i del nou coneixement adquirit i assimilat. En quart i darrer lloc hi ha la capacitat d'explotació, que es refereix a

l'habilitat de l'empresa per aplicar el nou coneixement extern, amb finalitats comercials, per tal d'assolir els objectius empresarials; en aquest cas, les rutines han de permetre l'empresa incorporar a les seves operacions el nou coneixement adquirit.

Tot i que en alguns moments la definició resulta tautològica (segona dimensió), el nivell de desagregació permet els autors identificar els determinants interns i els determinants externs de la capacitat d'absorció.

Els factors interns estan sota el control de l'empresa, Camisón i Forés (2007) en destaquen els següents: inversió en R+D; nivell de coneixement de l'empresa; diversitat de coneixement de l'empresa; capacitats de relació (*combinative capabilities*); sistemes de recompensa i incentius; cultura d'innovació i aprenentatge; disseny organitzatiu obert a l'aprenentatge; orientació estratègica; sistemes de gestió del coneixement i la informació; mida de l'organització (nombre de treballadors/es); antiguitat de l'empresa; i recursos financers. En general, tots influeixen positivament en la capacitat d'absorció, amb l'excepció de la mida on no hi ha un consens clar a nivell teòric. D'altra banda, els factors externs que potencialment poden influir en la capacitat d'absorció de l'empresa són: el grau de turbulència o variabilitat de l'entorn; l'existència d'oportunitats tecnològiques; el nivell d'externalitats (*incoming and outgoing spillovers*); característiques del coneixement d'altres empreses; diversitat cultural; distància geogràfica; i posició en la xarxa de coneixement.

Els factors interns són necessaris però no suficients per a la determinació de la capacitat d'absorció de l'empresa. En conseqüència, cal disposar d'una combinació adequada dels dos conjunts de determinants, els interns i els externs, per tal de que la capacitat d'absorció potencial i la desenvolupada (o efectiva) generin resultats òptims. La primera, la potencial, es la part de la capacitat d'absorció que fa que les empreses siguin receptives a l'adquisició i l'assimilació de coneixement extern. El concepte comprendria la capacitat de valorar i adquirir coneixement de la definició de Cohen i Levinthal (1990), i també les dues primeres dimensions de Camisón i Forés (2007), mentre que les altres dues estan contingudes en la capacitat d'absorció desenvolupada (o efectiva). Aquesta és funció de les capacitats de transformació i explotació de l'organització, i reflecteix la capacitat de les empreses per aprofitar el coneixement absorbit.

Finalment, Zhara i George (2002) proposen la distinció entre la capacitat d'absorció desenvolupada (o efectiva) i la potencial. Defineixen, a partir d'aquests dos conceptes,

el factor d'eficiència o ràtio d'eficiència que es calcula com el quocient entre la capacitat d'absorció desenvolupada i la potencial. Així, el factor d'eficiència és major quan més s'apropi el quocient a la unitat. Aquesta ràtio suggereix que les empreses tenen habilitats diferents per crear valor a partir del seu coneixement de base, a causa del diferent grau de capacitats per transformar i explotar el coneixement. L'existència d'aquesta diferència està en concordança amb altres definicions del constructe, en particular amb totes les vistes fins ara. Així mateix, en termes dels factors limitadors de Lane et al. (2006) ja vistos, la ràtio d'eficiència evita l'errada d'assumir els supòsits tercer (coneixement previ i capacitat d'absorció són equivalents) i quart (l'avantatge competitiu està basat en rendes ricardianes més que no pas en rendes d'eficiència).

Malgrat això, la distinció entre capacitat potencial i capacitat efectiva presenta algunes dificultats. En primer lloc, el constructe capacitat d'absorció fa referència, tal i com diu el seu nom, a una capacitat però no pas a una realització. La mesura d'eficiència que proposen Zhara i George (2002) considera, implícitament, que hi ha un producte a aconseguir que és propi de la capacitat d'absorció de manera que oblida la necessitat d'altres elements del disseny, l'estratègia i l'estructura de l'empresa que poden estar influïent sobre els resultats. Això contradiu Cohen i Levinthal (1990), que consideren que els beneficis de la capacitat d'absorció són indirectes. A més, tal i com s'ha vist el constructe és un mitjà no pas una finalitat.

D'altra banda, Lane et al. (2006) indiquen que aquesta mesura d'eficiència presenta dues febleses. En primer lloc, està esbiaixada cap al curt termini ja que ignora el paper de la capacitat d'absorció com element que ajuda a preparar l'empresa pel futur. I en segon lloc, sembla suggerir que l'assimilació i l'explotació de coneixement extern hauria de guiar el tipus i l'abast del coneixement pel qual cal interessar-se.

Per tant, si bé pot resultar del tot operatiu i entenedor ampliar les tres dimensions de Cohen i Levinthal a les quatre que proposen Zhara i George, no sembla massa adient separar, dins la mateixa definició de capacitat d'absorció, la capacitat potencial de la desenvolupada o efectiva. En aquest sentit, sembla més oportú el model comprensiu de Lane et al. (2006), que és el que implícitament adopten Camisón i Forés, i que separa els resultats de la capacitat d'absorció del constructe pròpiament dit.

4.4. Capacitat d'absorció, innovació i cooperació

La capacitat d'absorció afecta les activitats innovadores, entre les quals hi ha “la recerca bàsica, l'adopció i la difusió d'innovacions i la participació en acords de cooperació en R+D” (Cohen i Levinthal, 1990; p. 149). Concretament, en el marc de la nostra recerca hi ha dos aspectes de la capacitat d'absorció que resulten d'especial interès. Són els relacionats amb la innovació i la cooperació per innovar. Específicament ens interessa el seu paper com a precursora, determinant, o moderadora dels resultats d'aquestes dues activitats empresarials.

En aquests apartat comentem de forma breu algunes aportacions recents sobre la capacitat d'absorció en relació als dos àmbits esmentats. Farem especial èmfasi en aquells articles que, per explicar la capacitat d'absorció, van més enllà de l'existència d'un departament d'R+D o de la intensitat de l'activitat de recerca i desenvolupament, que normalment es mesura en termes pressupostaris.

Innovació

Freel i Harrison (2006, p. 302) conclouen que la innovació és principalment un procés basat en capacitats internes de l'empresa. Per recolzar la seva argumentació es basen en Angel (2002), que troba, entre d'altres, que els recursos interns de l'empresa condicionen la influència dels acords tecnològics en la innovació i els resultats econòmics del negoci. Adverteixen, doncs, que cal evitar caure en l'errada d'oblidar el paper que juguen els recursos interns, ja que fins i tot en aquelles circumstàncies en què el coneixement extern pugui contribuir positivament és necessari disposar de suficients capacitats internes per gestionar-lo i aprofitar-lo. Aquests resultats contradiuen, segons fan notar Freel i Harrison, altres perspectives que suggereixen que l'activitat interna d'R+D i el treball en xarxa són, en tant que inputs del procés innovador, elements substitutius més que no pas complementaris.⁸¹

Aquests resultats tenen a veure amb les diferents dimensions de la capacitat d'absorció i a la seva influència en la innovació. La capacitat d'absorció, de fet, condiciona l'establiment de les estratègies d'innovació de l'empresa (Arbussà i Coenders, 2005). En concret, aquests autors distingeixen entre empreses que innoven

⁸¹ Posen l'exemple de Love i Roper (1999 i 2001) que presenten resultats en aquesta línia.

i les que imiten i centren la seva atenció en la incorporació de tecnologia per innovar. Consideren que la capacitat d'absorció té només dues dimensions en presència de mercats tecnològics: la capacitat de cercar i identificar (*scan*) nova tecnologia en l'entorn exterior, i la capacitat d'integrar aquest coneixement extern en el procés innovador de l'empresa.⁸² El primer tipus d'empresa necessita disposar de capacitat per cercar i identificar la tecnologia en l'entorn, així com també necessita capacitat per integrar-la en els processos innovadors interns de l'empresa. Tanmateix, les empreses que innoven a través de la imitació, només necessitarien la capacitat de cerca i identificació de tecnologia en l'entorn.

En el seu estudi, Vinding (2006) analitza la influència en els resultats innovadors de les empreses de la capacitat d'absorció atorgant un especial paper als elements del capital humà que componen el constructe. Centra el seu interès, doncs, en quatre elements que contribueixen a l'assimilació i l'ús del coneixement extern adquirit: el coneixement general, entès en termes del nivell d'educació formal; el coneixement específic de l'empresa, en termes d'experiència laboral; el sistema organitzatiu de l'empresa, en concret en relació a la gestió de l'aprenentatge i dels recursos humans; i, finalment, el desenvolupament de relacions properes amb agents externs o, el que és el mateix, el desenvolupament d'activitats de cooperació.

D'aquest plantejament destaquen dos aspectes. En primer lloc, l'activitat permanent d'R+D no està considerada en el model; i en segon lloc, es dona una especial preponderància als aspectes relacionats amb el capital humà.

Conclou que els diferents elements que componen la capacitat d'absorció afecten positivament els resultats innovadors, amb algunes diferències sectorial. Per a aquesta anàlisi empírica emprèn informació sobre una mostra d'empreses daneses, industrials i de serveis, amb 10 o més treballadors/es. Les dades, de tall de transversal, van ser recollides l'any 1996 i es van complementar amb dades públiques a nivell d'empresa disponibles a l'anomenada base de dades sobre mercat laboral.

Finalment, Julien et al. (2004) troben que la capacitat d'absorció juga un paper rellevant com a moderador intermedi en la relació entre els lligams febles amb altres agents econòmics i l'obtenció de resultats innovadors. Segons el plantejament d'aquests autors, la capacitat d'absorció contribueix a aprofitar millor els lligams febles

⁸² Les principals aportacions prèvies en què basen aquesta conceptualització són Kamien i Zang (2000), Arora i Gambardella (1994), Cassiman i Veugelers (2000), i Lim (2004).

amb l'exterior i és per aquesta raó que ajuden a l'obtenció de millors resultats innovadors.

Cooperació

Es disposa d'algunes anàlisis que estudien la capacitat d'absorció com a moderadora de la cooperació (Bönte i Keilbach, 2005; Cassiman i Veugelers, 2002; Frenz et al., 2003; Hernán et al., 2003; Laursen i Salter, 2004; Miotti i Sachwald, 2003). La capacitat d'absorció influeix en diferents aspectes del desenvolupament de l'activitat empresarial, i no exclusivament l'activitat innovadora. Segons Hernán et al. (2003), les empreses tenen diferents capacitats d'absorció que, al seu torn, condicionen el desig d'establir acords de cooperació.⁸³ Així, segons Belderbos et al. (2004), el nivell de formació dels treballadors/es de l'empresa influeix positivament la cooperació: aquesta variable posa èmfasi en la necessitat de tenir coneixement tècnic en el si de l'empresa per optimitzar els beneficis de la cooperació. Aquest coneixement, com ja s'ha argumentat, està relacionat amb la capacitat d'absorció.

Per cooperar cal tenir una capacitat suficient per implicar-s'hi (Foss, 1999), ja que "les empreses necessiten recursos per obtenir recursos" (Eisenhardt i Schoonhoven, 1996, p. 137) i concretament, la capacitat administrativa de l'empresa pot condicionar la possibilitat de cooperar. Un cas d'especial rellevància és la cooperació de base científica, ja que "les relacions empresa – universitat poden resultar extraordinàriament difícils de gestionar" (Pavitt, 2005, p. 94). Els costos de transacció poden ser elevats en el cas particular de les universitats i els centres de recerca no universitaris, ateses les diferències respecte dels objectius, comercials, de les empreses.

La capacitat d'absorció, doncs, és un element moderador de la cooperació per innovar. Com ja s'ha argumentat, la capacitat d'absorció s'ha identificat amb l'activitat d'R+D. Aquest enfocament el podem trobar, per exemple, a Bönte i Keilbach (2005) i a Miotti i Sachwald (2003). Els darrers argumenten (p. 1483-4) que la literatura en innovació i transferència tecnològica ha establert que l'accés no és suficient per aprendre de fonts externes d'informació, i citen Cohen i Levinthal (1989) per fer notar que una capacitat d'absorció adequada és un complement necessari per optimitzar l'aprenentatge. Les

⁸³ Els autors estudien el cas particular dels acords de tipus *Research Joint Ventures*, i prenen com a referència Kogut (1991).

capacitats d'absorció, per tant, depenen d'un tipus específic d'inversió, en particular l'existència d'un departament propi d'R+D i de personal suficientment qualificat. D'una banda, la cooperació pot esdevenir necessària perquè els recursos interns són insuficients per acomplir els objectius estratègics de l'empresa. D'altra banda, la presència d'unes capacitats d'absorció adequades incrementa els beneficis que les empreses poden esperar de l'accés a recursos externs. En concret, s'ha observat que aquest segon efecte és més fort en sectors com la biotecnologia (Arora i Gambardella, 1994).

Altres autors empren indicadors alternatius de la capacitat d'absorció de l'empresa. Així, Hernán et al. (2003) fan servir la dimensió de l'empresa com a *proxy* del constructe i troben que influeix positivament en la propensió a cooperar.⁸⁴ Tanmateix, altres aportacions fan servir variables de capital humà com ara el nivell de qualificació, l'experiència de tot el personal de l'empresa o del personal adscrit a les activitats d'R+D.

Una aportació recent en aquest àmbit és la de Muscio (2007), que estudia la influència de la capacitat d'absorció en l'establiment d'acords de cooperació entre petites i mitjanes empreses industrials de la Llombardia (Itàlia). És interessant ressaltar el seu enfocament sobre la capacitat d'absorció ja que parteix de Cohen i Levinthal per argumentar que el departament d'R+D no és pas ni l'única ni la millor mesura de la capacitat d'absorció d'una empresa. Citant Giuliani i Bell (2005), destaca que la capacitat d'absorció s'identifica sovint amb la base de coneixement de l'empresa en termes de recursos humans (destreses i habilitats, capacitació i formació, experiència, etc.). Aquests darrers autors, a més, consideren que quan major sigui la capacitat d'absorció d'una empresa major serà la seva propensió a col·laborar amb agents externs.

L'experiència prèvia del personal de l'empresa forma part de la base de coneixement de l'organització. De tota manera, identificar només aquest aspecte amb la capacitat d'absorció seria incorrecte perquè, tal i com ja s'ha discutit, el constructe té altres dimensions i està compost per altres elements. Per tot plegat, i especialment en el "en el context de les PIME, la capacitat d'absorció pot quedar plasmada tant en l'activitat d'R+D formalitzada com en els elements propis dels recursos humans"

⁸⁴ Val a dir que aquesta aproximació a la capacitat d'absorció és molt limitada. Per exemple, Bönnte i Keilbach (2005) consideren que la capacitat d'absorció és més una funció de l'activitat d'R+D de l'empresa que no pas de la seva mida.

(Muscio, 2007; p. 657). En el cas de les petites empreses, continua l'autor, pot resultar difícil conèixer l'abast de l'activitat en R+D ja que sovint es duu a terme de manera informal. En conseqüència, mentre que l'activitat d'R+D pot ser difícil d'identificar en el cas de les PIME, els elements dels recursos humans relacionats amb la capacitat d'absorció, com ara el nivell educatiu, les destreses o la formació, podrien resultar millors *proxies* del constructe. A les petites empreses, conclou, aquestes elements de capital humà poden estar jugant un paper clau en la determinació de l'habilitat de l'empresa per establir xarxes amb altres organitzacions i accedir a fonts externes de coneixement.

PART II: METODOLOGIA

Aquesta segona part està conformada per dos capítols. En el Capítol 5 s'explica breument la forma d'obtenció de les dades que nodreixen l'aplicació empírica. Es tracta de dues enquestes realitzades de forma pràcticament simultània en el si d'un mateix projecte de recerca. Es descriuen, doncs, els diferents aspectes tècnics del treball de camp.

A l'anàlisi empírica, tal i com es veurà a la Part III, s'han emprat diverses tècniques d'anàlisi multivariant.⁸⁵ Pel que fa a les tècniques bivariants emprarem, principalment, l'anàlisi d'associació entre variables (ANOVA i test Ji-quadrat d'independència, segons la naturalesa de les dades). Entre les multivariants, els models amb variable endògena dicotòmica, en concret la regressió logística; així com mètodes descriptius de reducció i classificació, específicament anàlisi de components principals i anàlisi clúster.

A més, per tal d'obtenir una flexibilitat suficient en la modelització dels fenòmens objecte d'estudi s'ha triat l'ús de models d'equacions estructurals i, en especial, dels models de camins crítics. La majoria de variables disponibles són qualitatives, raó per la qual s'ha optat per estimacions bayesianes basades en simulacions MCMC (*Markov Chain Monte Carlo*). Atesa la seva especial rellevància, pel seu interès i perquè no és pas una tècnica tan àmpliament emprada com ho són totes les anteriors, dedicarem el Capítol 6 a presentar els aspectes bàsics de la modelització bayesiana d'equacions estructurals.

⁸⁵ Veure annex per a un esquema explicatiu d'aquestes tècniques.

5 Obtenció de dades: treball de camp

Les dades primàries emprades en l'aplicació empírica de la present tesi doctoral provenen de dues enquestes realitzades en el si del projecte de recerca "Entorn innovador, micro empreses i desenvolupament local. Una anàlisi de les empreses creades amb el suport de Barcelona Activa" desenvolupat per un equip de recerca de l'Observatori de la Nova Economia i l'Internet Interdisciplinary Institute (IN3) de la Universitat Oberta de Catalunya (UOC). Dirigida pels professors Manuel Castells i Jordi Vilaseca, i coordinada pel professor Josep Lladós, la recerca es va desenvolupar durant 15 mesos entre 2005 i 2006 (Castells i Vilaseca, dirs., 2007).

Barcelona Activa és l'agència de desenvolupament local de la ciutat de Barcelona. Un dels seus principals objectius, que no l'únic, és la promoció i prestació de serveis a l'emprenedoria i a la consolidació d'empreses. En relació al mateix, un dels instruments de què disposa són els espais d'incubació i consolidació. Els vivers, o espais d'incubació, funcionen des de 1986 i per bé que inicialment estaven localitzats a diferents llocs de la ciutat (Sant Andreu, Nou Barris i Glòries), des de 2004 tots els serveis d'incubació estan concentrats al Viver de Glòries. El tipus d'empreses acollides al viver també ha canviat Així, malgrat que la concepció inicial era l'acolliment d'empreses industrials i de sectors auxiliars i complementaris, actualment els criteris d'accés valoren el grau d'innovació de producte (bé o servei) que ofereix l'empresa o la relació amb sectors emergents, entre d'altres. I en concret, el Viver de Glòries es va definir com un "entorn que dota a les empreses allà localitzades d'espais de qualitat, de foment a la generació de xarxes de cooperació, de creació d'ocupació i de competitivitat" (Castells i Vilaseca dirs., 2006; p. 28).

L'espai de consolidació està constituït pel Parc Tecnològic, ubicat a Nou Barris, que entre 1993 i 2003 rebia el nom de Centre d'Empreses Fòrum Nord. Acull, entre d'altres, empreses procedents dels vivers de Barcelona Activa i les acompanya en la seva fase de creixement i expansió. A diferència del Viver, on les empreses tenen un període d'estada màxima i per accedir-hi no poden superar l'any d'antiguitat, els criteris que regeixen l'accés al Parc Tecnològic són diferents. El canvi de nom es correspon amb un canvi d'orientació estratègica, encara que aquest canvi requereix un temps per ser plenament efectiu perquè, entre d'altres motius, la durada del lloguer dels espais supera amb escreix els tres anys d'estada màxima en el Viver de Glòries.

La XarxActiva d'empreses, per la seva part, es va crear l'any 2004 i està vinculada tant als objectius de promoció de l'emprenedoria com als de consolidació empresarial. S'ha convertit en l'instrument principal a través del qual Barcelona Activa potencia la cooperació i l'establiment de relacions entre emprenedors/es. Entre les activitats i instruments de XarxActiva destaca la xarxa d'emprenedors, que té com a objectiu fomentar la cooperació amb emprenedors/es consolidats que ja han finalitzat la seva estada als espais d'incubació i consolidació de Barcelona Activa, i també amb la xarxa d'experts amb que compta la institució. Aquest espai d'intercanvi i transferència de coneixement, i de foment de la cooperació i l'establiment de relacions per desenvolupar noves oportunitats de negoci es va crear gràcies a les idees sorgides en les jornades del Dia de l'Emprenedor.

Finalment, BarcelonaNETactiva, creada l'any 1999, és una plataforma telemàtica de serveis a emprenedors/es que promou les iniciatives emprenedores i potencia la creació d'empreses de qualitat, la cooperació, la innovació i l'aprenentatge continu entre els seus membres. Hostatja la comunitat virtual d'emprenedors/es que duu el mateix nom,⁸⁶ i és també una repositori d'informació i recursos per emprendre. L'entrada a la comunitat virtual BarcelonaNETactiva és immediata per tota persona que assisteixi a la sessió informativa inicial que s'ofereix als potencials emprenedors/es. El nombre d'emprenedors/es enregistrats en aquesta web no ha deixat de créixer des de la seva creació, per bé que sembla que continuen figurant com a membres enregistrats emprenedors/as que, per motius diversos, s'han desvinculat de la institució ja sigui perquè han creat i consolidat la seva empresa, perquè s'han incorporat al mercat laboral com assalariats, perquè després del primer contacte amb Barcelona Activa no van interessar-se pels seus serveis, etc.

La primera enquesta es va adreçar a les empreses que es relacionen amb assiduïtat amb Barcelona Activa; és a dir, que estan vinculades als entorns d'incubació i consolidació de Barcelona Activa o a la XarxActiva d'empreses. D'altra banda, l'univers de la segona està compost pels usuaris i usuàries del portal BarcelonaNETactiva.

Els apartats 5.1 i 5.2 estan dedicats a descriure els aspectes metodològics de les dues enquestes, mentre que els respectius qüestionaris es poden trobar a l'annex A.2. El capítol acaba amb la descripció del procés de fusió de les dues bases de dades

⁸⁶ Les denominacions que rep són diverses: BarcelonaNETactiva, BarcelonaNetactiva, o viver virtual són les més habituals.

obtingudes i la depuració i validació dels registres fins arribar a la matriu de dades amb què finalment s'ha treballat (apartat 5.3).

5.1. Enquesta a les empreses de l'entorn proper de Barcelona Activa

L'univers de la primera enquesta està compost pels emprenedors i emprenedores de l'entorn proper de Barcelona Activa que participen habitualment en les activitats i serveis de suport als seus projectes empresarials. Direm que un emprenedor/a que ha creat una empresa pertany a l'entorn proper de la institució quan es tracti de: (a) emprenedors que estan, o han estat localitzats, en els espais d'incubació (vivers) i consolidació (centre d'empreses) de Barcelona Activa; o (b) emprenedors que, segons les bases de dades de la institució municipal, són membres de la XarxaActiva d'empreses. En tots dos casos, els individus han de mantenir contacte habitual amb la institució.

El treball de camp es va desenvolupar entre juliol de 2005 i gener de 2006. S'obté una mostra de 136 emprenedors/es, que representa un taxa de resposta del 52,4% ja que l'univers està compost per 256 individus.⁸⁷ Per arribar al llistat final que determina l'univers objecte d'estudi s'ha dut a terme un procés de depuració de les bases de dades originalment proporcionades per Barcelona Activa, eliminant registres duplicats i aquells corresponents a individus que apareixien en els llistats inicials amb qui no ha estat possible comunicar-se mitjançant de les dades de contacte disponibles. En alguns dels casos descartats s'ha comprovat el cessament de les activitats empresarials que constaven en els esmentats registres. La depuració es va fer en dues fases, una prèvia al llançament de l'enquesta i una altra mentre es desenvolupava el treball de camp, atesos els problemes apareguts amb determinades adreces de correu electrònic, donant lloc finalment a un univers de 256 individus.

Per la pròpia definició de la població objecte d'estudi, segons la qual els individus han de mantenir un contacte habitual amb la institució, era necessari dur a terme un procés acurat de depuració. En aquest sentit, es justifica l'exclusió d'un individu del llistat original si, a través de la informació continguda en les bases de dades de la institució,

⁸⁷ Si es complís la hipòtesi d'aleatorietat en la selecció dels individus enquestats, la precisió aconseguida seria del +/- 4,87% per a una situació de màxima indeterminació ($p=q=0,5$) i un nivell de confiança del 95%.

no és possible posar-se en contacte amb ell o ella. S'entén, llavors, que s'ha perdut el contacte habitual amb aquesta persona i, per tant, podem considerar ja no forma part de l'univers objecte d'estudi.

Finalment, es considera que l'ús del correu electrònic per accedir als individus de l'univers és una via adequada de contacte ja que es tracta d'un dels mitjans habitualment emprats per a les comunicacions entre els mateixos i Barcelona Activa, independentment de qui sigui l'agent que origina el missatge.

El qüestionari s'ha fet arribar a les adreces electròniques de tots els individus de l'univers mitjançant l'eina d'enquestes Survey Manager de Netquest. Es podia respondre una única vegada, ja fos en català o en castellà. Amb anterioritat, es va fer arribar un correu electrònic de caire institucional per tal de presentar l'estudi i convidar a la participació en l'enquesta. L'eina està dissenyada per treballar a través de la web, hostatjant la informació en els servidors de Netquest, de manera que tant la recollida de dades com la descàrrega de les mateixes es fa en un procés *on line*. L'enquesta incorpora controls de consistència sobre les dades aportades pels individus enquestats. Es va optar per definir preguntes de resposta voluntària en pràcticament tots els casos, i només eren obligatòries quan exercien de filtre per a l'aparició posterior d'altres preguntes.

Es tracta d'una enquesta autoadministrada pels propis responents. Durant tot el període del treball de camp es van dur a terme diversos recordatoris convidant a respondre. Així mateix, es va posar a disposició dels emprenedors/es una versió en paper del qüestionari. Els qüestionaris recollits en paper, un total de 40, es van introduir a la base de dades reproduint el procés de recollida *on line* de l'eina d'enquestes.

5.2. Enquesta als participants de BarcelonaNETactiva

L'univers està compost pels membres del portal BarcelonaNETactiva; és a dir, persones inscrites com a usuàries del portal i que mantenen la vinculació amb el mateix a través d'una adreça de correu electrònic vàlida.

El treball de camp es va desenvolupar entre desembre de 2005 i abril de 2006. Segons els registres de Barcelona Activa, i una vegada feta una depuració parcial de la base de dades, la mida de la població ascendeix a 11.679 individus.⁸⁸ La mida mostra, 589 individus, fa que la taxa de resposta sigui del 5,0%.⁸⁹

Per estudiar apropiadament l'univers, es van determinar tres perfils d'individus de manera que cadascun responia a un conjunt de preguntes diferenciat. El pes de cada perfil en la mostra és el següent: un 27,8% correspon a emprenedors/es que tenen una empresa en marxa (164 individus); un 32,3% a emprenedors/es amb pla d'empresa (190 individus); mentre que un 39,9% s'auto classifica en la categoria "cap de les anteriors" (235 individus), és a dir persones que s'han apropiat a Barcelona Activa cercant informació per emprendre però no han engegat cap activitat adreçada a crear una empresa. Pels interessos de la present recerca, la nostra atenció se centra en els emprenedors/es que tenen una empresa en marxa de manera que a l'anàlisi empírica es faran servir les 164 observacions del primer col·lectiu.

El qüestionari es va fer arribar a les adreces electròniques de tots els individus de l'univers objecte d'estudi, en aquests cas persones donades d'alta als registres de BarcelonaNETactiva. Com en el cas anterior es va fer servir l'eina d'enquestes Survey Manager de Netquest, que només permetia respondre una vegada a cada destinatari ja fos en català o en castellà. Tal i com ja s'ha explicat, es tracta d'una enquesta autoadministrada pels propis responents. Per evitar incrementar les taxes d'abandonament, les preguntes eren de resposta voluntària en pràcticament tots els casos. L'única excepció està en les preguntes filtre que, en funció de la resposta rebuda, condicionaven l'itinerari de qüestions a respondre.

Per incentivar la resposta, amb el primer enviament del qüestionari es va fer arribar un comunicat de caire institucional presentant l'estudi i convidant a la participació en l'enquesta. Així mateix, es van enviar dos recordatoris. Finalment, es considera que l'ús del correu electrònic per accedir als individus és una via adequada, ja que si no es disposa d'una adreça de correu electrònic no és possible donar-se d'alta al portal, de manera que el correu electrònic és l'eina principal de comunicació amb els usuaris.

⁸⁸ Aquesta seria la grandària màxima de la població objecte d'estudi. Del llistat que compona el marc mostral s'exclouen aquells individus amb qui no es possible posar-se en contacte a partir de la informació que consta als registres de Barcelona Activa.

⁸⁹ Si es complís la hipòtesi d'aleatorietat en la selecció dels individus enquestats, la precisió aconseguida seria del +/- 3,31% per a una situació de màxima indeterminació ($p=q=0,5$) i un nivell de confiança del 95%.

5.3. Obtenció de la matriu de dades definitiva

Tal i com s'ha dit, les matrius de dades obtingudes de les dues enquestes tenen, respectivament, 136 i 164 observacions. Inicialment, doncs, es disposa d'un total de 300 observacions. Després de fusionar-les s'ha fet una anàlisi prèvia per validar les observacions disponibles i depurar la informació mancanta o la inconsistent.

En primer lloc, i després d'una anàlisi descriptiva inicial per detectar i corregir errors tipogràfics o mecànics en les variables de camp obertes numèriques, s'ha dut a terme un procés de validació de la informació declarada a l'enquesta i una cerca de valors perduts mitjançant fonts d'informació complementària d'un total de quatre variables que són: pel que fa a les característiques dels individus, sexe (5 casos) i lloc de procedència (1 cas); i pel que fa a les característiques de l'empresa, any de creació (4 casos), nombre de treballadors/es (4 casos), nombre de socis/sòcies (7 casos) i sector d'activitat (6 casos).⁹⁰ Les tasques s'han centrat principalment en els registres procedents de l'enquesta als membres de BarcelonaNETactiva, ja que aquesta part de l'enquesta no havia estat explotada amb anterioritat.

Les fonts emprades en aquest procés han estat les bases de dades de Barcelona Activa, i la informació disponible al registre mercantil consultada a través de la base de dades SABI.⁹¹ D'altra banda, també s'ha emprat la informació disponible a Internet per tal de completar la informació mancanta i per comprovar, a grans trets, la plausibilitat de la informació recollida als qüestionaris.⁹²

En segon lloc, i un cop esgotada la via anterior, s'ha procedit a eliminar aquells casos corresponents als individus que han deixat en blanc més d'un 25% de les preguntes rellevants per al nostre estudi. Són 14 qüestionaris. El temps dedicat per respondre aquests qüestionaris (8:19 minuts de mitjana) és significativament inferior al de la mitjana de la mostra (20:37 minuts). Finalment, s'ha eliminat un cas que, segons les cerques realitzades a Internet, corresponia a una associació empresarial però no a una

⁹⁰ Algunes de les variables no s'empenen en la nostra anàlisi empírica per bé que són descriptius clau en la recerca per a la qual es va dissenyar originalment l'enquesta.

⁹¹ Base de dades SABI (Sistema de Anàlisi de Balances Ibèriques) produïda pel Bureau van Dijk Electronic Publishing (BvDEP), recull informació pública general i comptes anuals de més de 640.000 empreses espanyoles.

⁹² Es van revisar un 25% de registres triats a l'atzar, així com aquells qüestionaris que presentaven alguna particularitat destacable.

empresa. Una vegada eliminats aquests casos, la matriu de dades conté 285 observacions. Aquest constitueix el nombre definitiu d'observacions amb què es durà a terme l'anàlisi empírica.

D'altra banda, la classificació sectorial original del qüestionari s'ha adaptat a la de Castells i Vilaseca (dirs, 2007) per homogeneïtzació amb els criteris allà emprats de manera que es consideraran els següents set sectors d'activitat: sector TIC, Serveis empresarials, Producció industrial, Serveis personals i activitats socials, Distribució comercial, Altres serveis i Construcció. L'activitat sectorial originalment recollida es va reclassificar i, en cas de dubte, es van consultar les fonts complementàries ja vistes. Ateses les característiques de la mostra, i la manca d'observacions en alguna categoria concreta, aquesta és la classificació sectorial més operativa.⁹³

Una variable d'especial interès per als nostre models és la que hem anomenat productivitat aparent del treball. El qüestionari de l'enquesta permet calcular la variable (v.Prod_PT) a partir de la divisió del volum de facturació (v.59) entre el nombre total de treballadors/es (v.56_suma).⁹⁴ Aquesta no és pas la millor definició possible d'una mesura de productivitat però la manca d'altres dades de qualitat no han permès disposar de variables més precises. A causa de l'elevat nombre de valors perduts (28%), la dispersió relativa (coeficient de variació del 120%) i altres característiques de la distribució, com ara la marcada asimetria positiva, és necessari recolzar-se en informació externa a la mostra per validar l'ús d'aquesta variable en els models analítics. L'anàlisi es fa restringint les observacions a aquelles empreses que fa més d'un any que han iniciat la seva activitat.

Gràcies a la informació procedent del registre mercantil disponible a SABI s'ha pogut validar el comportament de la variable a partir de les 77 observacions d'aquesta font que també estan disponibles a la matriu de dades. Existeixen suficients similituds estadístiques, en termes dels moments de la distribució, com per considerar vàlid l'ús d'aquesta variable en la mostra.⁹⁵ En conseqüència, es va optar per completar parcialment els valors perduts d'aquesta variable amb valors procedents de SABI de

⁹³ Atesa la manca d'empreses del sector Construcció, a la part empírica només es fa referència a 6 sectors.

⁹⁴ Aquesta variable conté el nombre de treballadors/es, o l'equivalent a temps complet. A causa de la dimensió de les empreses de la mostra, per evitar problemes en el càlcul de les ratios es considera que tota empresa té com a mínim un treballador/a (la persona emprenedora).

⁹⁵ La variable productivitat aparent de l'enquesta (v.Prod_PT) i la de SABI (SABI_PT1) presenten un grau d'associació lineal del 90% (significació a l'1%). En una prova de diferència de mitjanes per a variables aparellades, no es rebutja la hipòtesi nul·la de què totes dues són iguals (significació 1%).

manera que s'imputen un total de 14 valors nous. La nova variable rep el nom de v.Prod_PT02 i el percentatge d'observacions perdudes s'ha reduït a un 22%.⁹⁶ Aquesta imputació és molt més convenient que una estimació de valors perduts tipus EM (*Expectation-Maximization*) atès que no es pot considerar que els valors mancants responguin a una pauta aleatòria (*missing at random*).⁹⁷ Per a una discussió més detallada, veure l'annex (apartat A. 2.3).

Altres variables relacionades amb el rendiment empresarial han estat descartades per problemes de completitud. Es tracta de la intensitat del capital físic (calculat com el quocient entre l'actiu material i el nombre de treballadors/es), la intensitat del capital intangible (actiu immaterial dividit per nombre de treballadors/es), la rotació d'actius immaterials (facturació dividit per actiu immaterial), i la rotació d'actius materials (quocient entre facturació i actiu material).

Un cop depurada la matriu de dades i completats alguns registres, hem obtingut una base de dades original que és la primera vegada que s'explota. Les dades, procedents de dues enquestes diferenciades, han estat recollides seguint una mateixa pauta metodològica i sota un mateix marc analític, fet que garanteix la comparabilitat de les dades recollides.

⁹⁶ En fer la imputació es manté la dispersió del 120% i l'asimetria de la variable original.

⁹⁷ Little i Rubin (1987).

6 Aproximació bayesiana a l'estimació de models d'equacions estructurals

Els models d'equacions estructurals són models de regressió amb variables observades i variables latents (Lee, 2007). Aquests models es poden entendre des de diferents punts de vista. D'una banda, són regressions amb assumpcions menys restrictives que les habituals, que permeten mesurar l'error tant a les variables explicatives com a les explicades. D'una altra, consisteixen en anàlisis factorials que permeten la presència d'efectes directes i indirectes entre factors. Admeten la inclusió de múltiples indicadors i variables latents. En resum, aquests models abasten i amplien les regressions, l'econometria i els procediments d'anàlisi factorial (Bollen, 1989).^{98, 99}

Les denominacions que reben són diverses: models d'equacions simultànies, models causals, models de camins crítics, anàlisi de l'estructura de la covariància (CSA), anàlisi factorial confirmatòria, models de variables latents, etc. Bollen (1989), Lee (2007) i altres autors enfoquen l'estudi d'aquesta matèria a partir del sistema general d'equacions estructurals, també conegut sota el nom de model LISREL o models estàndard d'equacions estructurals.¹⁰⁰ Les altres denominacions es poden considerar variacions del model general, però no són pas models diferenciats i únics sinó, casos particulars del model general.

L'especificació consta de dues parts, un model estructural i un model de mesura. O, en terminologia de Bollen (1989), un model de variable latent i un model de mesura. Segons l'autor amb aquesta terminologia s'evita l'errada d'identificar la part latent com l'única part veritablement estructural del model. Tenint en compte aquesta advertència, al llarg d'aquest text farem servir indistintament les dues denominacions.

En primer lloc, el model de variable latent, o model estructural, és una regressió que té com a objectiu explicar el comportament de les variables endògenes latents a partir

⁹⁸ En aquest capítol seguim principalment Lee (2007) i Bollen (1989). Kline (2005) dóna, així mateix, una bona visió de la metodologia d'equacions estructurals. Finalment, alguns llibres introductoris sobre el tema i que també farem servir al llarg d'aquestes pàgines són: Loehlin (2004), Schumacker i Lomax (2004).

⁹⁹ Per a la traducció al català d'alguns termes emprats en aquest capítol s'ha fet servir el diccionari *ISI glossary of statistical terms*, ISI - International Statistical Institute, (<http://isi.cbs.nl/glossary/index.htm>), data de consulta: octubre, 2008).

¹⁰⁰ El terme "model LISREL" es fa servir per la popularitat que va adquirir el paquet estadístic **L**inear **S**tructural **R**ELationship creat per Jöreskog i Sörbom (1986).

dels termes lineals d'un conjunt de variables latents endògenes i exògenes. En aquest model totes les variables són no observables. En segon lloc hi ha el model d'anàlisi factorial confirmatòria, on es relacionen les variables latents (no observables) amb les variables manifestes (observables). En l'estimació es prenen en consideració els errors de mesura, raó per la qual aquesta component del model també rep el nom d'equació de mesura. Es pot interpretar, segons Lee (2007), com un model de regressió on les variables observades s'estimen a partir d'un conjunt petit de variables latents, de manera que les primeres són les variables a explicar i les segones són les explicatives.

Aquesta metodologia dóna resposta a la necessitat de tractar amb variables latents que no es poden mesurar directament mitjançant una única variable observable. En la pràctica, les característiques de les variables latents es poden mesurar mitjançant una combinació lineal de variables manifestes. Així mateix, en moltes recerques resulta necessari establir un model apropiat per avaluar un seguit d'hipòtesis simultànies sobre l'impacte de les variables (latents i/o observades) sobre altres variables tenint en compte, a més, els errors de mesura. Els models d'equacions estructurals es constitueixen com el mètode estadístic més adient per assolir aquests objectius.

Les variables latents o no observables són aleatòries i, per tant, no es poden analitzar directament amb tècniques de regressió ordinàries basades en la matriu de dades original. En el seu lloc es fa servir la matriu de variàncies. Malgrat això, a nivell conceptual els models d'equacions estructurals es formulen com un tipus de model de regressió habitual de manera que resulten fàcils d'aplicar en la pràctica.

Habitualment, en els models d'equacions estructurals la matriu de covariàncies del vector aleatori observable y conté tots els paràmetres desconeguts del model. En conseqüència, els mètodes d'estimació estàndard treballen amb la matriu de covariàncies mostrals S i no pas amb els vectors d'observacions individuals y_i , o matriu de dades completes.

Llavors, si $\Sigma(\theta)$ és la matriu funció del vector de covariàncies amb paràmetres poblacionals desconeguts θ , l'estimació de θ es pot fer mitjançant la minimització, o maximització, d'algunes funcions objectiu que mesuren la discrepància entre S i $\Sigma(\theta)$; per exemple, mitjançant màxima versemblança (MV) o per mínims quadrats

generalitzats (MQG). En qualsevol cas, la metodologia implica, així mateix, l'obtenció d'estadístics asimptòtics de bondat de l'ajust per avaluar si $\sum(\theta)$ s'ajusta a S .

La denominació anàlisi de l'estructura de la covariància (CSA, per les seves sigles en anglès) prové del fet que aquest enfocament està basat en l'anàlisi de la matriu de covariàncies poblacionals i la matriu de covariàncies mostrals. Però l'aproximació de l'anàlisi de l'estructura de la covariància depèn fortament de la normalitat asimptòtica de S , tant a l'hora de definir la funció objectiu com a l'hora de derivar-ne les propietats asimptòtiques per a les inferències estadístiques.

Quan la distribució del vector aleatori observable y_i segueix una distribució normal multivariant i la mida mostral és raonablement gran, la distribució asimptòtica de S s'aproxima de forma acurada a la distribució multivariant poblacional. Tanmateix, en situacions una mica més complexes l'anàlisi de l'estructura de la variància a partir de S no resulta efectiva i podria trobar problemes teòrics i de càlcul. Un cas concret el trobem quan els models contenen variables dicotòmiques.

Segons Lee (2007), els softwares disponibles estan majoritàriament basats en aquest enfocament i en la hipòtesi de normalitat (LISREL, EQS6, etc.), de manera que no poden analitzar de forma efectiva i eficient els models més complexos i/o les estructures de dades sofisticades. Val a dir, però, que s'està observant una evolució en les eines estadístiques disponibles de manera que les versions més recents d'alguns softwares, com ara Amos (Arbuckle, 2006), ja incorporen tècniques que permeten superar aquesta limitació.

Tot i que l'aproximació de l'anàlisi de l'estructura de la covariància basada en la matriu de covariàncies mostrals funciona bé per als models d'equacions estructurals sota la hipòtesi de normalitat, aquesta aproximació no es pot aplicar a models més complexos o a estructures de dades habituals en una gran part de les recerques. Cal, doncs, desenvolupar mètodes estadístics més efectius basats en les observacions individuals en comptes de fer servir la matriu de covariàncies mostrals.

L'aproximació bayesiana als models d'equacions estructurals treballa a partir de la matriu d'observacions original. Els avantatges d'aquesta forma de treballar són tres. En primer lloc, els mètodes estadístics desenvolupats estan basats en les propietats dels moments de primer ordre de les observacions individuals, que són més senzills de

tractar que els moments de segon ordre de les matrius de covariàncies mostrals. El mètode, en conseqüència, resulta més fàcil d'aplicar a situacions o models complexes.

En segon lloc, aquesta formulació implica l'estimació directa de les variables latents. Això és més convenient que els mètodes clàssics que obtenen els estimadors de les puntuacions dels factors. Finalment, com que modelitza directament la relació de les variables observables amb les variables latents a través de les equacions de regressió habituals, proporciona una interpretació més directa de les relacions i pot emprar tècniques de regressió comunes, com ara l'anàlisi d'observacions atípiques i l'anàlisi de residus.

L'aproximació bayesiana permet l'ús d'una distribució a priori que es completa amb tota la informació mostral disponible. A partir d'aquí es treballa sobre la distribució a posteriori de la població, de manera que es poden obtenir resultats més acurats. Entre d'altres, proporciona estadístics com la mitjana o els percentils de la distribució a posteriori dels paràmetres desconeguts. I clarament, els resultats són més fiables quan les mostres són petites.¹⁰¹

Els models d'equacions estructurals, però, no sempre disposen d'una matriu de dades completa. L'especificació de models amb variables latents o la presència de valors perduts impedirien l'aplicació de l'enfocament bayesià. Les tècniques d'augmentació de dades (Tanner i Wong, 1987) serveixen per garantir que l'anàlisi bayesiana es farà amb el conjunt de dades complet. Algunes d'aquestes eines són els mètodes de simulació MCMC (Cadenes de Markov Monte Carlo). La idea clau en les tècniques d'augmentació de dades és que gràcies a la seva aplicació s'incrementa el nombre de dades observades amb les quantitats latents, que poden ser tant les pròpies variables latents o valors no observats (valors perduts o mesures contínues no observables subjacents a les variables dicotòmiques o categòriques ordenades).

Tot i els avantatges d'aquesta metodologia, la disponibilitat d'instruments empírics per aplicar-la no és pas massa gran. A criteri de Lee (2007), aquesta és una limitació per a la difusió de les tècniques bayesianes MCMC. L'altra, però, és que els investigadors/es no coneixen bé els avenços existents en aquest àmbit de manera que encara és majoritari l'ús dels models estructurals en la seva versió estàndard.

¹⁰¹ Lee (2007) basa aquesta afirmació en Dunson (2000), Lee i Song (2004), i Scheines et al. (1999).

Amb l'objectiu de fer una breu introducció a l'estimació de models d'equacions estructurals amb procediments bayesians MCMC, el capítol es desenvolupa com segueix. A l'apartat 6.1 establim la notació, els conceptes bàsics dels models d'equacions estructurals i alguns casos particulars d'aquesta família de models. Tal i com es veurà, en aquesta tècnica s'empren indistintament la notació analítica i la representació gràfica. A l'apartat 6.2 introduïm alguns elements bàsics de l'estadística bayesiana. L'apartat 6.3 està dedicat als fonaments bàsics de les cadenes de Markov, mentre que a l'apartat 6.4 introduïm les metodologies de simulació MCMC (*Markov Chain Monte Carlo*). Un cop vistos aquests elements, es presenten els fonaments bàsics de l'estimació bayesiana en els models d'equacions estructurals (apartat 6.5) així com les principals eines per validar els models (apartat 6.6).

6.1. Notació, representació gràfica i conceptes bàsics

En aquesta secció seguim Bollen (1989), adaptant elements concrets de la seva notació a la que emprarem en l'aplicació empírica i que està basada en la del software estadístic utilitzat (Amos 7.0 d'SPSS).

6.1.1 Notació

En la seva versió més general, els models d'equacions estructurals contenen variables aleatòries, paràmetres estructurals i, de vegades, també poden contenir variables no aleatòries. Hi ha tres tipus de variables aleatòries: les variables latents, no observables, o no mesurades; les variables observables o variables manifestes; i les perturbacions o termes d'error. Les variables no aleatòries són variables explicatives el valor de les quals roman constant per a diferents mostres aleatòries repetides; s'anomenen també variables fixes o no estocàstiques i són menys habituals que les explicatives aleatòries.

La vinculació existent entre variables queda recollida en els paràmetres estructurals, que són constants invariants que proporcionen informació sobre la relació causal entre variables. Els paràmetres estructurals poden recollir la relació causal entre variables observables, entre variables no observables, i entre tots dos tipus de variables.

Com ja hem dit anteriorment, el sistema d'equacions estructurals té dos subsistemes principals: el model de variables latents o model estructural; i el model de mesura, o model d'anàlisi factorial confirmatòria. A continuació desenvolupem la notació i les característiques principals dels dos subsistemes.

Model de variable latent

Les variables aleatòries latents representen conceptes unidimensionals en la seva forma més pura. Les variables observades o els indicadors de les variables latents contenen errors de mesura aleatoris o sistemàtics, però tota variable latent n'està lliure. El grau d'abstracció d'una variable latent pot variar ja que es tracta d'una variable hipotètica, un concepte. Aquest aspecte, rellevant a nivell conceptual, no ho és pas a nivell metodològic perquè el que importa és que la variable no es pot mesurar directament.

El model de variable latent expressa les relacions entre les variables latents presents al model d'equacions estructurals. La Taula 6.1 recull les definicions rellevants per al model de variable latent, mentre que l'Equació 6.1 correspon a la notació compacta general.

Taula 6.1. Notació per al model de variable latent.

Símbol	Dimensió	Definició
Variables		
η	$m \times 1$	Variables latents endògenes
ξ	$n \times 1$	Variables latents exògenes
ζ	$m \times 1$	Terme d'error (errors latents de les equacions)
Coefficients		
B	$m \times m$	Matriu de coeficients de les variables latents endògenes
Γ	$m \times n$	Matriu de coeficients de les variables exògenes
Matrius de covariància		
Φ	$n \times n$	Matriu de covariàncies de ξ , $E(\xi\xi')$
Ψ	$m \times m$	Matriu de covariàncies de ζ , $E(\zeta\zeta')$

Font: Adaptat de Bollen (1989, p. 14)

Equació estructural per al model de variable latent:

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta$$

Equació 6.1

Assumpcions:

$$E(\eta) = 0; E(\xi) = 0; E(\zeta) = 0;$$

ζ està incorrelacionat amb ξ ; i $(I - B)$ és no singular.

Al llarg d'aquestes pàgines fem servir una adaptació de l'exemple que posa Bollen per il·lustrar la notació. El model té dues variables latents endògenes i una variable exògena que es relacionen de la següent manera:

$$\eta_1 = \gamma_{11}\xi_1 + \zeta_1 \quad \text{Equació 6.2}$$

$$\eta_2 = \beta_{21}\eta_1 + \gamma_{21}\xi_1 + \zeta_2 \quad \text{Equació 6.3}$$

Com és habitual, una variable és exògena o endògena en funció del model. Les variables endògenes tenen determinants, variables precursors, en el propi model; les variables exògenes no. Les equacions són lineals en les variables i lineals en els paràmetres, per bé que aquesta condició es pot relaxar. D'altra banda, no tenen terme independent perquè les variables estan en desviacions, cosa que simplifica la manipulació algebraica i no afecta els resultats generals de l'anàlisi.

Les expressions Equació 6.2 i Equació 6.3 es poden escriure de forma matricial com segueix:

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} \\ \gamma_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \end{bmatrix}$$

Per tant, amb $m = 2$ variables endògenes i $n = 1$ variable exògena, les matrius de la Taula 6.1 són

$$B = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix}, \eta = \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix}, \Gamma = \begin{bmatrix} \gamma_{11} \\ \gamma_{21} \end{bmatrix}, \xi = \begin{bmatrix} \xi_1 \end{bmatrix}, \zeta = \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \end{bmatrix}$$

La diagonal principal de B és zero. Això fa que es cancel·lin les η_i de la part dreta de l'equació i -èssima quan aquesta és també la variable endògena. Amb això assumim que la variable no és pas una causa immediata i instantània d'ella mateixa. Un valor zero en qualsevol altre element de B també indica l'absència d'efecte directe d'una variable latent endògena sobre una altra latent endògena. Com que la variable latent exògena afecta totes dues endògenes, a la matriu Γ de l'exemple no hi ha cap zero.

El model té, així mateix, dues matrius de covariàncies. Φ és la matriu de covariàncies de les endògenes del model. Com que només hi ha una exògena, la matriu és un

escalar igual a la variància de ξ_1 . D'altra banda, Ψ és la matriu de covariàncies dels termes d'error de les dues equacions del model de variable latent. Té, per tant, dimensió 2 x 2. A la diagonal hi ha les variàncies corresponents a la part de η_i que no queda explicada per les variables explicatives de l'equació i-èssima. En aquest exemple s'assumeix que els elements de fora de la diagonal són zero.¹⁰²

$$\Phi = [\phi_{11}], \Psi = \begin{bmatrix} \phi_{11} & 0 \\ 0 & \phi_{22} \end{bmatrix}$$

A més, hi ha la matriu de covariàncies de η , que és funció de B , Γ , Φ i Ψ , i que no té un símbol especial, raó per la qual no se sol explicitar.

Model de mesura

El model de mesura recull les relacions de cada variable latent amb les variables observades o variables indicador. La Taula 6.2 recull la notació nova rellevant per a aquest subsistema del model general d'equacions estructurals, mentre que el model s'explicita a l'Equació 6.4.

Taula 6.2. Notació per al model de mesura

Símbol	Dimensió	Definició
Variables		
y	$p \times 1$	Indicadors observats de η
x	$q \times 1$	Indicadors observats de ξ
ε	$p \times 1$	Errors de mesura de y
δ	$q \times 1$	Errors de mesura de x
Coefficients		
Λ_y	$p \times m$	Coefficients que relacionen y amb η
Λ_x	$q \times n$	Coefficients que relacionen x amb ξ
Matrius de covariància		
Θ_ε	$p \times p$	Matriu de covariàncies de ε , $E(\varepsilon\varepsilon')$
Θ_δ	$q \times q$	Matriu de covariàncies de δ , $E(\delta\delta')$

Font: Adaptat de Bollen (1989, p. 20)

Equacions estructurals per al model de mesura

$$\begin{aligned} x &= \Lambda_x \xi + \delta \\ y &= \Lambda_y \eta + \varepsilon \end{aligned}$$

Equació 6.4

Assumpcions:

¹⁰² Tot i que podrien no ser-ho.

$$E(\eta) = 0; E(\xi) = 0; E(\varepsilon) = 0; E(\delta) = 0$$

ε està incorrelacionat amb η , ξ i δ

δ està incorrelacionat amb ξ , η i ε .

Tal i com es mostra a continuació, cada endògena té els seus indicadors o variables observades. Continuant amb el mateix exemple, la variable latent exògena té tres indicadors, mentre que les dues latents endògenes disposen, respectivament, de quatre indicadors cadascuna.

Això és,

$$\begin{aligned} x_1 &= \lambda_1 \xi_1 + \delta_1 \\ x_2 &= \lambda_2 \xi_1 + \delta_2 \\ x_3 &= \lambda_3 \xi_1 + \delta_3 \end{aligned} \quad \text{Equació 6.5}$$

$$\begin{aligned} y_1 &= \lambda_4 \eta_1 + \varepsilon_1 & y_5 &= \lambda_8 \eta_2 + \varepsilon_5 \\ y_2 &= \lambda_5 \eta_1 + \varepsilon_2 & y_6 &= \lambda_9 \eta_2 + \varepsilon_6 \\ y_3 &= \lambda_6 \eta_1 + \varepsilon_3 & y_7 &= \lambda_{10} \eta_2 + \varepsilon_7 \\ y_4 &= \lambda_7 \eta_1 + \varepsilon_4 & y_8 &= \lambda_{11} \eta_2 + \varepsilon_8 \end{aligned} \quad \text{Equació 6.6}$$

Com en el model de variable latent, les variables en el model de mesura estan en desviacions. Cada variable latent és explicativa de les corresponents variables observades (o variables de mesura). Els coeficients λ són la magnitud del canvi esperat en la variable observada per cada unitat de canvi en la variable latent, i són els corresponents coeficients de les regressions. Les variables latents no tenen unitats de mesura, per tal de donar-los una i poder fer les estimacions posteriors, s'estableix arbitràriament que prenguin les unitats de mesura d'una de les variables indicador.¹⁰³

Finalment, δ_i i ε_i són els errors de mesura de les variables observades x_i i y_i . Són les pertorbacions presents en la relació entre les variables indicador i les latents. S'assumeix que el seu valor esperat és zero, que estan incorrelacionats amb totes les latents del model i incorrelacionats entre ells. L'Equació 6.4 és la forma compacta

¹⁰³ A nivell operatiu això s'aconsegueix imposant que un indicador qualsevol de la variable latent tingui influència igual a la unitat. L'estandardització s'aconsegueix establint per convenció que la variància de tota latent és igual a la unitat. Aquesta serà la forma de procedir en l'aplicació empírica. En els exemples d'aquest capítol, però, es farà servir notació simplificada de manera que no s'explicitarà si algun dels coeficients de les regressions estan fixats a la unitat.

d'escriptura de l'Equació 6.5 i l'Equació 6.6, i té el seu equivalent en les següents matrius:

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}, \Lambda_x = \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \lambda_3 \end{bmatrix}, \xi = [\xi_1], \delta = \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \end{bmatrix}$$

$$y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \\ y_7 \\ y_8 \end{bmatrix}, \Lambda_y = \begin{bmatrix} \lambda_4 & 0 \\ \lambda_5 & 0 \\ \lambda_6 & 0 \\ \lambda_7 & 0 \\ 0 & \lambda_8 \\ 0 & \lambda_9 \\ 0 & \lambda_{10} \\ 0 & \lambda_{11} \end{bmatrix}, \eta = \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix}, \varepsilon = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \\ \varepsilon_4 \\ \varepsilon_5 \\ \varepsilon_6 \\ \varepsilon_7 \\ \varepsilon_8 \end{bmatrix}$$

Les matrius Θ_δ i Θ_ε són matrius de covariàncies dels errors de mesura. Les diagonals principals contenen les variàncies dels errors associats amb els corresponents indicadors. Si assumim que els errors de mesura dels indicadors x estan incorrelacionats, llavors la matriu Θ_δ , de dimensions 3 x 3, és una matriu diagonal. Però també pot passar que no tots els termes de pertorbació estiguin incorrelacionats, que és el que succeeix en aquest exemple amb les variables observables. Així, com que provenen de la mateixa font de dades, els errors de les variables y_2 i y_4 estan correlacionats. En conseqüència, la matriu Θ_ε , de dimensions 8 x 8, té gran part de valors nuls excepte la diagonal principal, que conté les variàncies dels errors, i la posició (2, 4) que conté la covariància entre ε_2 i ε_4 .¹⁰⁴

Hem vist, doncs, les característiques que defineixen els models d'equacions estructurals amb variables latents. Aquestes característiques els distingeixen de l'aproximació estàndard de les regressions, de manera que els models són més realistes gràcies a la possibilitat d'introduir l'existència d'errors de mesura en les variables observades. Permeten l'existència d'errors de mesura aleatoris a través de δ i ε , i les diferències sistemàtiques en l'endògena s'introdueixen amb els paràmetres λ . L'errada en la mesura d'una variable pot correlar amb l'error de mesura d'una altra variable. Diversos indicadors poden mesurar una única variable no observable. Així

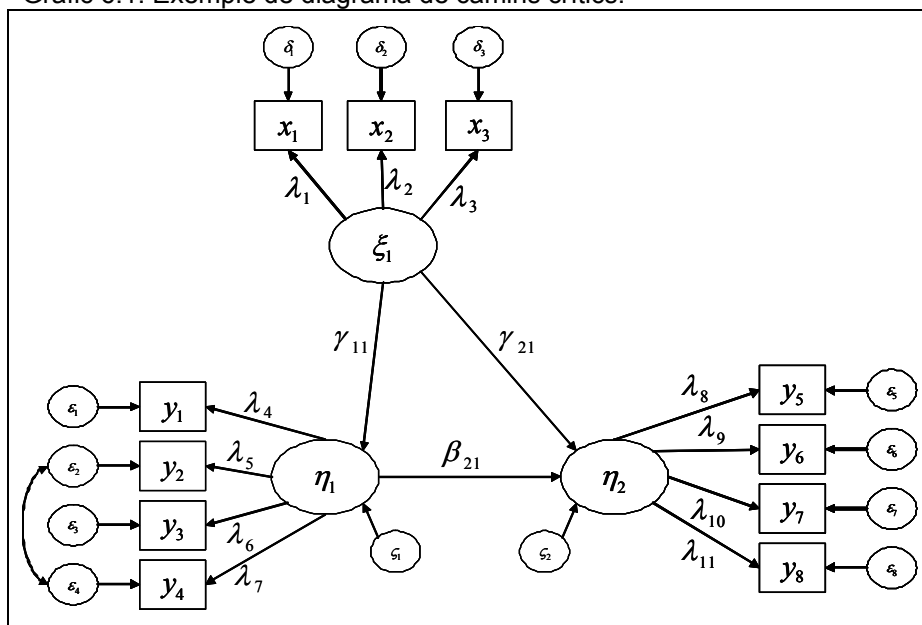
¹⁰⁴ Atès que és una matriu de covariàncies, simètrica per definició, la posició (4,2) presentarà el mateix valor no nul.

mateix, es poden analitzar les relacions entre les variables latents i els errors de mesura. Totes aquestes característiques permeten enriquir les especificacions dels models, fent-los més propers a l'objecte d'estudi.

6.1.2 Representació gràfica: els diagrames de camins crítics

Tot el vist fins ara es pot resumir en un diagrama de camins crítics, tal i com queda recollit al Gràfic 6.1. Els símbols bàsics dels diagrames de camins crítics estan descrits a la Taula 6.3, mentre que el Gràfic 6.2 explicita quina part del model d'equacions estructurals correspon al model de variable latent i quina part correspon al model de mesura.

Gràfic 6.1. Exemple de diagrama de camins crítics.




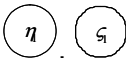

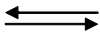

Font: Adaptat de Bollen (1989).

El diagrama de camins crítics és un instrument gràfic proposat pel creador de l'anàlisi de camins crítics, Sewall Wright.¹⁰⁵ És una representació gràfica d'un sistema d'equacions simultànies que mostra la relació entre totes les variables, incloses les pertorbacions i els termes d'error. Segons explica Bollen (1989, p. 5), a partir del diagrama, Wright va proposar un conjunt de normes per escriure les equacions que relacionen les correlacions, o les covariàncies, de les variables amb els paràmetres del model.

¹⁰⁵ Bollen (1989) refereix les seves contribucions de 1918, 1921, 1934 i 1960.

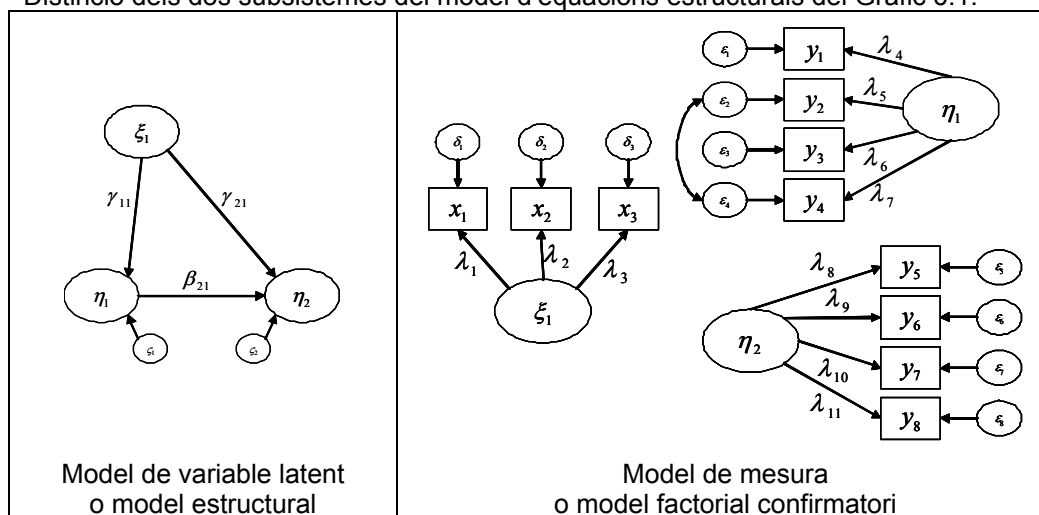
Aquestes equacions, que veurem com s'obtenen a la secció 6.1.4, són equivalents a les equacions d'estructura de la covariància.

Taula 6.3. Símbols bàsics dels diagrames de camins crítics

	Rectangle: variable observada o manifesta.
	Cercle o el·lipse: variable no observada. Pot ser una variable latent pròpiament dita o un terme de perturbació.
	Una fletxa recta indica causalitat entre dues variables.
	Dues fletxes rectes, una en cada direcció, indica doble causalitat o retroalimentació entre dues variables.
	Una fletxa corbada de dues puntes indica l'existència de covariància no nul·la entre dues variables (relació no analitzada).

Gràfic 6.2. Diagrama de camins crítics

Distinció dels dos subsistemes del model d'equacions estructurals del Gràfic 6.1.



6.1.3 Efectes totals, efecte directe i efectes indirectes

L'anàlisi de camins crítics distingeix tres tipus d'efectes: directes, indirectes i efectes totals. Un efecte directe és la influència d'una variable sobre una altra que no està mediada per cap altre variable en el model. Un efecte indirecte és la influència d'una variable sobre una altra mediada per, com a mínim, una variable intervinent. Només hi ha un efecte directe per bé que els efectes indirectes poden ser més d'un. Finalment, els efectes totals són la suma dels dos anteriors:

$$\text{Efectes totals} = \text{Efecte directe} + \text{Efectes indirectes}$$

La descomposició dels efectes es refereix, sempre, a un model en concret. Si canvia l'especificació canviaran els efectes, tot i que en algun cas particular podrien romandre iguals.

En l'exemple del Gràfic 6.1, considerem la influència de l'exògena latent ξ_1 sobre l'endògena latent η_2 . Un canvi d'una unitat en la primera s'espera que provoqui un canvi de γ_{21} unitats en la segona. Aquest és l'efecte directe, i ve donat pel paràmetre de la trajectòria que uneix ξ_1 i η_2 . Però, d'altra banda, un canvi unitari en ξ_1 també s'espera que provoqui un canvi de γ_{11} unitats en η_1 ; al seu torn, un canvi unitari en η_1 provocarà un canvi igual a β_{21} en η_2 . D'aquesta manera, l'efecte indirecte de ξ_1 sobre η_2 és igual al producte $\gamma_{11} \cdot \beta_{21} \cdot 1$, per tant,

$$\text{Efecte total} = \text{Efecte directe} + \text{Efecte indirecte} = \gamma_{21} + \gamma_{11}\beta_{21}.$$

Els efectes totals, però, poden ser només efectes directes, com en el cas de la influència de ξ_1 sobre η_1 : $\text{Efecte total} = \text{Efecte directe} = \gamma_{11}$.

O pot estar conformat només per l'efecte indirecte, com en el cas de la influència de ξ_1 sobre y_4 : $\text{Efecte total} = \text{Efecte indirecte} = \gamma_{11}\lambda_7$;

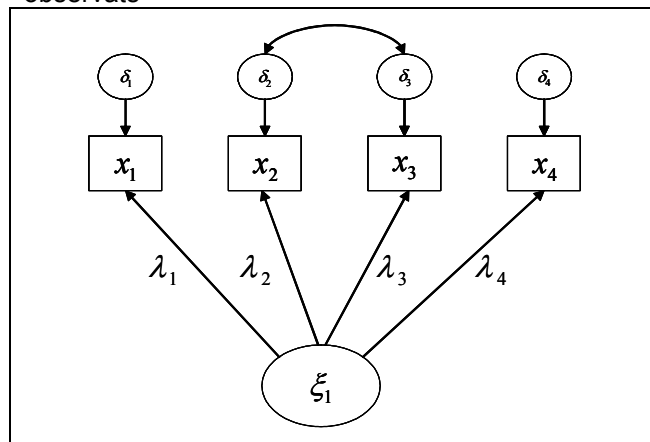
o sobre y_8 : $\text{Efecte total} = \text{Efectes indirectes} = \gamma_{21}\lambda_{11} + \gamma_{11}\beta_{21}\lambda_{11}$.

La consideració dels diferents tipus d'efectes ajuda a obtenir una comprensió més completa de les relacions entre variables, en comparació a la situació en què no es fa aquesta distinció. En l'anàlisi de regressió convencional el coeficient de regressió és un estimador de l'efecte directe de la variable sobre l'explicada. Bollen adverteix que si ignorem els efectes indirectes que una variable pot tenir a través d'altres variables estarem extremadament lluny d'avaluar el seu efecte global sobre l'explicada. L'àlgebra matricial permet descomposar aquests efectes per a tot tipus de models d'equacions estructurals. A continuació s'il·lustra com s'opera amb l'àlgebra de covariàncies i amb l'àlgebra matricial per tal de descomposar els efectes partint de l'especificació gràfica dels models.

6.1.4 Descomposició de covariàncies i correlacions

Els models d'equacions estructurals permeten escriure les covariàncies, o les correlacions, entre dues variables com a funcions dels paràmetres dels models. Una forma de fer-ho és mitjançant l'àlgebra de covariàncies. Emprarem l'exemple del Gràfic 6.3 per il·lustrar-ne el funcionament.¹⁰⁶

Gràfic 6.3. Exemple de diagrama de camins crítics: una única variable latent amb quatre indicadors observats



Font: Bollen (1989, p.35).

El model representa una única variable latent (ξ_1) que té quatre variables indicador observades (x_1 a x_4). Tots els errors de mesura estan incorrelacionats excepte δ_2 i δ_3 . Suposem que els errors de mesura estan incorrelacionats amb la variable latent i que el seu valor esperat és 0 ($E(\delta_i) = 0, \forall i$). Fent servir la notació ja vista, la variància de l'exògena del model és ϕ_{11} .

La descomposició de la covariància entre x_1 i x_4 és

$$Cov(x_1, x_4) = Cov(\lambda_1 \xi_1 + \delta_1, \lambda_4 \xi_1 + \delta_4) = \lambda_1 \lambda_4 \phi_{11}$$

Dit en termes molt simplificadors, la covariància es pot descomposar en funció dels paràmetres que hi ha en la trajectòria que uneix x_1 i x_4 en el model.

Però quan els models són complicats, l'àlgebra de covariàncies pot arribar a ser tediosa. Una alternativa és l'ús de l'àlgebra matricial per descomposar les covariàncies

¹⁰⁶ Loehlin (2004, cap. 1) explica aquest procediment manual de forma molt detallada i entenedora.

(o les correlacions) en funció dels paràmetres del model. Per exemple, la matriu de covariàncies de les variables x : Σ . La covariància de x és el valor esperat de xx' on, tal i com ja s'ha vist, $x = \Lambda_x \xi + \delta$. Llavors,

$$\begin{aligned} xx' &= (\Lambda_x \xi + \delta)(\Lambda_x \xi + \delta)' \\ &= (\Lambda_x \xi + \delta)(\xi' \Lambda_x' + \delta') \\ &= \Lambda_x \xi \xi' \Lambda_x' + \Lambda_x \xi \delta' + \delta \xi' \Lambda_x' + \delta \delta'. \end{aligned}$$

I per tant,

$$\begin{aligned} E(xx') &= \Lambda_x E(\xi \xi') \Lambda_x' + \Lambda_x E(\xi \delta') + E(\delta \xi') \Lambda_x' + E(\delta \delta'), \text{ i} \\ \Sigma &= \Lambda_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_\delta. \end{aligned}$$

Equació 6.7

En aquest cas Σ , la matriu de covariàncies de x , s'ha descomposat en termes dels elements de les matrius Λ_x , Φ i Θ_δ . Es demostra que totes les covariàncies de les variables observades es poden descomposar en funció dels paràmetres del model seguint una lògica similar.

Tal i com hem vist, les matrius de covariàncies dels models estructurals contenen els paràmetres desconeguts subjacents dels models. Sota condicions de normalitat, es poden obtenir estimacions màxim versemblants o per mínims quadrats generalitzats aplicant tècniques d'anàlisi de l'estructura de la covariància a partir de la matriu mostral de covariàncies. Les propietats asimptòtiques són importants en l'aplicació d'aquestes tècniques, però en el món real hi ha un gran nombre de problemes pràctics que no es poden tractar amb aquests models estàndards i per això s'estan popularitzant tècniques com les estimacions bayesianes MCMC.

6.1.5 Causalitat

Els models economètrics postulen, habitualment, l'existència de relacions de causalitat entre les variables. Els models d'equacions estructurals també estan basats en aquesta idea. Tal i com explica Kline (2005), l'aproximació analítica d'aquests models a la causalitat està basada en la correlació. Els models tenen com a objectiu explicar per què les variables observades, y i x , estan correlacionades. Part d'aquesta explicació inclou la presumpció de relacions de causalitat (ie: x_i causa y_j). Altres parts de l'explicació poden estar relacionades amb la presumpció de relacions no

causals, per exemple l'existència d'una relació espúria entre x_i i y_j deguda a l'existència de causes comunes (ie: perquè x_k és causa comuna de totes dues). L'objectiu general és, en definitiva, estimar els aspectes causals i els no causals de les correlacions observades.

Però per inferir causalitat cal alguna cosa més que el bon ajust del model a les dades. En aquest sentit, Kline (p. 94) apunta tres condicions a complir per poder inferir, de forma raonable, que x causa y : (1) x precedeix en el temps a y ; (2) la direcció de la relació de causalitat està correctament especificada; i (3) l'associació entre x i y no desapareix quan altres variables es fan constants, com ara causes comunes d'ambdues variables.

Bollen (1989), per la seva part, segueix Suppes (1970) i fa una interpretació de la causalitat des d'una òptica probabilística. Així, les tres condicions que ha de complir una relació per considerar-la causal són: (1) aïllament, o pseudo-aïllament; (2) associació; i (3) direcció. A continuació desenvolupem breument aquestes condicions que són, en realitat, acumulatives.

En primer lloc, considerem una variable y_1 que està aïllada de tota altra influència excepte d'una altra variable x_1 . Si un canvi en y_1 acompanya (segueix) un canvi en x_1 , llavors direm que x_1 és una causa de y_1 . Però els fenòmens no es produeixen de forma aïllada ja que les unitats d'anàlisi tenen moltes altres característiques a part de x_1 . Si no es pot aïllar y_1 no podrem tenir mai la certesa de què x_1 causa y_1 . Diversos dissenys experimentals, quasi-experimentals i de recerca observacional intenten aproximar-se a la situació d'aïllament mitjançant l'establiment de controls o processos d'aleatorització.

Si x_1 és una causa de y_1 , llavors podrem escriure $y_1 = \gamma_{11}x_1$. Però aquesta és una relació determinista que en molt poques ocasions resultarà raonable. La següent expressió és més realista:

$$y_1 = \gamma_{11}x_1 + \zeta_1 \quad \text{Equació 6.8}$$

Una vegada incorporat el terme de pertorbació, podem dir que y_1 està pseudo-aïllada si es compleix que $Cov(x_1, \zeta_1) = 0$; és a dir, si el terme d'error no correla amb la

variable explicativa. Aquesta és, de fet, la forma pràctica de treballar amb el concepte d'aïllament. S'anomena pseudo-aïllament perquè la relació entre x_1 i y_1 pateix la pertorbació de ζ_1 , de manera que assumim que y_1 no està perfectament aïllada.

Tot i que un experiment aleatori ideal podria satisfer l'Equació 6.8, el més habitual és necessitar múltiples variables aleatòries per explicar y_1 . És a dir,

$$y_1 = \gamma_{11}x_1 + \gamma_{12}x_2 + \dots + \gamma_{1q}x_q + \zeta_1$$

$$y_1 = \Gamma_1 X + \zeta_1$$

Llavors, la condició de pseudo-aïllament és $Cov(X, \zeta_1) = 0$.

Si no es compleix la condició de pseudo-aïllament, és a dir si el model no està ben especificat, la inferència causal presentarà problemes. Així, l'omissió d'explicatives provoca que la covariància entre el terme de pertorbació i les explicatives sigui diferent de zero. Si la que s'ha omès és una variable intermèdia, el principal problema és que els efectes directes de les explicatives que sí estan al model són, en realitat, els efectes totals sobre l'endògena d'un model més complex on sí que hi constés la variable intermèdia omesa. En conseqüència, la sub-especificació de models comporta ignorar l'efecte dels factors intervinents. Malgrat això, sovint l'omissió d'aquestes variables en una equació estructural no és excessivament perjudicial sempre i quan recordem que els coeficients de les variables incloses en el model són els efectes nets (efecte directe + efecte que actua a través de les variables intervinents excloses).

Tanmateix hi ha un cas concret que sí pot resultar problemàtic perquè dona lloc a resultats desorientadors. Es produeix quan els efectes directes i indirectes tenen magnitud similar però són de signe oposat. En aquest cas, si es deixa fora una variable intervinent el valor dels efectes totals són considerablement inferiors que els valors absoluts directes i indirectes (perquè es compensen). Es genera el que s'anomena una situació de supressió.

Un altre problema, més greu encara, afecta al compliment de la condició de pseudo-aïllament. Consisteix en ometre alguna o algunes causes comunes a les variables explicatives i a les dependent(s). La situació que més problemes genera és l'existència d'una relació espúria. En aquesta situació dues variables correlacionen però la causa del comportament comú és una tercera variable que és la que, en definitiva, és una causa comuna d'aquestes dues. Bollen posa com a exemple la relació existent entre tenir

cabells grisos i tenir problemes de visió. Totes dues variables estan correlacionades però ho estan perquè tenen una causa comuna: l'edat de la persona. Les relacions espúries poden afectar negativament tant els models de mesura com els models de variable latent. Aquest problema, finalment, es pot produir tant si la causa comuna és una variable observada com una variable no observable.

La segona condició que cal complir és l'associació. Per tal de poder dir que x_1 és causa de y_1 cal que totes dues variables presentin algun grau d'associació. Aquesta condició formulada d'aquesta manera només és vàlida, però, quan es compleix la condició d'aïllament o de pseudo-aïllament. Si no hi ha aïllament, la manca d'associació no refuta pas la causalitat; perquè pot existir una relació d'ocultació, és a dir que podria no existir una relació bivariada entre dues variables encara que, a través d'una variable intervinent, estiguin vinculades per una relació de causalitat. En conseqüència direm que quan una causa putativa i el seu efecte estan aïllats d'altres influències, llavors les dues variables han d'estar associades.

Les fluctuacions pròpies de cada mostra són una amenaça per poder avaluar correctament l'associació entre variables, encara que l'especificació dels models sigui correcta. Sorgeixen altres problemes quan els errors estàndard i els contrastos estadístics estan esbiaixats a causa de l'existència de problemes no resolts amb perturbacions heterocedàstiques o autocorrelades, o amb els errors de mesura. La rèplica del model en mostres independents que aporti evidència de l'existència d'associació entre variables és una forma d'incrementar la confiança sobre com de robusta és l'esmentada associació.

La tercera condició és la direcció de la causalitat. La plausibilitat de què una relació sigui causal es recolza en l'establiment d'una direcció de causalitat correcta. Saber que una variable precedeix una altra en el temps és, probablement, la millor manera d'establir la direcció de la influència entre dues variables. Però la prioritat temporal no sempre queda garantida per la mera precedència en el temps de la variable que postulem com a causa. Cal tenir en compte els períodes d'estudi considerats, si la variable que postulem com a causa ha tingut temps d'exercir la seva influència i si observem els períodes temporals amb la freqüència adequada en relació a l'objecte d'estudi. Val a dir, finalment, que a nivell teòric dues variables donades causa (x_1) i efecte (y_1) poden estar relacionades de forma recíproca de manera que pot ser necessari establir relacions de reciprocitat en els models.

En aquest sentit, determinats dissenys experimentals combinats amb altres de no experimentals poden aportar evidència convincent sobre la direcció causal de la relació, però fins i tot en aquest cas cal complir la condició de pseudo-aïllament.

En resum, és necessari enfocar el plantejament de les relacions de causalitat en els models a partir d'una sòlida base de coneixement sobre el fenomen objecte d'estudi. A més, l'investigador/a necessita una racionalitat substantiva per especificar que x_1 causa y_1 i no pas a l'inrevés, o que la influència és mútua quan totes les variables s'han obtingut de forma simultània en el temps.

6.1.6 Casos particulars dels models d'equacions estructurals

En aquest apartat presentem la notació i les característiques de tres casos particulars del model general d'equacions estructurals (o model LISREL). Els dos primers són el model d'anàlisi factorial exploratòria (AFE) i el model d'anàlisi factorial confirmatòria (AFC), amb l'ampliació d'aquest darrer als models d'anàlisi factorial confirmatòria d'ordre superior. El tercer model és el de camins crítics. Per a l'explicació dels dos primers seguim principalment Lee (2007), mentre que per al tercer seguirem Bollen (1989).

Anàlisi factorial exploratòria (model AFE)

Aquest és un model bàsic compost per un vector aleatori x de dimensió $p \times 1$ que satisfà la següent equació lineal:¹⁰⁷

$$x = \Lambda_x \xi + \delta$$

La notació d'aquest model és la següent:

Λ_x és la matriu $p \times q$ de càrregues factorials (o pesos factorials),

ξ és el vector aleatori $q \times 1$ dels factors comuns latents,

δ és el vector aleatori $p \times 1$ d'errors de mesura o residus.

S'assumeix que

¹⁰⁷ Lee (2007) refereix a Lawley i Maxwell (1971) i Mulaik (1972) per a una discussió àmplia sobre aquest model. Val a dir, d'altra banda, que Kline (2005) apunta que els models AFE no sempre es consideren membres de la família dels models d'equacions estructurals.

$$\xi \approx N[0, I], \delta \approx N[0, \Theta_\delta],$$

amb Θ_δ matriu diagonal i amb ξ i δ incorrelacionats.

Normalment, q és molt inferior a p i el vector de variables aleatòries observades segueix una distribució $x \approx N[0, \Sigma]$. Segons l'Equació 6.7 (pàgina 131), i tenint en compte que la variància de la variable latent és igual a la unitat,

$$\Sigma = \Lambda_x \Lambda_x' + \Theta_\delta$$

En concret, la variància de la i -èssima variable observada és

$$\text{var}(x_i) = \lambda_{i1}^2 + \dots + \lambda_{iq}^2 + \Theta_{\delta i}$$

La primera part del sumatori ($\lambda_{i1}^2 + \dots + \lambda_{iq}^2$) s'anomena comunalitat, és l'element i -èssim de la matriu $\Lambda_x \Lambda_x'$ i representa la contribució a la variància de x_i dels factors latents. El darrer element del sumatori ($\Theta_{\delta i}$) és l'element i -èssim de la matriu Θ_δ .

La correlació entre els factors latents i les variables observades ve donada per la matriu de càrregues factorials Λ_x , perquè

$$\begin{aligned} \text{Cov}(x, \xi) &= E[x\xi] = E[(\Lambda_x \xi + \delta)\xi] = \dots = \\ &= \Lambda_x E(\xi\xi') + E(\delta\xi) = \Lambda_x I + 0 = \Lambda_x. \end{aligned}$$

En l'anàlisi de components principals un conjunt de p variables es transforma linealment i ortogonalment en un nombre igual de variables incorrelacionades, de manera que la variància total es manté constant. En contrast amb l'anàlisi de components principals, el model d'anàlisi factorial exploratòria explica gran part de l'estructura de dependència mitjançant un conjunt molt més petit de factors comuns. El model també es pot interpretar com una regressió on el vector de variables observades s'explica a partir d'un vector de variables latents molt més petit. En les aplicacions pràctiques, el model d'anàlisi factorial exploratòria ha estat àmpliament emprat en processos de reducció de dades per identificar grups de variables manifestes relacionades amb algun factor latent particular.

Anàlisi factorial confirmatòria (model AFC)

Aquest model és una ampliació natural de l'anterior. Partim, doncs, de la mateixa especificació,

$$x = \Lambda_x \xi + \delta$$

Les definicions de x , ξ , δ i Λ_x són les mateixes, així com també ho és la distribució de δ . La diferència del model d'anàlisi factorial confirmatòria rau en què ara els factors comuns latents poden estar correlacionats i, per tant, $\xi \approx N[0, \Phi]$, on Φ és una matriu definida positiva de covariàncies. Si suposem que ξ i δ són independents, llavors la matriu de covariàncies de x és la mateixa que la de l'Equació 6.7 (pàgina 131):

$$\Sigma = \Lambda_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_\delta \quad \text{Equació 6.9}$$

En aquest model els elements de Λ_x , Φ i Θ_δ poden tenir valors fixats i pre-assignats. Les posicions dels seus valors pre-assignats representen part de les hipòtesis a verificar a través del model. Per exemple, $\lambda_{ij} = 0$ significa que el factor comú j-èssim està incorrelacionat amb la variable observada i-èssima; i $\Phi_{ij} = 0$ significa que el factor comú i-èssim no carrega sobre la variable observada j-èssima.

L'especificació del model implica la determinació d'un conjunt de factors latents, així com de les posicions i els valors pre-assingats dels paràmetres fixes. En gairebé totes les aplicacions pràctiques, el model AFC està ben identificat a través dels paràmetres de les matrius Λ_x , Φ i Θ_δ amb valors pre-assignats adequats. Els estimadors dels paràmetres són únics, i en conseqüència la rotació dels factors no és rellevant en aquesta situació.

En l'anàlisi factorial exploratòria es desitja agrupar variables observades que correlen entre elles confiant que es puguin interpretar com un constructe latent amb significat, habitualment després de rotar els factors. Aquest és un procediment d'exploració basat en les dades que no depèn del coneixement previ sobre les variables manifestes. En general, els constructes latents i els corresponents ítems que els expliquen es poden interpretar com els factors latents i les variables indicador que els expliquen.

Com en el cas anterior, la matriu Σ incorpora tots els paràmetres desconeguts del model (veure Equació 6.9). En aquest cas, però, la variància d'una variable observada no té una expressió senzilla com en el cas de l'anàlisi factorial exploratòria ja que cal tenir en compte els elements de Φ diferents de zero.

La covariància entre el vector aleatori de variables observades i el vector aleatori de latents és, en aquest cas, el producte entre la matriu de càrregues factorials Λ_x i la matriu de covariàncies dels factors latents Φ :

$$\text{Cov}(x, \xi) = E[x\xi'] = \dots = \Lambda_x E(\xi\xi') + E(\delta\xi') = \Lambda_x \Phi + 0 = \Lambda_x \Phi .$$

Tal i com ja s'ha apuntat, en el model AFE i en el model AFC, els paràmetres desconeguts estan recollits en la matriu de covariàncies del vector x , Σ . Per resoldre aquest sistema, l'aproximació estadística habitual dels models d'equacions estructurals es basa en l'anàlisi de l'estructura de la covariància. Així, es considera la matriu de covariàncies $\Sigma(\theta)$, una matriu funció del vector de paràmetres θ que conté els paràmetres desconeguts del model. Llavors es minimitza la funció objectiu $f(\Sigma(\theta), S)$, que mesura la discrepància entre la matriu de covariàncies proposada i la matriu de covariàncies mostrals S . Aquest procediment també permet avaluar la bondat de l'ajust de les dades mostrals al model proposat a través de $nf(\Sigma(\tilde{\theta}), S)$, on $\tilde{\theta}$ són els valors estimats de θ . Aquesta és la forma habitual d'enfocar qualsevol model d'equacions estructurals.

Estimació dels factors latents

A més de l'estimació dels paràmetres estructurals de la matriu de covariàncies, també interessa conèixer els factors latents estimats del vector aleatori ξ . El mètode de regressió està basat, en aquest cas, en la distribució conjunta de x i ξ :

$$\begin{pmatrix} x \\ \xi \end{pmatrix} \approx N \left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \Lambda_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_\delta & \Lambda_x \Phi \\ \Phi \Lambda_x' & \Phi \end{pmatrix} \right].$$

La regressió de ξ sobre x proporciona la següent expressió:

$$\xi = \Phi \Lambda_x' (\Lambda_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_\delta)^{-1} x = \Phi \Lambda_x' \Sigma^{-1} x \quad \text{Equació 6.10}$$

Tant en el model AFE com en el model AFC, la solució és

$$\xi = (\Lambda_x' \Theta_\delta^{-1} \Lambda_x)^{-1} \Lambda_x' \Theta_\delta^{-1} x \quad \text{Equació 6.11}$$

Els estimadors de ξ que s'obtenen depenen dels veritables valors de les matrius de paràmetres. Com que aquestes matrius són desconegudes en la pràctica, els corresponents valors se substitueixen pels que s'aconsegueixen amb algun

procediment d'estimació. A partir de l'Equació 6.10 i l'Equació 6.11 s'obté que els estimadors de ξ corresponents a una x individual són

$$\hat{\xi} = \hat{\Phi} \hat{\Lambda}_x' \hat{\Sigma}^{-1} x$$

O bé,

$$\hat{\xi} = \left(\hat{\Lambda}_x' \hat{\Theta}_\delta^{-1} \hat{\Lambda}_x \right)^{-1} \hat{\Lambda}_x' \hat{\Theta}_\delta^{-1} x$$

Aquests mètodes, per bé que són fàcils d'aplicar, s'empren rarament perquè presenten algunes deficiències. En primer lloc no tenen en consideració els errors mostrals; en segon lloc, com que $\hat{\xi}$ és una funció no lineal dels paràmetres estimats, la seva distribució pot ser molt complicada. Això fa que sigui difícil usar aquests estimadors per a anàlisis posteriors rigorosos, tot i que el problema es pot superar mitjançant l'aplicació de mètodes bayesians d'estimació.

Model AFC d'ordre superior

El model AFC es pot generalitzar fàcilment a un model d'anàlisi factorial d'un ordre superior. El model de segon ordre ve donat per

$$x = \Pi_x (\Lambda_x \xi + \delta) + \zeta$$

On

Λ_x i Π_x són les matrius de càrregues factorials,

ξ és el vector aleatori de factors comuns latents, i

δ i ζ són els residus.

Els vectors aleatoris ξ , δ i ζ estan independentment distribuïts com $\xi \approx N[0, I]$, $\delta \approx N[0, \Theta_\delta]$ i $\zeta \approx N[0, \Theta_\zeta]$, respectivament, amb Θ_δ i Θ_ζ matrius diagonals.

La matriu de covariàncies de x és igual a

$$\Sigma = \Pi_x (\Lambda_x \Phi \Lambda_x' + \Theta_\delta) \Pi_x' + \Theta_\zeta$$

Els elements del vector de paràmetres θ són de tres tipus: (i) paràmetres fixes que tenen un valor donat, (ii) paràmetres de valor restringit, que són desconeguts però de valor igual a un altre o uns altres paràmetres; i (iii) paràmetres desconeguts lliures, sobre els quals no opera cap restricció de les anteriors. Lee (2007) indica que gràcies a l'ús de la flexibilitat que proporciona la fixació arbitrària de paràmetres, Jöreskog (1970) va demostrar que aquest model es pot aplicar a nombrosos models estadístics, com a models de contrastació teòrica, models simplex, etc.

Model de camins crítics

És un cas particular de model d'equacions estructurals que no té variables latents. Bollen (1989) els anomena models d'equacions estructurals amb variables observades i afirma que són els més habituals en la literatura empírica. Els identifica amb els models econòmics clàssics, on totes les variables són directament observables i només hi ha errors de mesura en les variables endògenes.

Kline (2005) explica que el model de camins crítics es considera, de vegades, una tècnica menor precisament perquè no incorpora variables no observades. Adverteix, però, que aquesta valoració és per tres motius. En primer lloc, sovint s'empra un únic indicador per a cada variable latent; per tant, ja sigui pel disseny de la recerca o per manca de dades no sempre és possible dur a terme una aproximació de múltiples indicadors per construir els corresponents models de mesura. El seu segon argument té a veure amb el fet de què és un tipus particular de model d'equacions estructurals: l'autor considera que és important conèixer els principis dels models de camins crítics perquè també són vàlids per altres tipus de models més complicats. Finalment, Kline indica que aquests models són força habituals en les aplicacions empíriques, una imatge que també s'extreu de la revisió bibliogràfica que hem dut a terme.¹⁰⁸

Estem especialment interessats en aquest cas particular de model d'equacions estructurals perquè serà el que més àmpliament farem servir en l'aplicació empírica de la present tesi doctoral. La notació compacta dels models de camins crítics es pot escriure com segueix:

$$y = By + \Gamma x + \zeta$$

En aquest cas,

y és el vector aleatori $p \times 1$ de variables endògenes observades,

x és el vector aleatori $q \times 1$ de variables exògenes observades,

B és la matriu $m \times m$ de coeficients que relaciona algunes endògenes amb unes altres endògenes

Γ és la matriu $m \times n$ de coeficients que relaciona les exògenes amb les endògenes

ζ és el vector aleatori $p \times 1$ dels errors de les equacions.

¹⁰⁸ Tal i com mostra la taula resum de l'Annex (A. 3.1) sobre articles que empenen equacions estructurals en les seves aplicacions empíriques.

La hipòtesi estàndard és que els errors de les equacions estan incorrelacionats amb les variables exògenes.

L'estructura és idèntica a la del model de variable latent (veure Equació 6.1, pàgina 122), per bé que ara tant les variables exògenes (vector aleatori x) com les variables endògenes (vector aleatori y) són variables observades. A més, el model de mesura implícit en els models de camins crítics és que cada variable latent té un únic indicador observat. Per tant,

$$y = \eta$$

$$x = \xi$$

Els dos tipus de models de camins crítics més habituals són els recursius i els no recursius.¹⁰⁹ Els models recursius són sistemes d'equacions en què no hi ha causalitat recíproca ni cercles de retroalimentació. Això permet escriure B com una matriu triangular inferior. A més, la matriu de covariàncies dels errors, Ψ , és diagonal. Podria no ser diagonal, tot i que si es compleixen la resta de condicions del models recursius els models sovint s'anomenen parcialment recursius. En els models recursius, doncs, els termes d'error de les diferents equacions estan incorrelacionats. D'altra banda, quan els models són no recursius, la matriu B no és triangular inferior, o bé la matriu Ψ no és diagonal.

Bollen (1989) dona el següent exemple de model de camins crítics recursiu:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 & 0 \\ \beta_{31} & \beta_{32} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & \gamma_{12} \\ 0 & \gamma_{22} \\ \gamma_{31} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \zeta_3 \end{bmatrix}$$

Amb matrius de covariàncies

$$\Psi = \begin{bmatrix} \psi_{11} & & \\ 0 & \psi_{22} & \\ 0 & 0 & \psi_{33} \end{bmatrix}, \text{ i } \Phi = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \\ \phi_{21} & \phi_{22} \end{bmatrix}.$$

I el següent exemple de model no recursiu:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & \beta_{12} & 0 \\ \beta_{21} & 0 & 0 \\ \beta_{31} & \beta_{32} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & 0 \\ 0 & \gamma_{22} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \\ \zeta_3 \end{bmatrix}$$

¹⁰⁹ Diem que una expressió és recursiva quan cada terme està generat per la repetició d'una operació matemàtica particular.

Amb

$$\Psi = \begin{bmatrix} \psi_{11} & & \\ \psi_{12} & \psi_{22} & \\ \psi_{13} & \psi_{23} & \psi_{33} \end{bmatrix}, \text{ i } \Phi = \begin{bmatrix} \phi_{11} & \\ \phi_{12} & \phi_{22} \end{bmatrix}.$$

La matriu implícita de covariàncies del model, $\Sigma(\theta)$, que és funció dels paràmetres desconeguts del model, θ , es compon de tres parts: la primera és la matriu de covariàncies de y ; la segona és la matriu de covariàncies de y i x ; i la tercera és la matriu de covariàncies de x .

Considerem en primer lloc $\Sigma_{yy}(\theta)$, la matriu de covariàncies implícita de y

$$\Sigma_{yy}(\theta) = E[yy']$$

Atès que

$$yy' = \left((I - B)^{-1}(\Gamma x + \zeta) \right) \left((I - B)^{-1}(\Gamma x + \zeta) \right)',$$

S'arriba a

$$\Sigma_{yy}(\theta) = (I - B)^{-1}(\Gamma\Phi\Gamma' + \Psi)(I - B)^{-1}$$

on,

Φ és la matriu de covariàncies de x ,

Ψ és la matriu de covariàncies de ζ .

En segon lloc, la matriu de covariàncies implícites de x , $\Sigma_{xx}(\theta)$ és igual a Φ per definició.

Finalment, la matriu de covariàncies implícites de x i y , $\Sigma_{xy}(\theta)$, és

$$\Sigma_{xy}(\theta) = E[xy'] = E\left[x \left((I - B)^{-1}(\Gamma x + \zeta) \right)' \right]$$

De manera que

$$\Sigma_{xy}(\theta) = \Phi\Gamma'(I - B)^{-1}$$

Si ajuntem les tres parts de la matriu de covariàncies implícites de y amb x tenim

$$\Sigma(\theta) = \begin{bmatrix} (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}(\Gamma\Phi\Gamma' + \Psi)(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} & (\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1}\Gamma\Phi \\ \Phi\Gamma'(\mathbf{I} - \mathbf{B})^{-1} & \Phi \end{bmatrix} .$$

A través d'un exemple il·lustrem la forma d'obtenir la matriu $\Sigma(\theta)$. Així doncs, sigui una cadena causal $x_1 \rightarrow y_1 \rightarrow y_2$, que respon al següent model de camins crítics

$$y_1 = \gamma_{11}x_1 + \zeta_1$$

$$y_2 = \beta_{21}y_1 + \zeta_2$$

$$\text{Cov}(\zeta_1, x_1) = \text{Cov}(\zeta_1, \zeta_2) = \text{Cov}(x_1, \zeta_2) = 0$$

Les matrius d'aquest model són:

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix}, \Gamma = \begin{bmatrix} \gamma_{11} \\ 0 \end{bmatrix}, \Psi = \begin{bmatrix} \psi_{11} & 0 \\ 0 & \psi_{22} \end{bmatrix}, \Phi = [\phi_{11}].$$

Llavors, en aquest exemple la igualtat $\Sigma = \Sigma(\theta)$ és

$$\begin{bmatrix} \text{var}(y_1) & & \\ \text{cov}(y_2, y_1) & \text{var}(y_2) & \\ \text{cov}(x_1, y_1) & \text{cov}(x_1, y_2) & \text{var}(x_1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma_{11}^2\phi_{11} + \psi_{11} & & \\ \beta_{21}(\gamma_{11}^2\phi_{11} + \psi_{11}) & \beta_{21}^2(\gamma_{11}^2\phi_{11} + \psi_{11}) + \psi_{22} & \\ \gamma_{11}^2\phi_{11} & \beta_{21}\gamma_{11}\phi_{11} & \phi_{11} \end{bmatrix}$$

En general, una matriu de covariàncies per a $p + q$ variables té $(1/2)(p + q)(p + q + 1)$ elements no redundants. En l'exemple, com que $p=2$ i $q=1$, hi ha 6 elements no redundants, el que implica que hi ha 6 equacions. Aquestes equacions deixen clara la relació entre les variàncies i les covariàncies poblacionals i els paràmetres del model.

6.1.7 Etapes de la modelització d'equacions estructurals

Kline (2005) identifica sis etapes bàsiques en la modelització d'equacions estructurals. Es tracta, de fet, d'etapes iteratives ja que l'existència de problemes en una etapa pot suposar retornar a algun pas previ. Algunes de les fases que veurem són comunes a tota anàlisi empírica, mentre que d'altres són pròpies dels models d'equacions estructurals. A continuació es descriuen les etapes, fent especial incís en aquells aspectes més rellevants que no es desenvolupen en altres apartats d'aquest capítol.

1. Especificació del model.

Les hipòtesis s'expressen en forma d'un model d'equacions estructurals. Es pot fer amb el diagrama de camins crítics o de forma analítica, mitjançant la formulació de les corresponents equacions. Qualsevol dels dos sistemes defineix els paràmetres del model que es corresponen a les relacions que se suposa que existeixen entre les diferents variables (latents o observades).

2. Identificació del model.

Determinació teòrica sobre la possibilitat d'estimar tots els paràmetres desconeguts a partir de la informació disponible. Cada tipus de model d'equacions estructurals ha de complir requisits propis per tal de garantir que els corresponents estimadors es poden calcular. Un model no identificat no es pot estimar.¹¹⁰

Bollen (1989) considera que aquest és un aspecte bàsic de la modelització estructural. La identificació es verifica comprovant que els paràmetres desconeguts del model són funció únicament dels paràmetres identificats i aquestes funcions tenen una solució única. La identificació es fa possible a partir de la informació sobre la distribució de les variables observades y i x . Si un paràmetre desconegut de θ es pot escriure com una funció d'un o més elements de Σ direm que el paràmetre està identificat. Si tots els paràmetres desconeguts de θ estan identificats, llavors direm que el model està identificat.

També es poden produir situacions de sobreidentificació quan hi ha un excés d'informació per identificar els paràmetres desconeguts. Direm, finalment, que un model està exactament identificat si tots els seus paràmetres estan identificats i cap d'ells està sobreidentificat.

3. Selecció de les mesures, o variables observades, del model.

Aquesta etapa passa per la determinació de quines són les variables observades, o variables de mesura dels models; així com per l'operativització dels constructes no observables a partir de les variables observades; i, finalment, en la recollida, la preparació i l'exploració inicial de les dades. L'exploració inicial de les dades ha de servir per confirmar que les dades compleixen els requisits necessaris per aplicar les tècniques d'estimació triades, si no és així caldrà aplicar altres mètodes d'estimació.

¹¹⁰ Bollen (1989) i Kline (2005) desenvolupen detalladament les condicions necessàries i les condicions suficients per a diferents tipus de models.

4. Estimació del model.

L'estimació del model o realització de l'anàlisi es pot descriure a partir de tres fases diferents: avaluació de l'ajust del model, interpretació dels estimadors dels paràmetres, i anàlisi de models equivalents.

En primer lloc, avaluar l'ajust del model significa determinar en quina mesura el model encaixa en, o explica, les dades mostrals. Si no s'ajusta a les dades mostrals caldrà reespecificar el model (etapa número 5); en cas contrari cal anar directament a l'etapa número 6. Els estadístics per avaluar la bondat de l'ajust quan s'empren tècniques clàssiques d'estimació, com ara màxima versemblança o mínims quadrats generalitzats, són diversos.¹¹¹ Els que s'empren en les estimacions bayesianes MCMC es discuteixen més endavant (apartat 6.6).

Una vegada s'ha verificat l'ajust del model, cal interpretar l'estimació dels paràmetres. En concret, Kline (2005) indica que cal discutir els efectes específics de les variables (efectes totals, efecte directe, efectes indirectes) en els resums escrits dels models. I en darrer lloc, cal considerar l'ajust de models equivalents, que són aquells que encaixen igual de bé en les dades mostrals però amb una configuració diferent; és a dir, amb un conjunt d'hipòtesis diferent sobre la relació de les variables. La determinació dels models alternatius que cal avaluar queda sota el criteri de l'investigador/a, atès que un model d'equacions estructurals concret pot tenir múltiples variacions equivalents. Això és conseqüència de la metodologia d'estimació, que tal i com ja s'ha explicat consisteix a minimitzar la discrepància entre la matriu de covariàncies mostral i la matriu de covariàncies que postula el model especificat.

5. Reespecificació del model, si és necessari.

Sovint és necessari tornar a especificar el model i avaluar l'ajust del nou model respecte de les mateixes dades mostrals. Les hipòtesis de recerca són les que han de guiar la reespecificació, de manera que molts autors desaconsellen l'ús indiscriminat de les eines d'identificació automàtica de models disponibles als diferents paquets estadístics.

¹¹¹ Per a una discussió sobre el tema veure, per exemple, Bollen (1989), Loehlin (2004) o Kline (2005). Així mateix, Byrne (2001) és una bona guia per a la interpretació dels estadístics de bondat de l'ajust que proporciona Amos.

6. Descripció de l'anàlisi duta a terme.

Una vegada s'ha obtingut un model satisfactori, cal descriure de forma acurada i completa l'anàlisi realitzada en els informes de recerca. En aquest sentit, Kline indica l'existència de guies per a la presentació de dades dels models d'equacions estructurals (veure Boomsma, 2000; Hoyle i Panter, 1995; i McDonald i Ho, 2002).

Finalment, també resultaria recomanable dur a terme una etapa addicional que, de fet, és poc habitual. Es tractaria de replicar el model amb mostres independents per validar els resultats.

6.1.8 Principal limitació dels models d'equacions estructurals

La principal limitació dels models d'equacions estructurals ve donada pel fet que provar la consistència d'un model en relació a les dades no és el mateix que provar la seva consistència en relació a la realitat. La consistència del model amb les dades es comprova comparant les relacions predites pel model i les seves hipòtesis amb les relacions de les dades mostrals. És a dir, analitzant les discrepàncies entre la matriu de covariàncies de la mostra, S , amb la matriu de covariàncies predita pel model, $\hat{\Sigma}$. Si el model es rebutja és perquè no és vàlid. Malgrat això, si el model no es rebutja no podem concloure que les hipòtesis sobre causalitat queden automàticament validades. D'altra banda, es poden assolir els mateixos graus d'ajust entre S i $\hat{\Sigma}$ amb diferents especificacions del model, tot i que aquests signifiquin coses diferents i, per tant, tinguin implicacions distintes.

Però la consistència del model amb la realitat passa per avaluar fins a quin punt el model reflexa els processos del món real. I això queda fora del focus de les mesures d'ajust. Així, per bé que és temptador emprar la consistència entre model i dades com a prova de la consistència entre model i realitat, cal tenir cautela. El problema d'aquesta identificació està en la vinculació asimètrica entre les dues avaluacions de consistència. Així, si un model és consistent amb la realitat, llavors les dades haurien de ser consistents amb el model; però la consistència del model amb les dades no implica que el model es correspongui amb la realitat. Aquesta és, de fet, la principal feblesa de la modelització causal.

En resum, només podem rebutjar un model, però no podem provar que un model és vàlid. És necessari, doncs, examinar altres especificacions que s'ajustin a les dades, i cal explorar diferents vies per avaluar si un model presenta una correspondència raonable amb la realitat.

6.2. Elements d'estadística bayesiana

En l'argumentació general i la notació d'aquest apartat seguim Greenberg (2008). Altres llibres d'aquest àmbit són Bernardo i Smith (2000) Gelman et al. (2004), i Koop et al. (2007).

En general hi ha dos grans tipus d'enfocaments en estadística. L'aproximació freqüentista o clàssica i l'aproximació bayesiana. Cadascun es correspon a una forma diferent d'interpretar la teoria de la probabilitat, de manera que donen lloc a formes distintes d'entendre la inferència estadística.

L'enfocament clàssic de la inferència estadística suposa que els paràmetres poblacionals són desconeguts, però no pas aleatoris. En l'enfocament inferencial bayesià es considera que el paràmetre poblacional θ és una variable aleatòria a la qual, en conseqüència, se li assigna una distribució de probabilitat determinada. S'anomena distribució a priori i la representem per $\pi(\theta)$. La informació subministrada per una mostra aleatòria Y pot contribuir a canviar la idea que l'investigador/a pugui tenir sobre el comportament probabilístic del paràmetre poblacional θ , de manera que es pot acceptar l'existència d'una distribució a posteriori del paràmetre $\pi(\theta|y)$. Aquesta funció recull la modificació de la distribució de probabilitat de θ quan es disposa d'informació mostral. Val a dir, finalment, que els termes a priori i a posteriori només tenen significat en un estat d'informació donat i en relació a un conjunt addicional d'informació (Bernardo i Smith, 2000; p. 43).

Es pot demostrar que les estadístiques subjectives de la teoria de Bayes han de satisfer els quatre axiomes de la teoria de la probabilitat.¹¹² A partir d'aquí es deriva el

¹¹² Entre d'altres, Greenberg (2008), a partir de Finetti (1990), ho demostra de forma molt senzilla a partir de les probabilitats subjectives d'un individu que no vulgui perdre una aposta, independentment del resultat de la mateixa. Bernardo i Smith (2000) fan una discussió més detallada al respecte.

resultat fonamental de la inferència bayesiana, que relaciona els tres elements bàsics de la mateixa. Aquests tres elements són la distribució a priori d'un paràmetre, la distribució a posteriori i la funció de versemblança.

Quan hi ha més d'un paràmetre en els models, la distribució a posteriori és una distribució conjunta de tots els paràmetres, condicionada a les observacions disponibles o dades observades.

La funció de densitat a posteriori d'una funció $\pi(\theta|y)$ es pot calcular a partir del teorema de Bayes, que es formula de la següent manera:¹¹³

Donats dos successos $A, B \subset \Omega$, es compleix que

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}.$$

A partir d'aquest teorema es pot obtenir la densitat a posteriori d'una funció $\pi(\theta|y)$.

Per fer-ho calen unes definicions prèvies:

Sigui $p(\cdot)$ és la funció massa de probabilitat d'una variable aleatòria discreta on $P(A)$ és la probabilitat del succés A

I sigui $f(\cdot)$ la funció de densitat de probabilitat per a dades contínues, on $F(\cdot)$ és la distribució de probabilitat acumulada tal que $F(y_0) = P(Y \leq y_0)$.

A més, establim que $A = \theta$ i $B = y$.

La funció de densitat a posteriori és, en el cas discret,

$$\pi(\theta|y) = \frac{p(y|\theta)\pi(\theta)}{p(y)} \quad \text{Equació 6.12}$$

on $p(y) = \int p(y|\theta)\pi(\theta)d\theta$.

I en el cas continu,

$$\pi(\theta|y) = \frac{f(y|\theta)\pi(\theta)}{f(y)} \quad \text{Equació 6.13}$$

on $f(y) = \int f(y|\theta)\pi(\theta)d\theta$.

¹¹³ Es demostra a partir de l'aplicació dels quatre axiomes de la probabilitat (veure, per exemple Greenberg, 2008; o Bernardo i Smith, 2000).

Es tracta de distribucions de probabilitat, de manera que si integrem l'Equació 6.12 i l'Equació 6.13, en funció de θ , s'arriba a $\pi(\theta|y)d\theta = 1$.

A l'esquerra de l'Equació 6.13 hi ha la funció de distribució a posteriori. A la dreta, el primer element del numerador és $f(y|\theta)$. Una vegada les dades són conegudes, aquesta és una funció del paràmetre θ . Per tant és una funció de versemblança, i té un paper central tant en la inferència clàssica com en la bayesiana. Cal notar que $f(y|\theta)$ no és pas una funció de densitat per a θ .¹¹⁴ El segon element del numerador és la densitat a priori $\pi(\theta)$, que incorpora les creences sobre la distribució abans de veure les dades y . Aquestes creences estan basades en els coneixements de l'investigador/a sobre el problema objecte d'estudi o en estudis empírics previs.

La distribució a priori normalment depèn de paràmetres determinats que s'anomenen hiperparàmetres. Els hiperparàmetres els pot fixar l'investigador/a o poden procedir de distribucions de probabilitat donades. Finalment, el denominador és $f(y)$, que serveix per normalitzar la distribució posterior (o a posteriori). Com que és independent de θ , resulta convenient escriure la distribució posterior de la següent manera.

És a dir, la distribució a posteriori és proporcional a la funció de versemblança multiplicada per la distribució a priori:

$$\pi(\theta|y) \propto f(y|\theta)\pi(\theta) \qquad \text{Equació 6.14}$$

Escrita d'aquesta manera, el terme dret de l'equació no té integral igual a 1, però com que és funció de θ té la mateixa forma que $\pi(\theta|y)$.

L'equació combina en una única expressió tota la informació disponible sobre θ : informació sobre el paràmetre, o el vector de paràmetres, abans d'obtenir les dades a través de la distribució a priori, i la informació continguda en les dades disponibles o dades mostrals a través de la funció de versemblança. Greenberg indica que resulta útil interpretar l'Equació 6.14 com un mètode per actualitzar informació, una idea que

¹¹⁴ Si es calcula la integral respecte del paràmetre poblacional aquesta no és igual a 1. Sí que ho és (en aquest cas la suma) respecte de y .

reforça la terminologia a priori / a posteriori. Abans de la recollida de dades y , la informació disponible sobre θ està recollida a la distribució a priori $\pi(\theta)$. Després, un cop observat el comportament de y , la informació disponible sobre θ queda resumida per la distribució a posteriori $\pi(\theta|y)$. Aquesta equació, doncs, ens diu com s'han d'actualitzar les creences després de rebre les dades mostrals: multiplicant la distribució a priori per la versemblança per tal de trobar una expressió proporcional a la distribució a posteriori.

6.3. Cadenes de Markov: elements bàsics

En aquest epígraf seguim Greenberg (2008). La inferència estadística bayesiana permet generar observacions independents procedents de les distribucions de probabilitat estàndard. Però els procediments clàssics presenten grans problemes pràctics, en particular no són fàcils d'implementar en el cas multivariant. Aquest és el problema que, per exemple, presenta l'algorisme AR, o Acceptar – Rebutjar, que pot necessitar d'una gran inversió de temps cada vegada que trobi una distribució no estàndard.¹¹⁵

L'existència d'aquests inconvenients van impedir el progrés de l'estadística bayesiana fins el desenvolupament de la simulació MCMC (Cadena de Markov Monte Carlo o *Monte Carlo Markov Chain*), un mètode que va esdevenir conegut i disponible per a l'estadística a començaments de la dècada del 1990. Els mètodes de simulació MCMC han demostrat ser extremadament efectius. Mentre que el desavantatge d'aquesta família de mètodes és que no generen mostres independents, el seu principal avantatge és la flexibilitat: es pot emprar per a una gran varietat de distribucions sense necessitat de dur a terme una anàlisi exhaustiva de les característiques especials de la distribució. Greenberg fa notar que, malgrat aquesta flexibilitat, una anàlisi prèvia de la distribució pot contribuir a seleccionar l'algorisme adequat quan es disposa de més d'un candidat.

Les cadenes de Markov són un tipus de processos estocàstics. A continuació es presenten alguns conceptes teòrics bàsics. Conèixer-los farà més senzill entendre la metodologia MCMC. Primer introduïm unes definicions bàsiques i altres conceptes

¹¹⁵ Per una breu descripció del procediment de l'algorisme AR veure annex A. 3.2.

teòrics en el cas d'espais d'estat finit; i a continuació veurem la seva generalització al cas continu, que és el més habitual.

▪ Espai d'estats finit

Considerem un procés estocàstic indexat per t , X_t , que pren valors en l'espai d'estats finit $S = \{1, 2, \dots, s\}$. L'índex t s'interpreta com temps o com una iteració. Per a cada parell d'enters $i, j \in S$, es defineix p_{ij} com la probabilitat de què $X_{t+1} = j$ quan $X_t = i$. Això és,

$$\begin{array}{l} \text{Probabilitat} \\ \text{de transició:} \end{array} \quad p_{ij} = P(X_{t+1} = j | X_t = i); \quad i, j \in S$$

La propietat de Markov assumeix, tal i com queda palès en la probabilitat de transició, que la distribució de probabilitat en el moment $t+1$ només depèn de l'estat del sistema en el moment t . És a dir, que el procés no té memòria de llarg termini. El procés estocàstic resultant d'aquesta propietat s'anomena procés de Markov.

Un procés de Markov és més general que un procés independent, per bé que no inclou tots els processos estocàstics. Així mateix, s'assumeix que p_{ij} no depèn de t , fet que implícitament està incorporat a la notació. Aquest tipus de procés estocàstic s'anomena cadena de Markov *homogènia*. Segons Greenberg, aquestes senzilles definicions i hipòtesis generen una teoria matemàtica potent i elegant.

Atès que p_{ij} són probabilitats, es compleix que $p_{ij} \geq 0$, i com que el procés pertany a

l'espai d'estats finit S , es compleix que $\sum_{j=1}^s p_{ij} = 1$.

Resulta convenient definir la *matriu de transició* $P = \{p_{ij}\}$, de dimensió $s \times s$. La fila i -ésima de la matriu P , $(p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{is})$, dona la distribució del procés en $t+1$ assumint que la distribució en t és i .

Pot resultar d'interès conèixer la distribució del procés en $t+2$ assumint que la distribució en t és i . Aquesta distribució es denota per $p_{ij}^{(2)}$ i es pot calcular tenint en compte que per anar de l'estat i a l'estat j en dues passes, el procés ha de moure's de l'estat i en el moment t a un altre estat qualsevol, k , en el moment $t+1$; i

després, ha de moure's de l'estat k a l'estat j en el moment $t+2$. Aquesta transició es produeix amb probabilitat

$$p_{ij}^{(2)} = \sum_k p_{ik} p_{kj}; \quad k=1,2,\dots,s \quad \text{Equació 6.15}$$

La matriu de transició de les probabilitats $p_{ij}^{(2)}$ ve donada pel producte $P^2 = PP$. Essent n un enter qualsevol, per inducció es pot demostrar que el valor $p_{ij}^{(n)}$ està en el lloc ij de la matriu P^n . Finalment, per convenció es defineix $p_{ij}^{(0)} = 1$ si $i = j$; i $p_{ij}^{(0)} = 0$ en la resta de casos.

A continuació es fan altres definicions rellevants.

Direm que l'estat j és *accessible* des de l'estat i quan $p_{ij}^{(n)} > 0$ per a algun $n \geq 1$. També es fa servir la notació $i \rightarrow j$. Direm que i i j *comuniquen* quan $i \rightarrow j$ i $j \rightarrow i$, i farem servir la notació $i \leftrightarrow j$.

Es pot demostrar que la relació de comunicació entre dos estats defineix una relació d'equivalència; és a dir, $i \leftrightarrow i$ (propietat reflexiva); $i \leftrightarrow j \Leftrightarrow j \leftrightarrow i$ (simetria); i $i \leftrightarrow j$ i $j \leftrightarrow k \Rightarrow i \leftrightarrow k$ (propietat transitiva). El compliment de la relació d'equivalència fa que els estats pertanyin a diferents *classes d'equivalència* dins de les quals els estats es comuniquen; però els estats que pertanyen a diferents classes d'equivalència no es comuniquen.

Direm que un procés de Markov és *irreductible* si únicament hi ha una classe d'equivalència. Quan això passa, un procés que s'inicia en un estat i pot arribar a qualsevol altre estat amb probabilitat positiva. Si no es compleix la propietat de la irreductibilitat, l'estat en què s'inicia un procés condiciona enormement els següents estadis de la cadena.

Una altra propietat important d'una cadena és la *periodicitat*. Direm que si un estat i comunica amb ell mateix, això és $i \rightarrow i$, llavors el seu període, d_i , és el major divisor comú dels enters del conjunt $A = \{n \geq 1 : p_{ii}^{(n)} > 0\}$. Si d_i és el període de i , llavors

$p_{ii}^{(n)} = 0$ sempre que n no sigui múltiple de d_i , amb d_i el major enter que compleix aquesta propietat. Si el període és 1 per a tots els estats, direm que la cadena és aperiòdica. Una cadena és aperiòdica si $p_{ii}^{(n)} > 0$ per a tot i i per a una n suficientment gran.

Direm que la distribució de probabilitat $\pi = (\pi_1, \dots, \pi_s)'$ és una distribució invariant en P si $\pi' = \pi' P$, o si

$$\pi_j = \sum_i \pi_i p_{ij}; \quad j = 1, 2, \dots, s$$

La part dreta d'aquesta equació és la probabilitat marginal de què el procés estigui en l'estat j en qualsevol moment del temps t en funció de la situació fins a $t-1$. Es pot interpretar com la probabilitat de començar el procés en l'estat i amb probabilitat π_i i després moure's a l'estat j amb probabilitat p_{ij} . El fet de què aquesta probabilitat sigui π_j és el que fa que π sigui una distribució invariant: si els estats s'escullen segons π , la probabilitat de què el sistema estigui en l'estat j és π_j en qualsevol moment del temps. Notis que π' és un vector característic de la matriu de transició P amb arrel característica igual a 1.

Un aspecte important en la teoria de la cadena de Markov és l'existència de distribucions invariants úniques. La irreductibilitat és una condició necessària de la matriu de probabilitats de transició P per tal de tenir una distribució invariant única. Un cas especial de cadena de Markov irreductible i aperiòdica és aquella en què $p_{ij} > 0$ $\forall i, j$. Per a aquest cas concret es formula el següent teorema.

Teorema 1

Suposem que S és finit i que $p_{ij} > 0$ per a tot i, j . Llavors, existeix una distribució de probabilitat única $\pi_j, j \in S$ tal que $\sum_i \pi_i p_{ij} = \pi_j$ per a tot $j \in S$.

Així mateix, $\left| p_{ij}^{(n)} - \pi_j \right| \leq r^n$, on $0 < r < 1$ per a tot i, j i $n \geq 1$.

El teorema ens diu que en un espai estacionari finit amb totes les probabilitats positives (majors estrictes que zero) no només hi ha una única distribució invariant,

sinó que també $p_{ij}^{(n)}$ convergeix de forma geomètrica (taxa igual a r^n) cap a π_j . Una conseqüència interessant d'això és que per a una n suficientment gran, el paper de l'estat inicial i és pràcticament menyspreable.

Greenberg (2008) refereix a Bhattacharya i Waymire (1990, p.126) per a una demostració del teorema. En aquesta font (p.128), a més a més, es demostra també una versió menys restrictiva del teorema on es relaxa la condició de què totes les probabilitats de transició siguin estrictament majors que zero.

Una forma encara més general d'aquest teorema és la base dels mètodes MCMC. El que diu és que si una cadena de Markov satisfà unes determinades condicions, la distribució de probabilitat de la seva iteració n -èssima, quan n és prou gran, estarà molt propera a la seva distribució invariant. Això té implicacions importants per fer simulacions: si podem trobar un procés de Markov per al qual la distribució invariant és la distribució o densitat objectiu $f(Y)$, podem simular realitzacions concretes del procés de Markov per generar valors de la distribució objectiu.

Aquest resultat es pot generalitzar als espais d'estat continus. Ho veurem a continuació, tot i que abans desenvolupem un exemple a partir de la proposta de Greenberg.

Exemple:

La següent matriu de transició Matriu 6.1 mostra que el procés roman en l'estat 1 amb probabilitat $p_{11} = 0,750$ i es mourà a l'estat 2 amb probabilitat $p_{12} = 0,250$. Notis que la fila 1 és $(p_{11}, p_{12}) = (0,750, 0,250)$ i que les probabilitats, tal i com s'han establert, són més grans que 0, essent la seva suma igual a la unitat. Si es parteix de l'estat 2, el procés es mourà a l'estat 1 amb probabilitat $p_{21} = 0,125$, i romandrà en el mateix estat 2 amb probabilitat $p_{22} = 0,875$.

$$P = \begin{pmatrix} 0,750 & 0,250 \\ 0,125 & 0,875 \end{pmatrix}$$

Matriu 6.1

Els dos estats d'aquesta cadena es comuniquen, $i \leftrightarrow j \quad \forall i, j$, de manera que només hi ha una classe d'equivalència. Com que només hi ha una classe d'equivalència, el procés de Markov és irreductible, i sigui quin sigui l'estat del què es parteix sempre es

pot arribar a qualsevol altre estat. La cadena, a més, és aperiòdica ja que els dos estats de la mateixa tenen període $d_i = 1$ ja que $p_{ii}^{(1)} > 0$.

Es pot conèixer l'estat del procés en $t+2$ a partir de la situació en t . Per exemple, partint de l'estat 1 en t , la probabilitat de què el procés es trobi en l'estat 2 en el moment $t+2$ és $p_{12}^{(2)} = p_{11}p_{12} + p_{12}p_{22} = 0,750 \times 0,250 + 0,250 \times 0,875 = 0,406$. I la matriu de transició entre l'estat t i l'estat $t+2$ és, en aquest exemple:

$$P^2 = PP = \begin{pmatrix} 0,594 & 0,406 \\ 0,203 & 0,797 \end{pmatrix}$$

Finalment, es comprova el compliment del teorema 1 ja que, tal i com es pot veure en les següents matrius, la cadena convergeix cap a una distribució invariant única.

$$P^{10} = \begin{pmatrix} 0,339 & 0,661 \\ 0,330 & 0,670 \end{pmatrix} \quad \text{i} \quad P^{20} = \begin{pmatrix} 0,333 & 0,667 \\ 0,333 & 0,667 \end{pmatrix}$$

▪ Espai d'estats continu

Quan l'espai S en què es produeix un procés estocàstic és un espai d'estats infinit numerable o un espai d'estats continu, les condicions d'irreductibilitat i periodicitat ja no impliquen l'existència d'una única distribució invariant.¹¹⁶

Cal la definició del concepte de *recurrència* per poder generalitzar el teorema 1 al cas infinit numerable i al cas continu. En el cas infinit numerable partim de $P_j(A)$ la probabilitat de què es produeixi el succés A quan el procés comença en l'estat j . Llavors direm que l'estat j és recurrent si

$$P_j(X_n = j \text{ i.s.}) = 1,$$

on *i.s.* significa infinitament sovint.

Aquesta definició implica que el procés retorna a l'estat j un nombre infinit de vegades amb probabilitat 1.

¹¹⁶ Recordem l'ampliació del Teorema 1, segons el qual no cal que totes les probabilitats de transició siguin estrictament superiors a zero.

Quan un estat no és recurrent, llavors és *transitori*. Es pot provar, a més, que si un procés és irreductible tots els estat són o bé transitoris o bé recurrents. Però la recurrència no és una condició suficient per garantir l'existència d'una distribució invariant única, sinó que cal demanar una condició més forta anomenada *recurrència positiva*. Sigui $\tau_j^{(1)}$ el temps que triga un procés a retornar per primera vegada a l'estat j : $\tau_j^{(1)} = \min \{n > 0 : X_n = j\}$. Llavors, direm que l'estat j és recurrent positiu si $E(\tau_j^{(1)}) < \infty$.

Si el procés de Markov és continu pren valors en la recta dels Reals, \mathfrak{R} . En aquest context, l'equivalent de les probabilitats de transició és el nucli de transició (*transition kernel*) o densitat de transició $p(x, y)$. Emprem la notació $p(x, y)$ perquè el *kernel* és l'equivalent de p_{ij} tot i que és més entenedor interpretar-lo com una densitat condicional $p(y|x)$. La propietat de Markov queda capturada assumint que la densitat conjunta, condicionada al valor inicial $X_0 = x_0$, ve donada per

$$f_{(X_1, \dots, X_n | X_0 = x_0)}(x_1, \dots, x_n) = p(x_0, x_1)p(x_1, x_2) \cdots p(x_{n-1}, x_n)$$

Si un procés està en l'estat x , la probabilitat de què es mogui a un estat $A \subseteq \mathfrak{R}$ ve donada per

$$P(A, x) = \int_A p(x, y) dy$$

El pas n -éssim de la transició es calcula de forma anàloga al cas discret (Equació 6.15):

$$P^{(n)}(A, x) = \int_{\mathfrak{R}} P(x, dy) P^{(n-1)}(y, A)$$

D'altra banda, una densitat invariant $\pi(y)$ del *kernel* de transició $p(x, y)$ és una funció de densitat que satisfà

$$\pi(y) = \int_{\mathfrak{R}} \pi(x) p(x, y) dx$$

La definició d'irreductibilitat i d'aperiodicitat per a processos en un espai d'estats continu és anàloga a la ja vista, però es fa a partir de $p(x, y)$ en lloc de p_{ij} .

Per definir la recurrència partim de $P_x(A)$, la probabilitat de què es produeixi el succés A quan el procés s'ha iniciat en x . Llavors, una cadena π -irreductible amb distribució invariant π és recurrent si per a cada B amb $\pi(B) > 0$,

$$P_n(X_n \in B \text{ i.s.}) > 0, \text{ per a tot } x$$

$$P_n(X_n \in B \text{ i.s.}) = 1, \text{ per a } \pi\text{-gairebé tot } x$$

Així mateix, una cadena és *Harris recurrent* si

$$P_n(X_n \in B \text{ i.s.}) = 1, \text{ per a tot } x$$

Per tal de formular els dos teoremes següents cal emprar el concepte de distància de variació entre dues mesures. La variació total normada d'una mesura signada afitada λ és $\|\lambda\| = \sup_A \lambda(A) - \inf_A \lambda(A)$. I la *distància total de variació* entre dues mesures λ_1 i λ_2 és $\|\lambda_1 - \lambda_2\|$. Greenberg explica que Tierney (1994, p. 10) formula els següents dos teoremes que conformen la base dels mètodes MCMC.

Teorema 2

Suposem que P és π -irreductible i que π és una distribució invariant de P . Llavors, P és recurrent positiva i π és l'única distribució invariant de P .

Si P és també aperiòdica, llavors per a π -gairebé tot x ,

$$\|P^n(x, \cdot) - \pi\| \rightarrow 0,$$

on $\|\cdot\|$ és la distància total de variació.

Si P és Harris recurrent, llavors la convergència ocorrerà per a tot x .

Teorema 3

Si $\|P^n(x, \cdot) - \pi\| \rightarrow 0$ per a tot x , la cadena és π -irreductible, aperiòdica, recurrent positiva, i té una distribució invariant π .

La conseqüència pràctica d'aquests teoremes és que l'investigador/a intentarà construir un *kernel* de transició irreductible, aperiòdic, i recurrent positiu per al qual la distribució invariant, π , sigui la distribució o densitat objectiu, $f(Y)$. Es disposa a la literatura de diversos conjunts de condicions suficients per garantir aquest procediment que donen lloc a diferents algorismes MCMC.

Tots els resultats vistos són generalitzables al cas en què les variables aleatòries X_n són vectors. Per tant, en els casos finit i infinit numerable, els estats sobre els quals les X_n estan definides haurien de ser vectors. En el cas continu les X_n poden ser vectors en l'espai d -dimensional de manera que $X_n \in \mathfrak{R}^d$ sota una norma convenientment definida.

6.4. Simulacions MCMC: la família d'algorismes Metropolis-Hastings

En aquest apartat seguim Greenberg (2008). Gelman et al. (2004) també fan una bona explicació al respecte.

L'algorisme Metropolis-Hastings (M-H), originalment desenvolupat per Metropolis et al. (1953), va ser introduït com aplicació estadística per Hastings (1970) (Greenberg, 2008).¹¹⁷ Segons Hanson (2001), els algorismes estàndard en MCMC són el mètode de Gibbs i el de Metropolis. En el primer, a cada pas canvia una variable de la funció de densitat. Normalment s'assumeix que la probabilitat condicional és coneguda i resulta fàcil obtenir funcions aleatòries de la mateixa. Per contra, en la forma més habitual de l'algorisme Metropolis tots els paràmetres varien de cop. Es provoca una pertorbació a cada pas en el vector de paràmetres, que és igual al valor de què es disposa en el pas anterior més un terme aleatori que té una funció de densitat simètrica. Hanson apunta, així mateix, que aquest mètode s'aplica de forma habitual per la seva simplicitat. Atès que també presenta desavantatges, l'autor proposa el mètode hamiltonià com a tècnica alternativa d'MCMC.¹¹⁸

La base de l'algorisme MCMC és la construcció d'un *kernel* de transició, $p(x, y)$ que té una densitat invariant igual a la densitat objectiu ($f(Y)$). Donat un *kernel* d'aquestes característiques, el procés pot iniciar-se en x_0 i obtenir una realització x_1 a partir de $p(x_0, x_1)$, x_2 a partir de $p(x_1, x_2)$, ..., i x_G a partir de $p(x_{G-1}, x_G)$, on G és el nombre

¹¹⁷ Segons Gelman et al. (2004), Metropolis i Ulam (1949) també descrivia l'algorisme Metropolis.

¹¹⁸ També disponible a Amos. Tot i que les hipòtesis per aplicar-lo són més restrictives, quan les dades són numèriques convergeix de forma substancialment més ràpida que en el cas del *random walk Metropolis*.

desitjat de simulacions. Després d'un període de transició, la distribució de x_G és aproximadament igual a la distribució objectiu. La qüestió és, llavors, com trobar un *kernel* que tingui la distribució objectiu com a distribució invariant. Resulta remarcable l'existència d'un procés general per trobar aquests *kernels*: l'algorisme Metropolis-Hastings (M-H). Un cas especial d'aquest, però d'aplicació més restringida, és l'algorisme de Gibbs (veure demostració, per exemple, a Gelman et al., 2004).¹¹⁹

Cal distingir entre el nombre de valors simulats, G , i el nombre d'observacions en la mostra de dades que es vol analitzar, n . El nombre de valors simulats pot ser tan gran com vulguem, amb l'única limitació del temps i la capacitat de càlcul de què disposem. Però el nombre d'observacions de la mostra, n , queda fixat en el procés de recollida de les dades. Quan més gran sigui el valor de G més acurades seran les aproximacions. Els algorismes MCMC proporcionen una aproximació a la distribució a posteriori exacta d'un paràmetre; això és, aproximen la distribució a posteriori dels paràmetres, a partir d'un nombre fix d'observacions mostrals (n). Per contra, els procediments freqüentistes basats en criteris com la consistència estan vinculats amb els efectes positius de les mostres grans (és a dir, n gran).

Una de les propietats de l'algorisme M-H és que no necessita, al contrari del mètode de mostreig de Gibbs, que tot el conjunt de distribucions condicionals estigui disponible per simular mostres. Es pot emprar en blocs o variable a variable. A continuació s'explica aquesta segona opció.

Per generar una mostra procedent de $f(X)$, on X pot ser una variable aleatòria vector o escalar, el primer pas és trobar un *kernel* $p(X,Y)$ que tingui distribució invariant $f(\cdot)$. Amb aquest objectiu es defineix el *kernel* (o densitat de transició) reversible $q(\cdot, \cdot)$, que compleix:

$$f(x)q(x,y) = f(y)q(y,x)$$

I si q és reversible, llavors

$$\begin{aligned} P(y \in A) &= \int_A \int_{\mathbb{R}^d} f(x)q(x,y) dx dy \\ &= \int_A \int_{\mathbb{R}^d} f(y)q(y,x) dx dy \end{aligned}$$

¹¹⁹ Geman i Geman (1984) van donar-li el nom de mètode de Gibbs per primera vegada (Gelman et al., 2004; p. 308).

$$= \int_A f(y)dy.$$

Aquesta propietat mostra que $f(\cdot)$ és la distribució invariant del *kernel* $q(\cdot, \cdot)$ perquè la probabilitat de què y estigui continguda en A es calcula a partir de $f(\cdot)$. El seu compliment ajuda a trobar el *kernel* que té la distribució objectiu desitjada. Chib i Greenberg (1995) van demostrar que aquesta propietat també es pot complir si partim d'un densitat proposada no reversible: cal convertir en reversible el *kernel* irreversible.

Si una densitat de transició és no reversible, per a qualsevol parell (x, y) es compleix

$$f(x)q(x, y) > f(y)q(y, x).$$

L'algorisme M-H tracta aquesta situació multiplicant totes dues parts de la desigualtat per una funció $\alpha(\cdot, \cdot)$ que converteix el *kernel* irreversible $q(\cdot, \cdot)$ en el *kernel* reversible $p(x, y) = \alpha(x, y)q(x, y)$ de tal manera que:

$$f(x)\alpha(x, y)q(x, y) = f(y)\alpha(y, x)q(y, x) \quad \text{Equació 6.16}$$

L'expressió $\alpha(x, y)q(x, y)$ s'interpreta com segueix: si l'actual estat del procés és x , es genera un valor y de la densitat de transició $q(x, y)$ que mou –fa saltar– el procés a y amb probabilitat $\alpha(x, y)$. Si es rebutja el salt del procés a y , aquest roman en x . Diem que $q(x, y)$ és la densitat proposada perquè fa el mateix paper que la densitat proposada de l'algorisme AR. Malgrat aquesta mateixa denominació els dos algorisme són molt diferents. En el cas AR, l'algorisme continua generant valors fins que s'accepta un candidat. Per contra, el mètode M-H retorna l'estat actual del procés com a següent estat quan es rebutja un candidat i continua a la següent iteració. Això implica que en una simulació poden aparèixer valors repetits.

Cal notar que aquest *kernel* de transició (o densitat de transició) combina un *kernel* continu $q(x, y)$ i una funció massa de probabilitat $\alpha(x, y)$. La forma de definir $\alpha(x, y)$ és la següent qüestió. Suposem que

$$f(x)q(x, y) > f(y)q(y, x).$$

A grans trets, aquesta expressió significa que la densitat de transició va de x cap a y amb major probabilitat que de y cap a x . En conseqüència, si el procés es troba en

l'estat y i el *kernel* proposa un moviment cap a x , aquest moviment s'hauria de fer amb una probabilitat alta. Això es pot aconseguir imposant $\alpha(y,x) = 1$. Llavors $\alpha(x,y)$ està determinada, ja que per l'Equació 6.16, $f(x)q(x,y)\alpha(x,y) = f(y)q(y,x)$. I això implica que:

$$\alpha(x,y) = \begin{cases} \min\left\{\frac{f(y)q(y,x)}{f(x)q(x,y)}, 1\right\}, & \text{si } f(x)q(x,y) \neq 0, \\ 0, & \text{resta de casos.} \end{cases}$$

Per calcular $\alpha(x,y)$ no cal pas una constant perquè queda cancel·lada amb el quocient $f(y)/f(x)$.

L'algorisme bàsic M-H es pot resumir en dues passes:

1. Donat x , es genera Y a partir de $q(x,y)$.
2. Es genera U a partir de $U(0,1)$.

Si $U \leq \alpha(x,Y) = \min\left\{\frac{f(Y)q(Y,x)}{f(x)q(x,Y)}, 1\right\}$, llavors s'obté Y .

En cas contrari, s'obté x i es retorna al punt 1.

Greenberg (2008) apunta, en aquest sentit, la importància del teorema formulat per Tierney (1994, p. 1713) que garanteix la convergència a la funció objectiu quan es tracta de *kernels* obtinguts amb l'algorisme Metropolis. Diu el següent:

Teorema 4

Suposem que P és un *kernel* Metropolis π -irreductible. Llavors, P és Harris recurrent.

Un tema rellevant en l'aplicació d'aquest algorisme és la selecció de la densitat proposada $q(\cdot, \cdot)$. En molts casos hi ha nombroses possibilitats i la selecció depèn del criteri de l'investigador/a, tot i que en l'elecció hi intervenen força elements. Hi ha dos *kernels* senzills, que no són necessàriament bons, un és la densitat de transició que segueix un camí aleatori i l'altre la densitat de transició d'independència.

El *kernel* camí aleatori es genera a partir del valor corrent del procés x , sumant-li una variable o un vector aleatori u . És a dir $y = x + u$, on la distribució de u és coneguda. La funció de densitat candidata és igual al valor actual més un soroll o terme d'error, per aquesta raó rep el nom de cadena de camí aleatori (*random walk chain*).¹²⁰ Si aquesta distribució és simètrica al voltant de zero, és a dir $h(u) = h(-u)$, el *kernel* compleix la propietat de simetria $q(x, y) = q(y, x)$, el que implica que $\alpha(x, y) = f(y)/f(x)$. En conseqüència, amb un *kernel* camí aleatori un moviment de x a y es produeix per a $f(y) > f(x)$. Un moviment des d'un punt de densitat major cap a un altre de densitat menor no és pas impossible per bé que la probabilitat d'un moviment d'aquests característiques $f(x)/f(y)$ és inferior a la unitat. Aquesta és la tècnica MCMC que emprava Amos 7.0 per simular distribucions multivariants.¹²¹

En segon lloc, el *kernel* d'independència compleix la propietat de què $q(x, y) = q(y)$; és a dir, la funció de densitat proposada és independent de l'estat actual de la cadena, x . En aquests tipus de *kernels*,

$$\alpha(x, y) = \frac{f(y)/q(y)}{f(x)/q(x)}.$$

Els comentaris sobre la probabilitat d'un moviment són similars a la cadena de camí aleatori si substituïm $f(\cdot)$ per $f(\cdot)/q(\cdot)$.

Una vegada vistos els elements bàsics de l'estadística bayesiana i de la metodologia MCMC, a continuació tornem als models d'equacions estructurals. Revisarem, en primer lloc, com es procedeix a la seva estimació amb aquestes tècniques per, posteriorment, presentar alguns contrastos de bondat de l'ajust.

6.5. Estimació bayesiana de models d'equacions estructurals

Podem emprar la matriu de dades original com una alternativa a l'habitual anàlisi de l'estructura de la covariància basada en la matriu de covariàncies mostrals. Per a l'explicació d'aquest enfocament seguim Lee (2007). L'estratègia que es fa servir és la

¹²⁰ Chib i Greenberg (1995).

¹²¹ Es tracta de la metodologia emprada per defecte. Alternativament com ja s'ha comentat abans, també es pot fer servir la metodologia hamiltoniana.

següent: primer es tracten les variables latents i les mesures latents (que poden ser valors perduts o mesures contínues subjacents a les variables de tipus discret) del model com si fossin valors perduts. Un cop completada la matriu de dades s'analitza el model a partir del conjunt complet de dades que conté les dades observades i totes les dades mancants. Com que el conjunt complet de dades és més fàcil de tractar, les dificultats induïdes per la complexitat del model degudes a la presència de variables no observades, es veuen alleujades.

L'aproximació bayesiana proporciona flexibilitat gràcies a la possibilitat d'emprar informació prèvia, procedent d'estudis anteriors i del coneixement sobre el fenomen, útil per assolir millors resultats. D'altra banda, i a diferència del que passa amb mètodes com el de màxima versemblança o el de mínims quadrats generalitzats, es pot treballar amb mides mostrals més petites.¹²² Finalment, la distribució a posteriori dels paràmetres i de les variables latents es pot estimar fent servir un nombre suficientment gran d'observacions que se simulen a partir de la distribució a posteriori dels paràmetres desconeguts mitjançant l'ús d'eines com la simulació MCMC. Les mitjanes, així com els quantils, d'aquestes distribucions posteriors es poden estimar a partir de les observacions simulades. Aquestes quantitats són útils per fer inferència estadística. Per exemple, els estimadors bayesians dels paràmetres desconeguts i de les variables latents es poden obtenir a partir de les corresponents mitjanes mostrals de la distribució a posteriori. A partir d'aquests estimadors es poden obtenir els estimadors dels residus. En models complexos, aquests estimadors del residus poden ser útils per avaluar la bondat de l'ajust del model proposat i per detectar la presència d'outliers.

Distribucions a priori

En general, però, s'assignen valors als hiperparàmetres en les distribucions conjugades a priori. S'ha demostrat, segons refereix Lee, que aquestes distribucions es comporten bé en la majoria de les anàlisis bayesianes dels models d'equacions estructurals.

Prenem com a exemple la següent equació de mesura d'un model d'anàlisi factorial confirmatòria

$$y_i = \Lambda \omega_i + \delta_i$$

¹²² Atès que no es treballa sota la hipòtesi de normalitat.

On ω_i , de dimensió $q \times 1$, segueix una distribució $N[0, \Phi]$; i δ_i segueix una distribució $N[0, \Psi_\delta]$ amb Ψ_δ matriu diagonal amb elements $\psi_{\delta k}$. Finalment, ω_i i δ_i són independents.

Sigui Λ_k^T la fila i -èssima de la matriu Λ . Un tipus de distribució conjugada a priori de $(\Lambda_k, \psi_{\delta k})$ és

$$\begin{aligned} \psi_{\delta k} &\approx \text{Gamma Inversa}(\alpha_{0\delta k}^*, \beta_{0\delta k}^*) \text{ o, de forma equivalent,} \\ \psi_{\delta k}^{-1} &\approx \text{Gamma}(\alpha_{0\delta k}, \beta_{0\delta k}) \text{ i } [\Lambda_k | \psi_{\delta k}] \approx N[\Lambda_{0k}, \psi_{\delta k}, H_{oyk}] \end{aligned} \quad \text{Equació 6.17}$$

On $\alpha_{0\delta k}$, $\beta_{0\delta k}$, $\alpha_{0\delta k}^*$, $\beta_{0\delta k}^*$, i els elements de Λ_{0k} i H_{oyk} són hiperparàmetres. I H_{oyk} és una matriu definida positiva.

Mentre que la distribució conjugada a priori de Φ^{-1} és una distribució q -dimensional Wishart inversa,

$$\begin{aligned} \Phi^{-1} &\approx W_q(R_0, \rho_0) \text{ o, de forma equivalent,} \\ \Phi &\approx IW_q(R_0^*, \rho_0) \end{aligned}$$

On $W_q(R_0, \rho_0)$ és una distribució Wishart q -dimensional amb hiperparàmetres ρ_0 i una matriu definida positiva R_0 , i $IW_q(R_0^*, \rho_0)$ és una distribució Wishart inversa amb hiperparàmetres ρ_0 i matriu definida positiva R_0^* . Aquesta és una extensió multivariant de la distribució a priori de $\psi_{\delta k}^{-1}$ que apareix a l'Equació 6.17.

La distribució conjugada a priori de les equacions estructurals, o equacions de variable latent, és anàloga a la de les equacions de mesura ja que els dos sistemes del model d'equacions estructurals tenen una forma similar.

Si no es coneixen els hiperparàmetres de les distribucions conjugades a priori, aquests s'han de tractar com a paràmetres desconeguts que, per tant, tenen la seva pròpia distribució a priori en una anàlisi bayesiana plena. Aquestes distribucions hiper-a-priori també tenen paràmetres desconeguts. Per conveniència, doncs, s'assignen valors fixes coneguts als hiperparàmetres en les distribucions conjugades a priori.

Quan no es disposa d'informació a priori suficient i la mida mostral és petita, resulta més convenient emprar una distribució a priori no informativa. Les següents són habituals en els models d'equacions estructurals:

$$p(\Lambda, \Psi_\delta) \propto p(\psi_{\delta_1}, \dots, \psi_{\delta_p}) \propto \prod_{k=1}^p \psi_{\delta_k}^{-1}, \text{ i } p(\Phi) \propto |\Phi|^{-(q+1)/2} \quad \text{Equació 6.18}$$

L'Equació 6.18 considera, de forma implícita, que la distribució a priori dels paràmetres desconeguts de Λ és proporcional a una constant. En aquesta distribució a priori no informativa no hi està involucrat cap hiperparàmetre. Aquest és el tipus de distribució a priori que empra Amos 7.0.

Anàlisi a posteriori

L'estimació bayesiana de θ normalment queda definida per la mitjana o la moda de $p(\theta|Y)$. Quan els models són complexos a nivell teòric la mitjana de la distribució a posteriori $[\theta|Y]$ es pot obtenir mitjançant la integració. En moltes situacions aquesta integració no té pas un valor tancat. Malgrat això, si podem simular un nombre suficientment gran d'observacions de $[\theta|Y]$ (o de $p(\theta|Y)$) podem aproximar la mitjana i/o altres estadístics d'utilitat. Per tant, esdevé important poder disposar de mètodes eficients per obtenir observacions de la distribució a posteriori (o de la densitat a posteriori).

Un element important per a la simulació de distribucions posteriors és l'augmentació de dades, proposada per Tanner i Wong (1987). L'estratègia consisteix en tractar les quantitats latents com si fossin dades hipotèticament perdudes i augmentar les dades observades amb elles de manera que la distribució a posteriori (o la densitat a posteriori) basada en el conjunt complet de dades és, ara, relativament fàcil d'analitzar.¹²³

En models d'equacions estructurals complicats, amb variables latents que es tracten com a hipotètiques observacions perdudes, podem obtenir, normalment, la solució bayesiana a partir del conjunt complet de dades gràcies al procés d'augmentació. De forma més específica, en lloc de treballar amb la densitat a posteriori $p(\theta|Y)$, que

¹²³ Lee cita Rubin (1991), Zeger i Karim (1991) o Albert i Chib (1993). Tots ells demostren la utilitat d'aquest procediment.

recordem que ara resulta intractable, es treballa a partir de $p(\theta, \Omega|Y)$; on la matriu Ω és la matriu que conté les variables latents del model.

En molts casos, però, $p(\theta, \Omega|Y)$ no té encara una forma tancada i resulta difícilós emprar-la directament. Tot i que si partim del conjunt complet de dades (Ω, Y) , la distribució condicional $[\theta, \Omega|Y]$ és generalment una distribució estàndard. A més a més, la distribució condicional $[\Omega|\theta, Y]$ es pot derivar de les equacions del model sense massa dificultat. En conseqüència, podrem aplicar mètodes MCMC per simular observacions de $p(\theta, \Omega|Y)$ a través de l'extracció iterativa de valors de les distribucions de densitat condicionals completes $p(\theta|\Omega, Y)$ i $p(\Omega|\theta, Y)$. Seguint la terminologia MCMC podem anomenar $p(\theta|\Omega, Y)$ i $p(\Omega|\theta, Y)$ distribucions condicionals.

En un model donat, M , suposem que el vector de paràmetres θ i la matriu de paràmetres latents Ω es descomponen respectivament en les següents components o subvector: $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_a)$ i $\Omega = (\Omega_1, \dots, \Omega_b)$. Cada etapa de l'estimació MCMC actualitza les components de θ i de Ω .

S'ha demostrat que sota condicions de regularitat no massa estrictes, la distribució conjunta de $(\theta^{(j)}, \Omega^{(j)})$ convergeix a la distribució a posteriori desitjada $[\theta, \Omega|Y]$ a una taxa exponencial després d'un nombre suficientment gran d'iteracions.¹²⁴ Sigui J aquest nombre suficientment gran d'iteracions. Si no s'han produït suficients iteracions, les observacions simulades poden no ser representatives de la distribució a posteriori. Així mateix, després d'assolir la convergència, les observacions obtingudes en les primeres iteracions s'haurien de descartar perquè encara no formen part de la distribució objectiu de la simulació MCMC.

Lee explica diferents mètodes per determinar el nombre requerit d'iteracions J necessàries per arribar a la convergència. El primer és un mètode gràfic i està basat en la comparació de la forma de les seqüències simulades dels paràmetres individuals. Si hi ha convergència, les seqüències paral·leles generades amb diferents valors de

¹²⁴ Per a aquesta afirmació, Lee (1997) es basa en Geman i Geman (1984) i Geyer (1992).

partida s'haurien d'ajuntar i esdevenir indistingibles. En cas contrari, els corresponents gràfics no es confondran els uns amb els altres.

El segon és un mètode analític proposat per Gelman (1996) que Lee explica per al mètode de Gibbs i que Amos 7.0 fa servir, amb un criteri més restrictiu, amb el mètode de Metropolis. Es tracta del càlcul de l'estimació de la reducció potencial d'escala, o EPSR per les seves sigles en anglès.¹²⁵ El mètode consisteix en el seguiment de cada escalar, cada paràmetre, a estimar de forma individual. Els valors es recalculen a mesura que avancen les iteracions de la següent manera.

Sigui n una amplitud de seqüència de simulació després d'haver descartat la primera part de les simulacions. Per a cada escalar a estimar, ψ , definim ψ_{ij} com l'extracció de K seqüències paral·leles d'amplitud n ; amb $j = 1, 2, \dots, n$ i $k = 1, 2, \dots, K$.

Les variàncies a dins de cada seqüència (B) i entre seqüències (W) es calculen com segueix:

$$B = \frac{n}{K-1} \sum_{k=1}^K (\psi_{\cdot k} - \psi_{\cdot\cdot})^2,$$

$$\text{on } \psi_{\cdot k} = n^{-1} \sum_{j=1}^n \psi_{jk}, \text{ i } \psi_{\cdot\cdot} = K^{-1} \sum_{k=1}^K \psi_{\cdot k}.$$

$$W = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K s_k^2,$$

$$\text{on } s_k^2 = (n-1)^{-1} \sum_{j=1}^n (\psi_{jk} - \psi_{\cdot k})^2.$$

La variància estimada de $\hat{V}ar(\psi|Y)$, és a dir de la variància marginal a posteriori del paràmetre estimat, es pot obtenir a partir de la ponderació de B i W :

$$\hat{V}ar(\psi|Y) = \hat{V}ar(\psi) = \frac{n-1}{n} W + \frac{1}{n} B.$$

I, a partir d'aquí, es defineix EPSR com:

$$\hat{R}^{1/2} = [\hat{V}ar(\psi)/W]^{1/2},$$

¹²⁵ EPSR: Estimated potential scale reduction.

De manera que si la simulació convergeix el valor de $\hat{R}^{1/2}$ tendirà a la unitat. De fet, un valor igual a 1 d'aquest estadístic representa la convergència total. D'altra banda, qualsevol valor superior a la unitat significa que es podria arribar a una distribució a posteriori més precisa augmentant el nombre de mostres simulades en l'anàlisi.

Gelman (1996) i Gelman et al. (2004) suggereixen que s'arriba a la convergència d'aquestes seqüències a nivell de model quan tots els valors EPSR de tots els paràmetres a estimar en el model són inferiors a 1,2. El paquet estadístic Amos empra el nom *Convergence Statistic* (CS) per a aquests valors i, per defecte, fa servir un criteri més restrictiu que el que proposa la literatura ja que estableix la convergència quan tots els valors del CS són inferiors a 1,002 (Arbuckle, 2006).¹²⁶ Amos també disposa d'eines gràfiques per diagnosticar la convergència. La primera és el gràfic de la distribució a posteriori dels paràmetres a estimar en el model, que esperem que en cas de convergència es comportin com una distribució Normal. En segon lloc es disposa del gràfic de la traça, que mostra els valors que pren el paràmetre a cada simulació. Aquest gràfic serveix per analitzar la rapidesa de la convergència o, dit d'una altra manera, el temps que triga el procediment a oblidar els valors inicials del paràmetre estimat. Si s'ha produït la convergència, la forma de la traça en una secció donada no hauria de ser massa diferent a la d'una altra secció. Finalment, també es disposa del gràfic d'autocorrelacions, que mostra la correlació entre el valor mostral del paràmetre en una iteració donada de la simulació i el valor mostral del mateix paràmetre k iteracions després, on $k = 1, 2, 3, \dots$. Habitualment s'espera que els coeficients d'autocorrelació evolucionin cap a zero en augmentar les iteracions i romanguin al voltant d'aquest valor a partir d'un nombre determinat de repeticions de la simulació.¹²⁷

La inferència del model es pot fer a partir d'una mostra simulada d'observacions extretes de $p(\theta, \Omega | Y)$ que anomenarem $\{\theta^{(t)}, \Omega^{(t)}\}$, amb $t = 1, 2, \dots, T^*$ i T^* és el nombre total de mostres simulades. L'estimador bayesià de θ , així com l'estimador de la seva variància es poden obtenir a partir de les següents expressions:

¹²⁶ En general, aquest paquet estadístic imposa condicions més restrictives que les demanades per la teoria ja que el cost de càlcul de les mateixes és petit. En aquest sentit, un cas similar és el nombre d'iteracions inicials que es descarten en MCMC que, per defecte, en Amos és de 500; una xifra també, força més elevada del que habitualment emana la teoria (veure Arbuckle, 2006).

¹²⁷ L'estadístic CS i algunes eines gràfiques es mostren en l'aplicació empírica.

$$\hat{\theta} = \frac{1}{T^*} \sum_{t=1}^{T^*} \theta^{(t)}$$

$$\widehat{Var}(\theta|Y) = (T^* - 1)^{-1} \sum_{t=1}^{T^*} (\theta^{(t)} - \hat{\theta})(\theta^{(t)} - \hat{\theta})'$$

Es pot demostrar (veure Geyer, 1992) que $\hat{\theta}$ tendeix a $E(\theta|Y)$ quan T^* tendeix a infinit. A més, $\hat{\theta}$ té les mateixes propietats en mostres grans que l'estimador màxim versemblant.¹²⁸

A partir de la mostra simulada $\{\theta^{(t)} : t = 1, 2, \dots, T^*\}$ es poden inferir altres estadístics relacionats amb θ . Per exemple, es poden obtenir els intervals bayesians de credibilitat al 95%. La construcció de l'interval a posteriori no depèn de cap resultat asimptòtic. En aquest sentit, la $\widehat{Var}(\theta|Y)$ dóna informació sobre la variabilitat de cadascun dels elements del vector θ però no seria correcte construir una puntuació z per contrastar hipòtesis quan es treballi amb models d'equacions estructurals amb dades no estandarditzades. En l'anàlisi bayesiana general, la contrastació d'hipòtesis es planteja com un problema de comparació de models i es treballa a partir d'alguns estadístics de comparació de models com ara el factor de Bayes.

El nombre total de realitzacions, T^* , necessari per a l'anàlisi estadística depèn de la forma de la distribució a posteriori. Així doncs, l'elecció de diferents valors d'una T^* suficientment gran produirà estimadors similars, tot i que aquests no haurien de ser exactament iguals.

¹²⁸ Cal aclarir que hi ha un problema menor amb les extraccions de simulacions iteratives ja que presenten correlació entre diferents seqüències. En general, la inferència a partir d'observacions correlades és menys precisa que la inferència a partir del mateix nombre d'observacions independents. Per tal d'obtenir mostres menys correlades caldria recollir observacions en cicles d'índex $J+c, J+2c, \dots, J+T^*c$. De tota manera, en la majoria d'aplicacions pràctiques, com ara en l'obtenció dels estimadors puntuals dels paràmetres o dels seus errors estàndard, és suficient treballar amb un valor petit de c . Per tot plegat, Lee fa servir $c=1$ en la seva exposició. Nosaltres seguim la mateixa estratègia per mantenir una notació parsimoniosa.

6.6. Avaluació i Comparació de Models

L'ús de procediments bayesians per estimar models d'equacions estructurals proporciona instruments per avaluar i comparar models que són diferents als disponibles en les metodologies d'estimació clàssiques (màxima versemblança o mínims quadrats generalitzats).¹²⁹

En aquest apartat veurem tres mesures diferents. La primera és el factor de Bayes, la segona és el criteri d'informació de la desviància (*deviance information criterion*) i el tercer és el p-valor a posteriori. Val a dir que els dos darrers estan disponibles en les estimacions MCMC d'Amos.

Factor de Bayes

Aquest és un estadístic bayesià molt important per comparar i seleccionar models.¹³⁰ Es tracta d'un estadístic molt flexible l'aplicabilitat del qual s'ha vist incrementada per l'ús de les metodologies MCMC.

Sigui un conjunt donat de dades Y , amb mida mostral n , sorgit d'algun dels següents dos models competidors M_1 i M_0 . Cada model té la seva respectiva densitat de probabilitat $p(Y|M_1)$ i $p(Y|M_0)$. Sigui $p(M_0)$ la probabilitat a priori de M_0 i sigui $p(M_1) = 1 - p(M_0)$. I sigui $p(M_k|Y)$ la probabilitat a posteriori ($k = 0,1$). A partir del Teorema de Bayes tenim que

$$p(M_k|Y) = \frac{p(Y|M_k)p(M_k)}{p(Y|M_1)p(M_1) + p(Y|M_0)p(M_0)}, \quad k = 0,1$$

D'aquí tenim que ,

$$\frac{p(M_1|Y)}{p(M_0|Y)} = \frac{p(Y|M_1)p(M_1)}{p(Y|M_0)p(M_0)} \quad \text{Equació 6.19}$$

¹²⁹ Per a una revisió dels estadístics disponibles quan s'apliquen les metodologies d'estimació clàssiques veure, entre d'altres, Bollen (1989), Kline (2005) o Byrne (2001).

¹³⁰ En aquest punt, Lee es basa en Berger (1985) i Kass i Raftery (1995).

El factor de Bayes per comparar competidors M_1 i M_0 es defineix com

$$B_{10} = \frac{p(Y|M_1)}{p(Y|M_0)} \quad \text{Equació 6.20}$$

A partir de l'Equació 6.19 veiem que l'odds a posteriori és igual al factor de Bayes multiplicat per l'odds a priori.

En el cas especial en què els models que competeixen tinguin la mateixa probabilitat a priori, és a dir que $p(M_1) = p(M_0) = 0,5$, el factor de Bayes és igual a l'odds a posteriori, o risc relatiu a posteriori, a favor de M_1 . En general, però, és un resum de l'evidència que proporcionen les dades disponibles en favor de M_1 , com a alternativa de M_0 ; en favor de M_0 com a alternativa de M_1 . L'estadístic pot rebutjar una hipòtesi nul·la associada a M_0 o pot, igualment, proporcionar evidència a favor de la hipòtesi nul·la o de la hipòtesi alternativa associada amb M_1 . Així mateix, la comparació no depèn de l'assumpció de què algun dels models és veritat. De fet, de l'Equació 6.20 es desprèn que en la comparació es fa servir el mateix conjunt de dades, Y , de manera que l'estadístic no afavoreix la hipòtesi alternativa (o M_1) en el cas de mostres extremadament grans.

La Taula 6.4, basada en Kass i Raftery (1995), mostra el criteri per interpretar el factor de Bayes a partir tant de l'estadístic B_{10} com de $2 \log B_{10}$. Es tracta, tal i com adverteix Lee (p. 115), d'un conjunt de suggeriments que no s'han interpretar com regles estrictes.

Taula 6.4. Interpretació del factor de Bayes

B_{10}	$2 \log B_{10}$	Evidència contra $H_0 (M_0)$
< 1	< 0	Recolza $H_0 (M_0)$
1 a 3	0 a 2	La diferència entre models no mereix més que un breu comentari
3 a 20	2 a 6	Positiva
20 a 150	6 a 10	Forta
> 150	> 10	Decisiva

Font: Reproduït de Lee (2007, p. 114).

Cal, doncs, molta cautela a l'hora d'interpretar el factor de Bayes, perquè depèn del context específic en què es realitza la comparació. Així, si es comparen dos models no aniuats, M_1 i M_0 , seleccionarem M_0 si $2 \log B_{10}$ és negatiu. Si $2 \log B_{10}$ està entre 0 i

2, caldrà que interpretem que M_1 és lleugerament millor que M_0 i, per tant, seria millor seleccionar M_1 . L'elecció de M_1 és molt més clara quan $2 \log B_{10}$ és superior a 6. D'altra banda, si els models a comparar estan aniuats, de manera que M_0 és una part del model M_1 , més complicat, quan M_1 sigui significativament millor que M_0 , llavors $2 \log B_{10}$ pot ser força més gran que 6. Però quan $2 \log B_{10}$ es trobi a l'interval $(0,2)$, llavors la diferència entre M_1 i M_0 no es mereixerà més que un breu comentari.

DIC: Criteri d'informació de la desviància

Un estadístic de bondat de l'ajust i de comparació de models que té en consideració el nombre de paràmetres desconeguts que hi ha al model és l'estadístic DIC (*deviance information criterion* o criteri d'informació de la desviància).¹³¹ Aquest estadístic es pot entendre com una generalització del criteri d'informació d'Akaike (AIC).

Donat un model M_k amb vector de paràmetres desconeguts θ_k de dimensió d_k , amb $\{\theta_k^{(j)} : j = 1, 2, \dots, J\}$ una mostra simulada d'observacions extretes de la distribució a posteriori, definim

$$DIC_k = -\frac{2}{J} \sum_{j=1}^J \log p(Y | \theta_k^{(j)}, M_k) + 2d_k$$

Quan s'empra per comparar models, se seleccionarà aquell amb menor DIC. El criteri també és vàlid per a models no aniuats.

La càrrega de càlcul associada a l'estadístic DIC és similar a la dels criteris d'informació de Bayes i d'Akaike (BIC i AIC), i força menor que la necessària per al factor de Bayes. Amos 7.0 proporciona l'estadístic DIC per a les simulacions bayesianes MCMC amb variables quantitatives. Quan es declaren variables qualitatives, però, no es calcula aquest estadístic.

¹³¹ Lee cita a Spiegelhalter et al. (2002).

p-valor predictiu a posteriori

El factor de Bayes es pot emprar per verificar la bondat de l'ajust d'un model hipotètic prenent M_0 o M_1 com el model saturat a partir del qual es poden establir les conseqüents comparacions. Tanmateix, en l'anàlisi d'alguns models d'equacions estructurals complexos pot resultar difícil definir un model saturat. En aquests casos no és apropiat aplicar mètodes de comparació de models per obtenir una mesura de la bondat de l'ajust. Una alternativa que no necessita el model saturat és l'obtenció del p-valor predictiu a posteriori.¹³² És la versió bayesiana del p-valor clàssic, és a dir, la probabilitat d'una cua d'un test estadístic sota una hipòtesi nul·la que, ara, depèn tant de les dades com dels paràmetres desconeguts de manera que permet obtenir una mesura de la discrepància entre la mostra i la població (Meng, 1994). S'ha demostrat que aquesta aproximació és senzilla, tant des d'un punt de vista conceptual com des del punt de vista dels càlculs.¹³³

Considerarem que el model proposat és plausible si el p-valor predictiu a posteriori no està lluny de 0,5. Aquesta mesura, però, no s'ha d'emprar per comparar models de manera que només s'hauria d'emprar com un estadístic complementari del factor de Bayes.

Amb aquests tres estadístics de bondat de l'ajust finalitza aquest capítol dedicat als fonaments que sustenten una de les metodologies que emprarem en l'anàlisi empírica d'aquesta recerca i que es presenta en les següents pàgines.

¹³² Meng (1994) va introduir el concepte de *posterior predictive p-values* a partir del treball de Rubin (1984).

¹³³ Lee refereix Gelman et al. (1996).

PART III: ANÀLISI EMPÍRICA

Tal i com es veurà al Capítol 7, el col·lectiu objecte d'estudi està conformat per micro i petites empreses eminentment joves que pertanyen a diferents sectors d'activitat i que, amb major o menor intensitat, estan vinculades a Barcelona Activa.

Barcelona Activa ha conformat un entorn d'innovació (Castells i Vilaseca, dirs. 2007) i és en aquest context on definim la problemàtica d'estudi, que se centra en l'anàlisi de la forma en què les empreses desenvolupen diferents activitats per innovar. Volem esbrinar si algun dels elements habitualment identificats a la literatura, i concretament algun tipus de cooperació, destaca per sobre dels altres; i si complementa o substitueix altres característiques organitzatives o d'estratègia empresarial en la consecució de bons resultats empresarials. En concret, es plantegen les següents hipòtesis de treball:

H1: La cooperació és un determinant de la innovació.

H2: La cooperació de base científica té una rellevància especial com a element afavoridor de la innovació.

H3: Entre els determinants de la cooperació de base científica, la capacitat d'absorció definida aquesta tant per factors externs com interns a l'organització, és d'especial importància. En conseqüència, les empreses que cooperen amb universitats i centres de recerca presenten característiques estructurals i organitzatives diferenciades.

H4: La innovació sustentada en la cooperació de base científica obre nous mercats i facilita l'obtenció de bons resultats empresarials

H5: La forma en què l'empresa es relaciona amb l'entorn i aprofita els recursos externs a l'organització està vinculada amb l'activitat innovadora i depèn de les seves característiques estructurals i organitzatives. Per tant, empreses diferents es recolzaran en un tipus diferent d'agents i institucions per tal d'innovar i obtenir bons resultats empresarials.

Per tal de falsar aquestes hipòtesis, i atès que les dades són majoritàriament qualitatives, s'ha optat per emprar els models d'equacions estructurals estimats amb metodologia MCMC (explicats al Capítol 6), juntament amb altres metodologies

multivariants com la modelització logística o l'anàlisi de conglomerats. Abans, com ja s'ha esmentat, al Capítol 7 es descriu la mostra d'empreses i, de forma breu, se situa en el context català, espanyol i europeu. Considerem que conèixer el comportament univariant de la mostra, així com les seves particularitats, ha de permetre interpretar de forma més acurada l'anàlisi a posteriori.

Així al Capítol 8, amb l'objectiu de verificar la hipòtesi H1, s'analitzaran els determinants de la innovació per tal d'avaluar quina importància té la cooperació; en aquest cas emprant models logístics força senzills. En el Capítol 9 es treballa al voltant de les hipòtesis H2 i H3 de manera que l'interès estarà en determinar la transcendència i els determinants de la cooperació de base científica; combinant, en aquest cas, els models d'equacions estructurals (hipòtesi H2) amb una modelització logit (hipòtesi H3). El Capítol 10 treballarà sobre la hipòtesi H4 per tal d'analitzar la forma en què la cooperació de base científica, i altres elements organitzatius, contribueixen a l'obtenció de resultats a través de la innovació. Els resultats empresarials, de fet, s'estudien a partir de diferents indicadors amb l'objectiu de dotar de consistència als resultats procedents de la modelització de camins crítics. Finalment, al Capítol 11 es fan servir tècniques de reducció de dades i anàlisi clúster per identificar una taxonomia concreta en el si de la mostra i plantejar, posteriorment, els darrers models d'equacions estructurals per validar la darrera hipòtesi, H5. L'objectiu, aquí, és analitzar com altres formes de relació amb l'entorn, i no només la cooperació amb el món científic, contribueixen també a l'obtenció de bons resultats empresarials.

Veurem, al llarg dels capítols, que la definició de les variables comença essent molt àmplia per bé que a mesura que avança l'anàlisi, els conceptes emprats s'afiten, de forma gradual. És necessari procedir d'aquesta manera per tal d'incorporar la màxima precisió a les variables emprades en els models ja que cada forma de cooperar així com cada tipus d'innovació i cada manera de desenvolupar l'activitat innovadora tindran, previsiblement, determinants particulars i provocarà efectes particulars.

Els resultats constitueixen una aportació als estudis sobre cooperació i innovació que, al voltant de les petites i micro empreses, s'estan duent a terme. Per les característiques del treball de camp, però, cal puntualitzar que no són pas representatius de les petites i micro empreses de Barcelona o de Catalunya.

7 Caracterització de les empreses objecte d'estudi

L'objectiu d'aquest capítol és doble. En primer lloc es descriuen les principals característiques de les empreses objecte d'estudi que, tal i com s'ha explicat al Capítol 5, estan vinculades a l'entorn d'innovació de Barcelona Activa. En segon lloc es fa una breu revisió del context empresarial europeu, espanyol i català en relació a la innovació i a la cooperació, de manera que ens permetrà identificar els trets característics de la mostra analitzada. Atès que les dades es van recollir a finals de 2005 es procurarà, sempre que la font ho permeti, comparar amb dades d'aquest període.

A continuació es desenvolupen els dos temes esmentats (apartats 7.1 i 7.2, respectivament). El capítol finalitza amb unes breus conclusions (7.3).

7.1. Principals característiques de la mostra objecte d'estudi

En els següents paràgrafs es descriuen les principals característiques de les empreses objecte d'estudi. En primer lloc s'analitzen els trets més importants de la seva estructura. A continuació es descriurà la seva activitat innovadora i de cooperació amb altres agents econòmics. Els usos de les tecnologies de la informació i les comunicacions precedirà a les característiques bàsiques del finançament emprat per crear l'empresa, tema que acaba la descripció.

7.1.1 Estructura de l'empresa

L'antiguitat mitjana de les empreses és de 3,3 anys (desviació típica, 4,2). L'empresa més jove només fa uns mesos que ha iniciat la seva activitat, mentre que la més antiga compta amb una experiència de 29 anys. Tal i com es pot comprovar a la Taula 7.1, més de la meitat (59,3%) no superen els tres anys d'activitat i en un 92,3% dels casos, l'antiguitat és igual o menor als 10 anys. Es tracta, doncs, d'un col·lectiu d'empreses força jove.

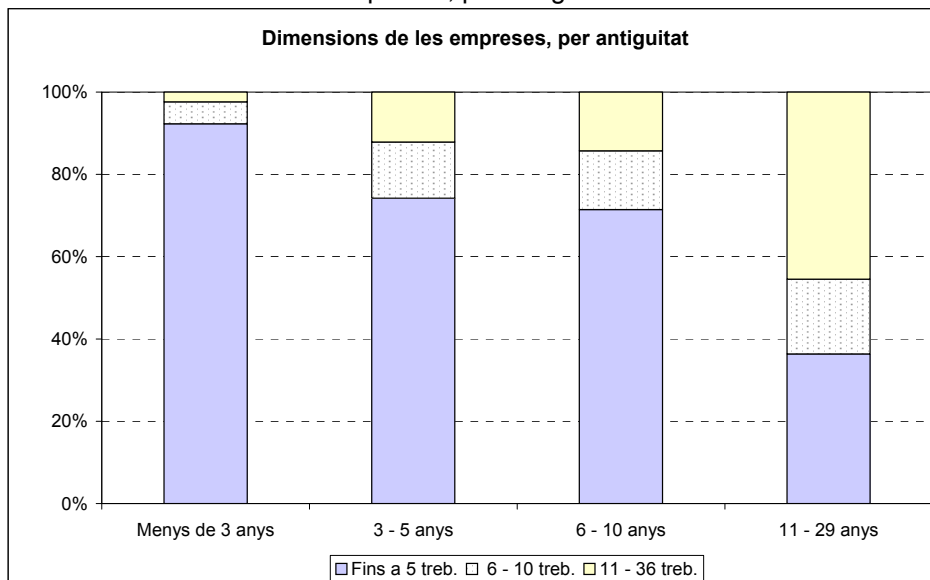
Taula 7.1. Antiguitat de les empreses de la mostra

	Freqüència	Percentatge
Menys de 3	169	59,3%
De 3 a 5 anys	66	23,2%
De 6 a 10 anys	28	9,8%
D'11 a 29 anys	22	7,7%
Total	285	100 %

Font: elaboració pròpia.

La definició d'empresa jove varia amb l'autor. Per exemple, McDougall (2003), seguint Biggadike (1979) i Miller i Camp (1985), considera que una empresa és nova si té fins a 8 anys d'antiguitat; mentre que Lee et al. (2001), consideren joves les empreses que no superen els 11 anys. Altrament, on sí trobem un major consens és en la distinció entre empresa naixent i consolidada. En general, es considera que una empresa ja s'ha consolidat quan supera els 3 anys d'activitat i és naixent en cas contrari.¹³⁴ La barrera dels tres anys ve donada per l'elevada taxa de tancament (mortalitat) de les empreses joves, de manera que superar aquesta frontera és un signe de la fortalesa del negoci.

Gràfic 7.1. Dimensió de les empreses, per antiguitat



Font: Elaboració pròpia.

El nombre de treballadors i l'antiguitat del negoci estan positivament relacionades, en particular quan es tracta d'empreses joves. A mesura que un negoci madura tendeix a augmentar el personal contractat, per bé que hi ha empreses que decideixen mantenir-se en unes dimensions reduïdes. En la mostra d'empreses, l'edat i el nombre de treballadors/es (equivalent a temps complet) presenten una correlació positiva del

¹³⁴ Al Projecte GEM una empresa consolidada és aquella que porta 42 mesos o més operant (Guallarte, 2006).

41,2%.¹³⁵ El Gràfic 7.1 mostra que la dimensió de les empreses augmenta en fer-ho l'antiguitat de les mateixes. En concret, el percentatge d'empreses amb menys de 5 treballadors/es és del 92,3% entre les que tenen fins a tres anys d'antiguitat, i del 36,4% entre les que porten més de 10 anys en actiu.

Taula 7.2. Empreses per sector d'activitat

	Freqüència	Percentatge
Sector TIC	82	28,8%
Altres serveis	69	24,2%
Serveis empresarials	60	21,1%
Serveis personals i activitats socials	27	9,5%
Distribució comercial	26	9,1%
Producció industrial	21	7,4%
Total	285	100%

Font: Elaboració pròpia.

En relació a l'activitat, tal i com queda recollit a la Taula 7.2, es comprova que els sectors més habituals en la mostra objecte d'estudi són el sector TIC, amb gairebé un terç de les empreses en aquest sector, el sector Altres serveis (24,2%), i el de Serveis empresarials (21,1%). La primacia d'aquestes activitats respon a l'estratègia de Barcelona Activa que, d'una banda, adreça la seva oferta de serveis generals a tot tipus d'empreses mentre que, d'una altra, imposa el compliment de determinats requisits per accedir a serveis de major valor afegit com ara el viver d'empreses. Aquests requisits prioritzen les empreses innovadores que fan un ús intensiu de les TIC i influeixen en les característiques de la resta d'empreses que s'apropen a la institució.¹³⁶

Taula 7.3. Empreses per nombre de socis/sòcies fundadors

	Freqüència	Percentatge
1 soci fundador	60	21,1%
2 socis fundadors	119	41,8%
3 socis fundadors	65	22,8%
4 socis fundadors	21	7,4%
5 o més socis fundadors	20	7,0%
Total	285	100%

Font: Elaboració pròpia.

La Taula 7.3 mostra que el més habitual és que les empreses les creïn entre dos o tres socis o sòcies (64,6%). En un 7% dels casos se superen els quatre socis, produint-se un cas extrem en què el nombre de socis ascendeix a 28. Es considera que les empreses creades per dues o més persones disposen d'un cert avantatge perquè a major nombre de persones implicades, major pot ser la varietat de coneixement

¹³⁵ Significativa a tots els nivells habituals (p -valor = 0,000).

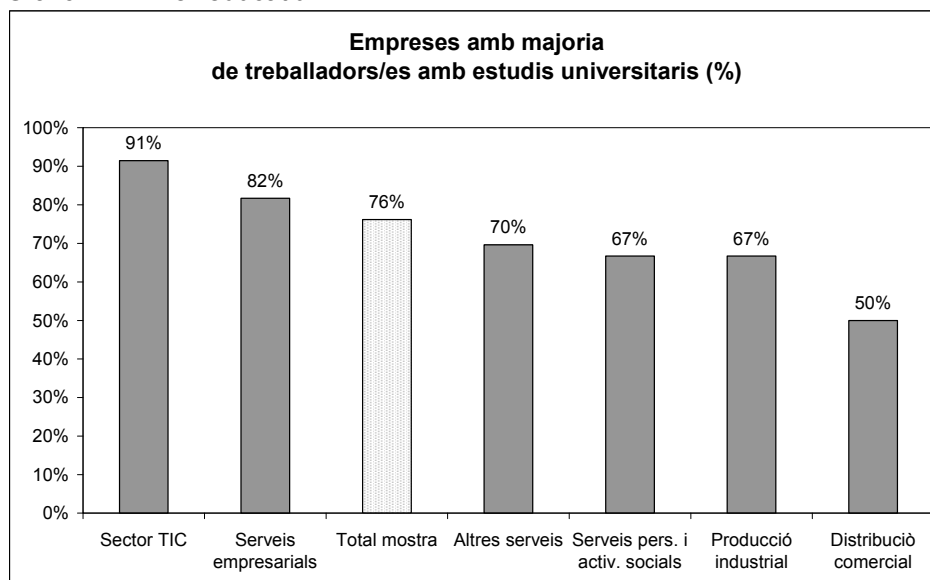
¹³⁶ Castells i Vilaseca. (dirs.), 2007.

disponible en el si de l'empresa (Freel, 1998). Sembla, però, que la presència d'un nombre massa elevat de socis fundadors pot dificultar la presa eficient de decisions estratègiques en els seus primers anys d'activitat (Stam i Schutjens, 2005), provocant la marxa d'algun dels socis/sòcies fundadors o el tancament del negoci.

El nivell de educatiu majoritari entre els treballadors/es de les empreses objecte d'estudi es correspon amb els estudis superiors en un 76% dels casos. Es tracta d'empreses petites on el personal ha de ser molt flexible, d'aquí la primacia d'un elevat nivell d'instrucció, tant en termes mitjans del conjunt de la mostra com en aquells sectors en què els requeriments tecnològics i de formació són més elevats.

El nivell d'estudis no té una relació significativa amb les dimensions de l'empresa (en nombre de treballadors a temps complet) per bé sí que presenta diferències significatives en funció del sector d'activitat (veure Gràfic 7.2). El sector de la distribució comercial és el que presenta un capital humà amb menor nivell d'instrucció, mentre que en el sector TIC pràcticament totes les empreses compten, majoritàriament, amb personal que ha completat estudis universitaris.¹³⁷

Gràfic 7.2. Nivell educatiu



Font: Elaboració pròpia.

Finalment, per les característiques de la mostra resulta rellevant fer esment de la relació de les empreses amb Barcelona Activa i, en concret, dels trets especials

¹³⁷ La pregunta original a partir de la qual s'ha construït la variable és "Majoritàriament, quin és el màxim nivell educatiu que han assolit els treballadors/es de la seva empresa? (a escollir només una opció) 1 Sense estudis / Estudis primaris, 2 Estudis secundaris, 3 Estudis universitaris".

d'aquelles que tenen experiència de viver. Direm que una empresa té experiència de viver (EV) si actualment o en el passat ha estat localitzada als espais d'incubació de Barcelona Activa. Un 27,7% de les empreses té perfil EV, segons mostra la Taula 7.4. Les empreses amb experiència de viver són significativament més madures que els altres negocis de la mostra i, conseqüentment, són significativament més grans. D'altra banda, la distribució sectorial també és significativament diferent (Gràfic 7.3) ja que mentre gairebé la meitat d'empreses amb experiència de viver (EV) pertanyen al sector TIC (49,5%), el sector majoritari de la resta d'empreses és Altres serveis (30,1%). Aquesta distribució, novament, està motivada pels objectius que regeixen els espais d'incubació de l'agència de desenvolupament local.

Taula 7.4. Principals trets de les empreses, segons l'experiència de viver

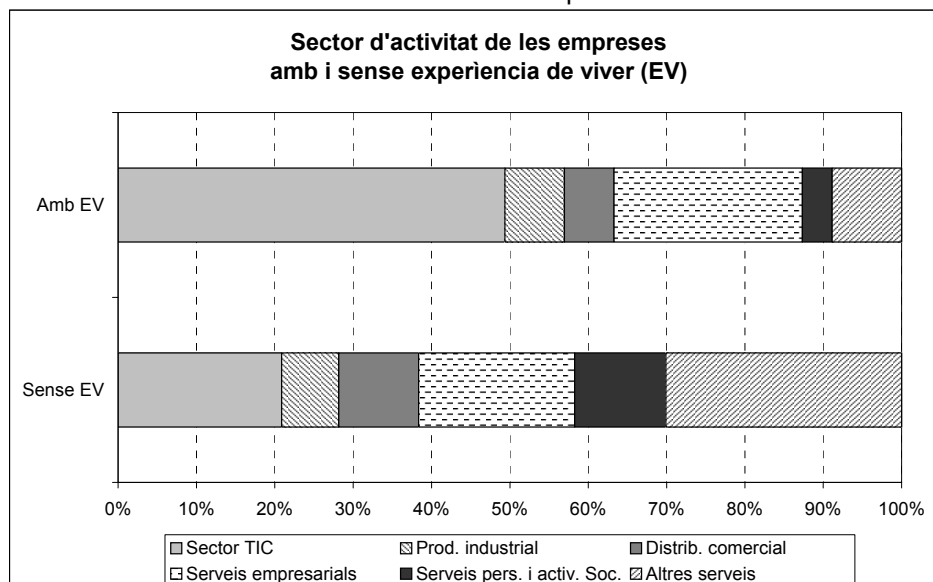
	Amb experiència de viver	Sense experiència de viver	Total mostra
% sobre el total de la mostra	27,7%	72,3%	100%
Antiguitat mitjana (anys)	4,6 ¹	2,8 ¹	3,3
Nombre mitjà de treballadors/es (equivalent a temps complet)	6,7 ²	3,8 ²	4,6

Font: Elaboració pròpia.

¹ Mitjanes significativament diferents (ANOVA, p-valor: 0,001)

² Mitjanes significativament diferents (ANOVA, p-valor: 0,000)

Gràfic 7.3. Distribució sectorial en funció de l'experiència de viver

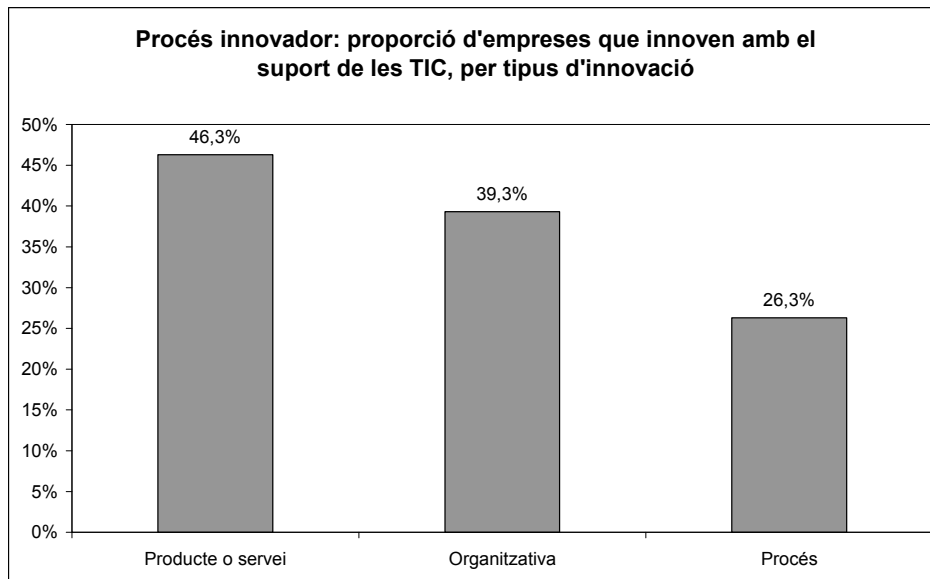


Font: Elaboració pròpia.

7.1.2 Activitat innovadora

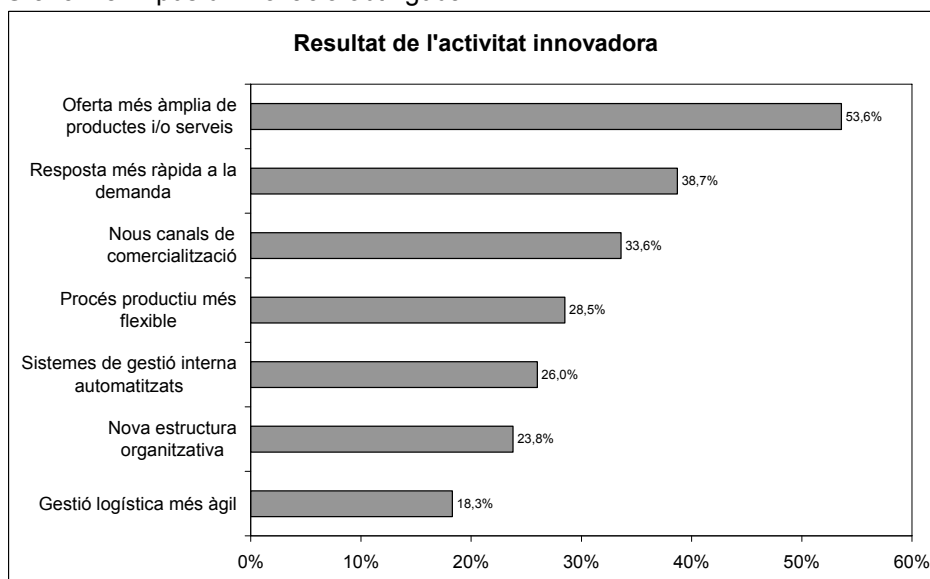
En total, un 65,3% de les empreses ha innovat amb el suport de les TIC. Els processos innovadors més habituals són els de producte o servei, presents en casi la meitat dels casos (46,3%), mentre que els menys habituals són els de procés (26,3%) tal i com es pot veure al Gràfic 7.4. Així mateix, la meitat de les empreses ha introduït un únic tipus d'innovació, mentre que el 28,5% n'ha introduït dos i un 21,5% ha fet innovació dels tres tipus, de producte o servei, de procés i organitzativa.

Gràfic 7.4. Procés innovador



Font: Elaboració pròpia.

Gràfic 7.5. Tipus d'innovació obtinguda



Font: Elaboració pròpia.

A l'enquesta també s'han recollit els resultats de l'activitat innovadora. Més de la meitat de les empreses de la mostra declaren haver ampliat l'oferta (productes o serveis) gràcies a la innovació. Aquest és el resultat més habitual, mentre que l'obtenció d'una gestió logística més àgil és el menys comú (veure Gràfic 7.5).

A nivell organitzatiu, més d'un terç de les empreses compten amb departament propi d'R+D (35,5%, Taula 7.5), tot i que la font més important d'innovacions és el propi personal de l'empresa (65,0%). Finalment, com a mesura de l'activitat innovadora de les empreses, tot i que és molt restrictiva, s'han considerat les patents i els registres. En la mostra objecte d'estudi, un 18,5% de les empreses declaren que disposen d'una patent o un registre.

Taula 7.5. Origen de les innovacions introduïdes
(Categories no excloents)

Departament propi d'R+D+i	35,5%
Consultoria	15,2%
Personal de l'empresa en general	65,0%

Font: Elaboració pròpia.

7.1.3 Cooperació

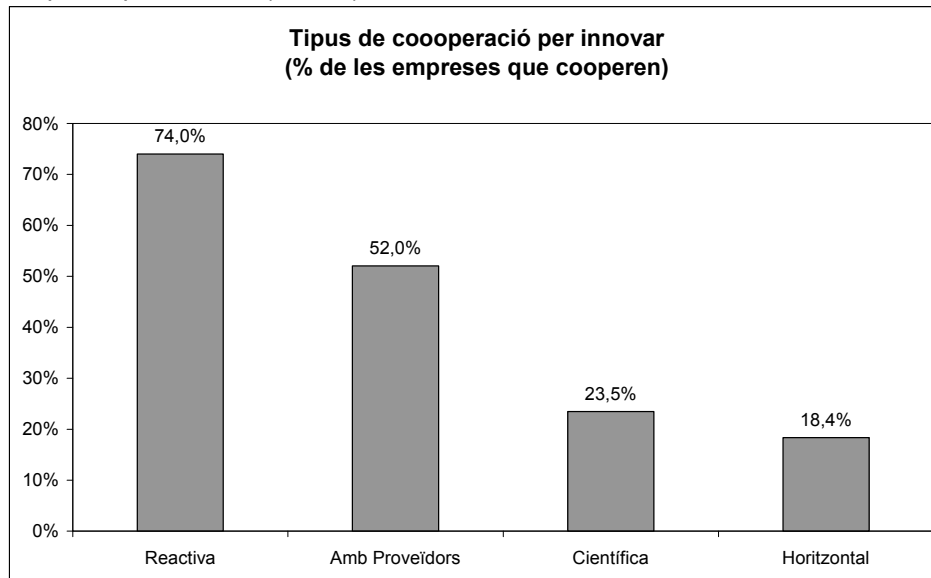
Un 68,8% de les empreses analitzades declara haver establert vincles de cooperació per tal d'innovar. Els acords de cooperació considerats poden ser de tipus formal o informal, sense una durada especificada.

A efectes descriptius s'han definit quatre categories de cooperació (veure Gràfic 7.6). Entre les empreses que cooperen, la cooperació més habitual és la de tipus reactiu, que és la que es duu a terme amb distribuïdors i/o usuaris finals. Està present en tres de cada quatre empreses. La meitat d'empreses que cooperen per innovar ho fan amb proveïdors. Aquesta és la segona categoria en importància; i inclou tant els proveïdors de tecnologia com la resta de proveïdors. Una de cada quatre empreses que cooperen ho fa amb el món científic, és a dir amb universitats o amb centres d'innovació no universitaris. En darrer lloc, i amb una importància marcadament inferior, es troba la cooperació horitzontal, per sota del 20%, que és la que es desenvolupa amb empreses competidores.

És interessant destacar l'elevada proporció d'empreses de la mostra que cooperen per innovar. Es comprova, així mateix, que no hi ha diferències significatives en

l'establiment o no d'acords de cooperació en funció de la dimensió, l'antiguitat o el sector d'activitat de l'empresa. Considerem que aquests resultats són el reflex, en primer lloc, de la petita dimensió de les empreses; i en segon lloc, de l'estratègia i les finalitats de Barcelona Activa envers les empreses que s'apropen a la institució.

Gràfic 7.6. Presència dels diferents tipus de cooperació entre les empreses que cooperen per innovar (N=196)



Font: Elaboració pròpia.

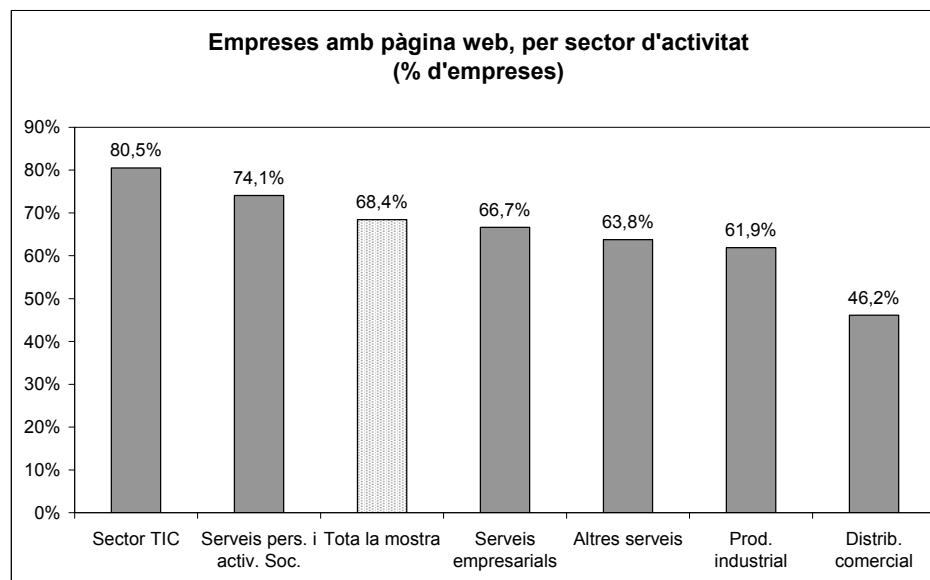
7.1.4 Usos TIC

La mesura de l'ús de les tecnologies de la informació i les comunicacions en les empreses es fa a partir de tres indicadors: la forma d'accedir a Internet; la presència a Internet mitjançant una pàgina web de l'empresa; i la implantació del comerç electrònic.

En pràcticament tots els casos, les empreses de la mostra disposen de connexió a Internet (98,9%), principalment mitjançant ADSL, cable o banda ampla. Les que no en tenen es dediquen, en tots els casos, a la prestació de serveis a les persones de baix valor afegit. D'altra banda, tenen pàgina web en gairebé un 70% dels casos, xifra que se situa molt per sobre de la mitjana catalana (Gràfic 7.7). A Catalunya, el 95,2% de les empreses amb més de 10 treballadors/es disposa de connexió a Internet, xifra que

cau fins al 44,8% en el cas de les micro empreses; mentre que el 56,0% de les empreses amb més de 10 treballadors/es disposa de pàgina web.¹³⁸

Gràfic 7.7. Usos de tecnologies de la informació i les comunicacions
Per sector d'activitat



Font: Elaboració pròpia.

En el si de la mostra, l'activitat de l'empresa condiona de forma significativa la presència a la xarxa, de manera que les empreses del sector TIC afirmen tenir pàgina web en un 80,5% del casos mentre que la xifra disminueix fins a un 46,2% dels casos entre les del sector de la distribució comercial. Es confirma, a la vista d'aquesta informació que l'entorn en què opera un negoci condiona les decisions al voltant de la forma en què es comunica amb el mateix.

Finalment, les empreses que fan comerç *on line* són minoritàries. En concret les que venen els seus productes i serveis a la xarxa no arriben al 30%, mentre que les que s'aprovisionen a Internet són el 40% (Gràfic 7.8). Aquestes xifres mostren una activitat comercial a la xarxa superior al del conjunt espanyol, on un 8,9% d'empreses fa vendes *on line* i un 17,3% compra a través d'Internet.¹³⁹ Com en el cas d'Espanya, s'observa que la venda a Internet està significativament relacionada amb l'aprovisionament electrònic, ja que un 84,1% de les empreses que fan venda *on line* també s'aprovisionen a través de la xarxa.¹⁴⁰

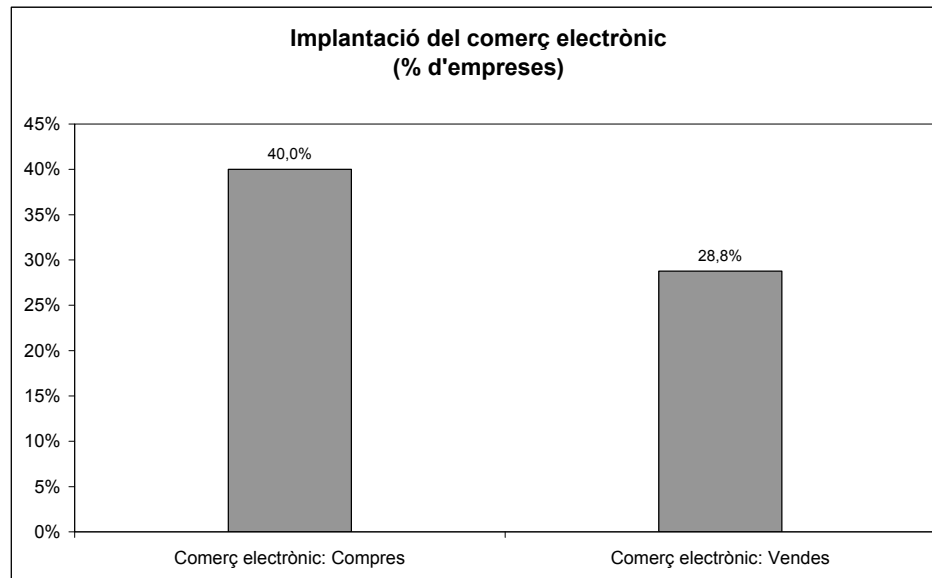
¹³⁸ Enquesta sobre l'ús de les TIC i comerç electrònic a les empreses 2005/06 (www.ine.es, data de consulta febrer 2008).

¹³⁹ Enquesta sobre l'ús de les TIC i comerç electrònic a les empreses 2005/06 (www.ine.es, data de consulta febrer 2008). Dades referides a empreses de 10 o més treballadors/es.

¹⁴⁰ Prova de la Ji-quadrat de Pearson: p-valor = 0,000.

A nivell sectorial, les empreses del sector TIC són les que més compren *on line* (54,9%) i les que més venen a la xarxa (34,1%). Les que menys compren *on line* són les del sector industrial (19,0%) que també presenten una baixa taxa de vendes electròniques (19,0%). Tanmateix, les que menys venen *on line* són les que es dediquen als serveis personals i les activitats socials (14,8%), amb una taxa una mica superior en relació a l'aprovisionament *on line* (25,9%).

Gràfic 7.8. Activitats comercials a la xarxa



Font: Elaboració pròpia.

Com en el cas de la innovació i l'establiment d'acords de cooperació per a la innovació, les empreses objecte d'estudi destaquen per un ús de les TIC superior a la mitjana catalana.

7.1.5 Evolució del negoci i resultats empresarials

L'evolució de les empreses de la mostra és força favorable, tal i com queda recollit a la Taula 7.6. En un 87,0% dels casos el nombre de treballadors/es es manté o augmenta respecte de l'any anterior, mentre que la facturació ho fa en un 80% de les ocasions. Més de la meitat de les empreses espera obtenir beneficis l'any en curs (58,2%), i es comprova que aquesta variable està positivament relacionada amb l'antiguitat de l'empresa.¹⁴¹ D'altra banda, les empreses millor posicionades representen gairebé un

¹⁴¹ Associació positiva (p-valor = 0,000).

terç del total (32,5%). En aquesta categoria hi ha les que preveuen tenir beneficis i, a la vegada, ha incrementat tant el nombre de treballadors/es com la facturació.

L'activitat als mercats exteriors no és massa elevada, ja que només un terç de les empreses són exportadores. La capacitat exportadora és independent del sector d'activitat en el context de la mostra, tot i que les empreses que declaren tenir accés als mercats internacionals tendeixen a ser més grans i més experimentades.¹⁴² Finalment, un 22,1% de les empreses venen els seus productes i serveis exclusivament en el mercat català (Taula 7.7).

Taula 7.6. Evolució i resultats de les empreses de la mostra

	Augmenta	Es manté	Disminueix	No contesta
Evolució del nombre de Treballadors/es, respecte l'any anterior	33,0%	54,0%	5,3%	7,7%
Evolució de la facturació, respecte l'any anterior	59,3%	20,7%	4,6%	15,4%
	Sí	No	No contesta	
Preveu obtenir beneficis l'any de l'enquesta	58,2%	37,5%	4,2%	

Font: Elaboració pròpia.

Taula 7.7. Empreses de la mostra, segons l'àmbit geogràfic de les vendes

Exporta	33,0%
Alta intensitat exportadora (més del 25%)	11,6%
Mercat exclusivament català	22,1%
No contesta	23,9%

Font: Elaboració pròpia.

7.1.6 Finançament

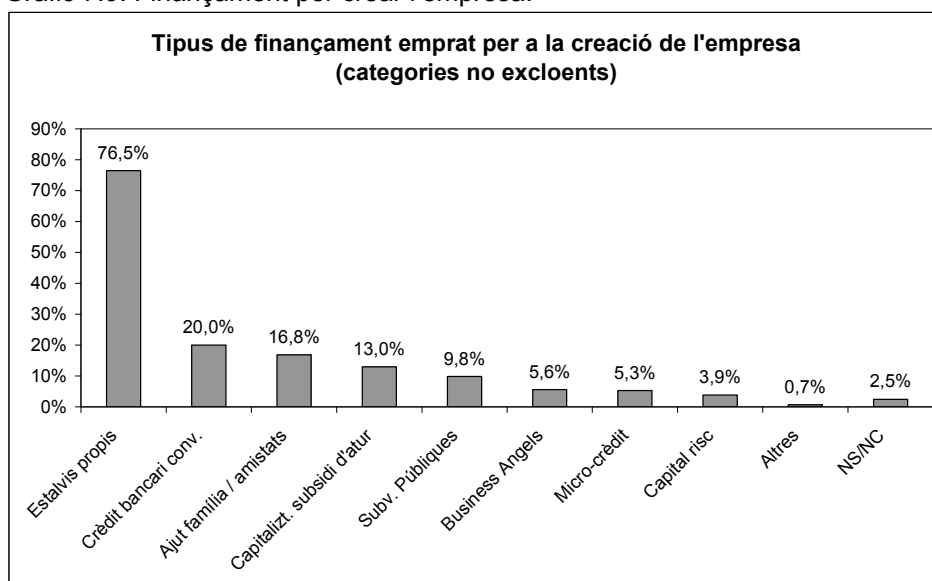
La font de finançament més emprada per a la posada en marxa del negoci són els estalvis propis dels socis fundadors/es (76,5%, veure Gràfic 7.9). En segon lloc, a molta distància de l'anterior hi ha el crèdit bancari convencional, present en un 20% dels casos, amb molta més importància que altres formes de finançament privat més arriscades pels prestamistes. En concret, els *business angels* i el capital risc tenen una presència molt baixa (5,6% i 3,9%, respectivament). No s'han trobat comportaments diferenciats en funció de l'antiguitat, la mida de l'empresa ni el sector d'activitat.¹⁴³

¹⁴² Les diferències són significatives només al 10% i al 5% respectivament (test ANOVA).

¹⁴³ Les diferències entre grups no són estadísticament significatives.

Segons el projecte GEM Catalunya 2005 (Guallarte, dir. 2006), l'agent a qui més recorren les empreses per finançar la posada en marxa de l'empresa és la banca en sentit ampli (bancs i institucions financeres).¹⁴⁴ GEM anomena empreses en fase inicial a aquelles que tenen fins a 3,5 anys. Entre elles, més de la meitat ha emprat aquesta font de finançament convencional (56,4%). L'autofinançament del negoci és la segona categoria més important, present en el 24,9% de les empreses naixents (3 o menys mesos en actiu) i en el 35,7% de les noves (entre 3 i 42 mesos d'activitat). Com en el cas anterior, les categories no són pas excloents.

Gràfic 7.9. Finançament per crear l'empresa.



Font: Elaboració pròpia.

Més enllà de les categories considerades per al finançament inicial, el comportament diferencial de la mostra respecte de la mitjana catalana es pot explicar a causa de les característiques de les empreses objecte d'estudi que, com ja s'ha vist anteriorment, presenten un tarannà més innovador. L'economia espanyola és una de les més bancaritzades de l'OCDE, i en aquest context les empreses innovadores o aquelles en fase de creació són les que troben més dificultats de finançament bancari (Ontiveros et al., 2005).

¹⁴⁴ El projecte GEM (*Global Entrepreneurship Monitor*) s'estableix com un observatori de l'activitat emprenedora a nivell internacional.

7.2. Context europeu, espanyol i català

En aquest apartat es descriu breument la situació de l'activitat innovadora i de la cooperació per a la innovació a la Unió Europea, Espanya i Catalunya.

7.2.1. Activitat innovadora

Segons l'enquesta comunitària d'innovació (CIS-4) d'Eurostat, el 42% de les empreses europees (UE-27) ha dut a terme activitats innovadores en el període 2002-2004.¹⁴⁵ Aquestes xifres fan referència a empreses de 10 o més treballadors/es que han introduït innovacions de producte o servei i de procés. Inclouen, a més, aquelles que, tot i no haver obtingut resultats durant el període de referència, han desenvolupat alguna activitat innovadora i/o l'han abandonat (Eurostat, 2006). Amb un 35% d'empreses que duen a terme activitats innovadores, Espanya se situa en la setzena posició dins el conjunt de països de la Unió molt a prop d'Itàlia (36%), Holanda (34%) i França (33%) però allunyada de les primeres posicions, que corresponen a Alemanya (65%) i Àustria (53%).¹⁴⁶

Les empreses més grans fan més activitat innovadora. Aquest fet, que s'observa a tots els països de la UE-27, s'il·lustra en la Taula 7.8 amb dades seleccionades per a l'agregat de la Unió i per al cas particular d'Espanya.

Taula 7.8. Empreses amb activitat innovadora, per grandària.
Nombre de treballadors/es
Percentatge sobre el total d'empreses en cada categoria. 2002-2004.

	Total	Entre 10 i 49	de 50 a 249	250 i més
UE-27	42%	35%	53%	71%
Espanya	35%	32%	44%	66%

Nota: Innovació de producte o de servei.

Font: CIS 4, Eurostat (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>, data de consulta: 02-03-2007)

Gràcies a l'enquesta CIS, des de l'any 2002 es disposa d'una mesura homogènia de la capacitat innovadora dels estats membres de la UE que, al seu torn, també permet la comparació amb els EUA i el Japó. Aquesta mesura rep el nom d'indicador sintètic d'innovació (SII, per les seves sigles en anglès *Summary Innovation Index*) i es publica

¹⁴⁵ Darrera onada disponible d'enquestes CIS (Eurostat, 2006).

¹⁴⁶ La taula completa es reproduïx a la Taula A4.1 (annex A4).

dins els *European Innovation Scoreboard*.¹⁴⁷ En la seva versió més recent, la de 2006, l'SII es construeix a partir de 25 indicadors parcials que s'agrupen en cinc categories, cadascuna de les quals recull una dimensió diferent de la capacitat innovadora de les economies. En primer lloc, sota la categoria "elements impulsors de la innovació", es recullen un total de 5 indicadors relatius al nivell de formació de la població i a la penetració de la banda ampla a les llars. En segon lloc, l'epígraf "activitats que impulsen la creació de coneixement" recull quatre indicadors relatius a la despesa en R+D que fan les empreses i les administracions públiques.

En tercer lloc hi ha 6 indicadors relatius a les "activitats d'innovació i emprenedoria" on, entre d'altres, es troben dades relatives a la despesa en innovació que fan les empreses, als acords de cooperació que aquestes estableixen o a la disponibilitat de capital risc en els primers estadis de desenvolupament dels projectes empresarials. La categoria "aplicació de nous coneixements" conté 5 indicadors relatius a les vendes, les exportacions i l'ocupació que genera la introducció d'innovacions. Finalment, dins l'apartat " propietat intel·lectual" hi ha 5 indicadors relatius a les patents, les marques i els dissenys registrats. Tant els indicadors parcials com l'indicador sintètic s'estandarditzen en relació als països de la UE, de tal manera que prenen valors entre 0 i 1.¹⁴⁸

MERIT (2006) fa una anàlisi clúster per descriure les economies nacionals a partir de dos aspectes de l'indicador SII: l'activitat innovadora en l'any en curs i l'evolució de la mateixa durant els darrers cinc anys (veure Gràfic 7.10). Els grups més rellevants són els quatre següents. En primer lloc hi ha els països *líders en innovació*, que presenten valors de l'SII molt per sobre de la mitjana de la Unió (UE-25) i de la resta de països; es tracta de Suècia, Suïssa, Finlàndia, Dinamarca, Alemanya i Japó. En el segon grup, el dels *innovadors seguidors*, es troben els EUA, el Regne Unit, Islàndia, França, Holanda, Bèlgica, Àustria i Irlanda. Presenten un valor de l'indicador SII per sota dels del primer grup però per sobre de la mitjana de la Unió i de la resta de països considerats. Cal destacar que en tots dos grups la taxa de creixement de l'indicador és negativa, a excepció de Dinamarca.

En tercer lloc hi ha els *països que s'estan posant al dia*, ja que per bé que presenten un SII inferior a la mitjana de la UE-25, mostren taxes positives de creixement de

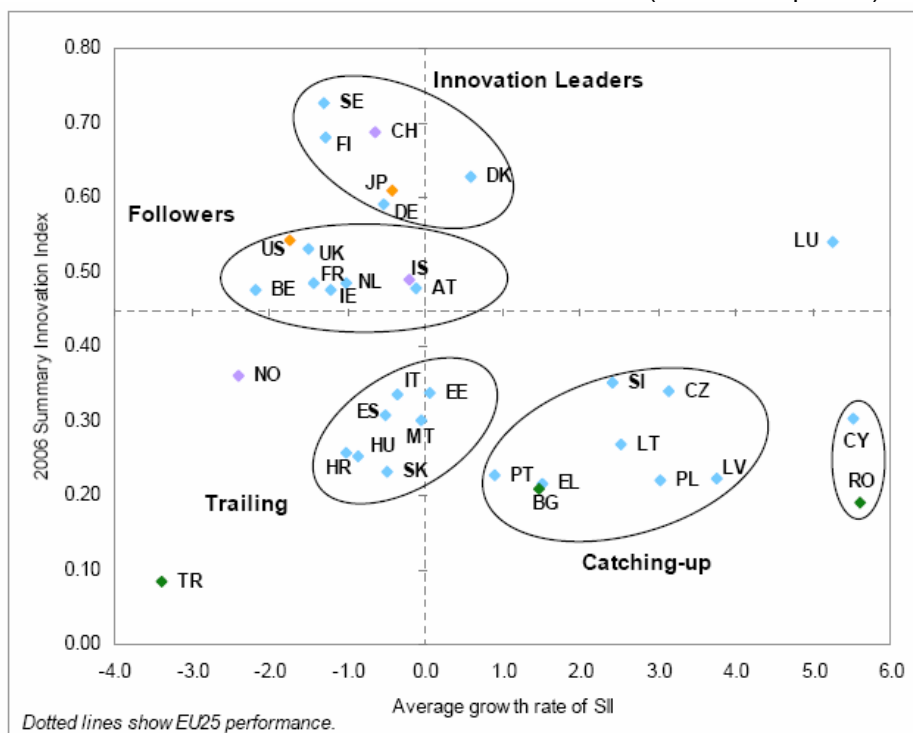
¹⁴⁷ Totes les edicions publicades fins el moment es poden trobar a http://www.trendchart.org/tc_innovation_scoreboard.cfm (darrer accés: 03-10-2008). L'entitat encarregada de la seva publicació és la Comissió Europea (DG Empreses).

¹⁴⁸ Els darrers valors disponibles de l'indicador SII es poden trobar a la Taula A4.2 (annex A4).

l'indicador. És el cas d'Eslovènia, la república Txeca, Lituània, Portugal, Polònia, Letònia, Grècia i Bulgària. El quart grup està compost pels *països endarrerits* en temes d'innovació, ja que estan per sota de la mitjana de la Unió i no han vist créixer el valor de l'indicador sintètic. Es tracta d'Estònia, Espanya, Itàlia, Malta, Hongria, Croàcia i Eslovàquia.¹⁴⁹

Finalment, val a dir que a nivell estatal sembla que s'està produint un lleuger procés de convergència (MERIT 2006, p.10) perquè els països amb pitjor comportament innovador han vist créixer més l'indicador SII mentre que els més avançats no han crescut tant; aquesta tendència, però, no es produeix a nivell regional cosa que fa concloure l'autor que existeixen "signes febles de convergència en termes de comportament innovador" (Hollanders 2007, p.13).

Gràfic 7.10. L'indicador SII en 2006 i el seu creixement (clústers de països)



Font: Reproduït de MERIT (2006), p. 9.

Eix vertical: SII per a 2006.

Eix horitzontal: taxa de creixement mitjà de l'indicador SII en els darrers 5 anys.

La capacitat innovadora de la Unió Europea globalment considerada encara es troba per darrera de la dels EUA i la del Japó, cosa que influeix negativament sobre la seva competitivitat.¹⁵⁰ Al llarg dels darrers quatre anys el diferencial respecte d'aquests dos

¹⁴⁹ Xipre i Romania formen un cinquè cluster separat dels altres; mentre que Luxemburg, Noruega i Turquia no encaixen a cap grup.

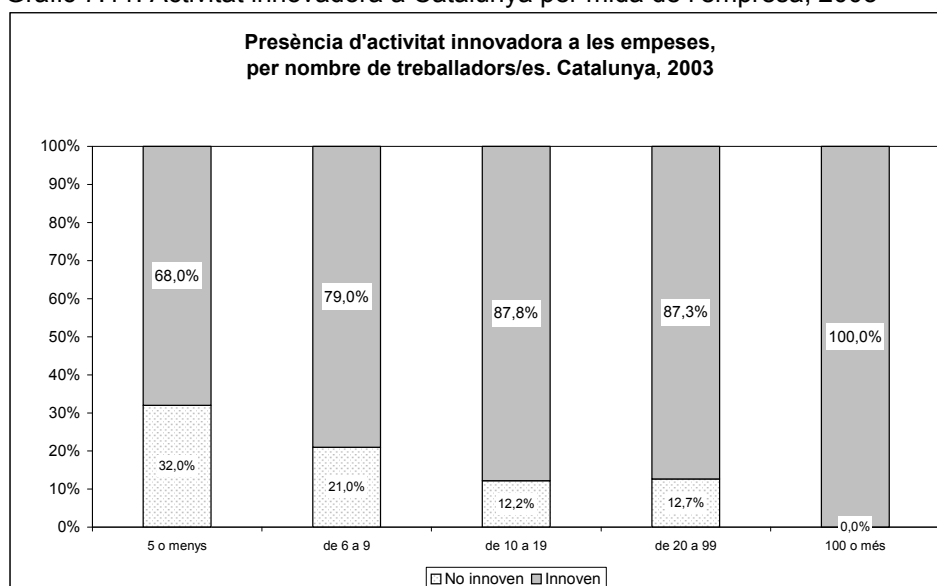
¹⁵⁰ Valor de l'indicador SII: UE-25: 0,45, EUA: 0,54, i Japó: 0,61 (veure Taula A4.2, annex A4).

països ha disminuït, per bé que no desapareix (MERIT 2006, p.4) i s'estima que la bretxa encara trigarà uns anys a tancar-se (Tispouri et al., 2006). En aquest context de manca de lideratge mundial encara és més preocupant el feble posicionament d'Espanya dins el context europeu.

Una anàlisi per regions, a nivell NUT 2, mostra com el comportament innovador de Catalunya (0,47) està per sobre del conjunt espanyol, per bé que només se situa en la posició 82 d'un total de 208 regions (Hollanders 2007, p.9). Per mesurar l'activitat innovadora des d'un punt de vista regional es disposa de l'indicador de comportament innovador regional (RIS, *Regional Innovation Performance*), que és una versió reduïda de l'SII. La regió europea que millors resultats innovadors presenta és la regió d'Estocolm (Suècia, 0,90), mentre que la que ho fa pitjor és Notio Aigaio (Grècia, 0,01). A Espanya, la Comunitat de Madrid (0,61) és la que millor comportament innovador presenta, mentre que la pitjor posició és per a les Illes Balears (0,16).

Pel que fa a Catalunya, l'evidència empírica referida a 2003 confirma que l'activitat innovadora augmenta en fer-ho la mida de l'empresa (Vilaseca, dir. 2003; Lladós, 2008). El Gràfic 7.11 mostra que un 68,0% de les micro empreses (fins a 5 treballadors/es) duen a terme activitats innovadores, mentre que el percentatge arriba al 100% quan les empreses tenen 100 o més treballadors/es.

Gràfic 7.11. Activitat innovadora a Catalunya per mida de l'empresa, 2003



Font: Vilaseca, J. (dir.) (2003).

La definició d'activitat innovadora que emprava aquesta font és més àmplia que en l'enquesta CIS-4. Se situa en la línia de la 3a edició del Manual d'Oslo (OECD, 2005),

ja que a més de la innovació de producte o servei i la de procés, també inclou l'organitzativa. Aquesta podria ser la raó de les diferències amb les xifres publicades per l'INE.¹⁵¹

El tipus més habitual d'innovació és la de producte o servei, present en el 53,2% de les empreses catalanes (veure Taula 7.9). Al seu torn, gairebé una de cada tres empreses afirma innovar en procés i en organització (32,0% i 31,2%, respectivament). Finalment, gairebé la meitat d'empreses (46,3%) han introduït algun tipus d'innovació amb el suport de les TIC. En consonància amb les dades agregades ja comentades, la introducció d'innovacions és major quan més gran és el nombre de treballadors/es de les empreses, i substancialment més gran en la categoria de 100 o més treballadors/es.

Taula 7.9. Tipus d'innovacions introduïdes, per nombre de treballadors/es Catalunya, 2003. Percentatge d'empreses (categories no excloents)

	5 o menys	de 6 a 9	de 10 a 19	de 20 a 99	100 o més	total
De producte o de servei	51,1%	63,8%	71,2%	74,5%	80,0%	53,2%
De procés	30,7%	31,4%	45,8%	50,9%	70,0%	32,0%
Organitzativa	29,2%	35,2%	49,3%	57,4%	77,8%	31,2%
Han introduït algun tipus d'innovació amb el suport de les TIC	44,5%	54,3%	63,0%	63,6%	80,0%	46,3%

Font: Vilaseca, J. (dir.) (2003).

La taula també mostra que la innovació esdevé més habitual a mesura que augmenten les dimensions de l'empresa, un comportament que també es produeix en la mostra d'empreses objecte d'estudi.

Taula 7.10. Origen de les innovacions, per nombre de treballadors/es. Catalunya, 2003. % sobre el total d'empreses que innoven amb el suport de les TIC (categories no excloents)

	5 o menys	de 6 a 9	de 10 a 19	de 20 a 99	100 o més	total
Departament propi de disseny i/o R+D+i	9,4%	10,5%	19,6%	22,9%	37,5%	10,7%
Personal propi en general	47,1%	51,7%	57,8%	57,1%	50,0%	48,3%
Empreses especialitzades o personal contractat	47,2%	40,4%	31,1%	28,6%	28,6%	45,2%

Font: Vilaseca, J. (dir.) (2003).

Finalment, a la Taula 7.10 s'observa, com les empreses més grans compten amb una activitat de recerca i innovació més formalitzada i es recolzen menys en l'externalització d'aquestes activitats. Així, si es consideren tres possibles orígens de

¹⁵¹ Segons l'Enquesta sobre innovació tecnològica a les empreses 2005, el percentatge d'empreses innovadores a Catalunya és del 30,2% (veure www.ine.es, data de consulta: 01-02-2007).

les innovacions, quan disminueix la dimensió de l'organització augmenta la importància de les empreses especialitzades o el personal contractat. Tanmateix, quan disminueix la dimensió també ho fa la importància del departament propi de disseny i/o R+D. La importància del personal propi en general roman constant en les diferents categories considerades.

7.2.2. Cooperació

En el conjunt de la Unió Europea, un 26% de les empreses duen a terme alguna activitat de cooperació per a la innovació.¹⁵² Els acords de col·laboració s'estableixen, principalment, amb proveïdors i clients (un 65,4% i un 53,8%, respectivament, de les empreses que cooperen). La cooperació amb universitats (34,6%) i administracions i centres de recerca (23,1%) té una presència menor.

Els països que més cooperen són Lituània (56% de les empreses), Eslovènia (47%), Finlàndia (44%) i Suècia i Dinamarca (43% en tots dos casos). Cooperar i innovar no sempre van de la mà. Així, Alemanya, la primera en el ranking d'activitat innovadora és el segon país que menys coopera (16%). En la darrera posició es troba Itàlia, on només un 13% de les empreses declara desenvolupar aquesta activitat. Just per sobre d'Alemanya hi ha Àustria i Romania, totes dues amb un 17% d'empreses que cooperen. Tanmateix, la primera és el segon país més innovador de la UE mentre que la segona és el tercer país que menys activitat innovadora desenvolupa.

Taula 7.11. Empreses que cooperen per innovar, per nombre de treballadors/es Catalunya, 2003. Percentatge d'empreses

	5 o menys	De 6 a 9	de 10 a 19	de 20 a 99	100 o més	total
Cooperen per innovar	19,5%	23,8%	24,7%	35,2%	55,6%	20,5%

Font: Vilaseca, J. (dir.) (2003).

El percentatge d'empreses que cooperen a Espanya és del 18%, una xifra que la situa com la quarta economia menys cooperadora. La forma majoritària de cooperació és la que s'estableix amb els proveïdors, mentre que la menys habitual és la cooperació amb clients.

¹⁵² A l'annex A4 es pot trobar la taula completa de dades (Taula A4.1).

En el cas català, 2 de cada 10 empreses cooperen per innovar (20,5%), tal i com queda recollit en la Taula 7.11. Novament, són les de 100 o més treballadors/es les que més empren aquesta forma d'organització de la innovació. I quant menors són les dimensions menys es recórrer a la cooperació.

Entre les que cooperen, les categories més habituals són la cooperació amb proveïdors (53,5%) i amb clients (37,4%), tal i com queda recollit a la Taula 7.12. A mesura que l'empresa creix en dimensió, també ho fa la presència de la cooperació amb centres d'innovació i universitats. Així, i només quan les empreses tenen 100 o més treballadors/es, la presència d'acords de cooperació amb clients (40,0%) es veu igualada per la cooperació amb centres d'innovació no universitaris (40,0%) i superada per la cooperació amb universitats (60,0%).

Taula 7.12. Tipus de cooperació per innovar, per nombre de treballadors/es Catalunya, 2003. Percentatge d'empreses que cooperen (categories no excloents)

	5 o menys	De 6 a 9	de 10 a 19	de 20 a 99	100 o més	total
Proveïdors	54,6%	52,0%	44,4%	45,0%	50,0%	53,5%
Clients	36,5%	41,7%	50,0%	36,8%	40,0%	37,4%
Empreses competidores	20,0%	16,0%	22,2%	20,0%	20,0%	19,9%
Centre d'innovació no universitaris	13,4%	32,0%	33,3%	26,3%	40,0%	16,1%
Distribuïdors	13,4%	16,7%	15,8%	21,1%	20,0%	14,1%
Universitat	10,5%	16,0%	26,3%	36,8%	60,0%	13,4%
Fabricants de béns d'equipament	10,9%	20,0%	16,7%	20,0%	20,0%	12,2%

Font: Vilaseca, J. (dir.) (2003).

En resum, hem vist que la Unió Europea considerada en termes generals té una capacitat innovadora feble que la situa pel darrera dels EUA i el Japó. Espanya i Catalunya encara es troben per sota de la mitjana europea, fet que contribueix negativament a la seva competitivitat. D'altra banda, les empreses de majors dimensions innoven més, així com també ho fan més les que desenvolupen la seva activitat en sectors propers a la frontera tecnològica. S'observa un comportament similar en relació a la cooperació per a la innovació.

7.3. Conclusions

La descripció de les característiques bàsiques de les empreses objecte d'estudi fa evident que es tracta d'un col·lectiu de petites i micro empreses eminentment joves conformat per personal qualificat. Per bé que hi ha un cert biaix cap a les empreses del

sector TIC, a la mostra hi ha força heterogeneïtat sectorial amb el sector serveis com activitat predominant. El més habitual és que el projecte empresarial l'hagi posat en marxa un equip de 2 o 3 persones emprenedores, que principalment han fet servir els recursos propis per finançar-se. D'altra banda, les que han tingut oportunitat d'accedir als espais d'incubació de Barcelona Activa són més grans, més antigues, i majoritàriament pertanyen al sector TIC.

L'ús de les telecomunicacions supera la mitjana catalana, de la mateixa manera que l'activitat innovadora i el desenvolupament d'activitats de cooperació per innovar. En un nombre elevat de casos el negoci presenta bons indicadors de rendiment i augmenta el nombre de treballadors/es.

En definitiva, les característiques de la mostra d'empreses objecte d'estudi la separen del comportament mitjà català i espanyol. La vinculació a un entorn d'innovació com el de Barcelona Activa, que dóna suport i impuls a l'emprenedoria i la innovació, contribueix a què les empreses puguin aprofitar millor els seus recursos interns a la vegada que els facilita l'accés a determinats recursos externs.

8 Determinants de la innovació: el paper de la cooperació

Un dels resultats de la recerca de Castells i Vilaseca (dirs., 2007) sobre l'univers d'empreses amb major vinculació a Barcelona Activa mostra que l'entorn d'innovació que ha creat la institució supera la concepció tradicional d'incubadora gràcies als elements intangibles propis de la seva cultura relacional. En aquest context es van estudiar dues dimensions relacionades amb la innovació: la percepció d'entorn innovador, mesurada en funció de l'opinió dels emprenedors/es; i el comportament innovador efectiu. La percepció de què Barcelona Activa crea un entorn d'innovació és àmpliament compartida entre els emprenedors/es. I, de fet, aquesta percepció és més freqüent que el comportament innovador de les pròpies empreses tot i que només una part minoritària d'aquestes extreu el màxim rendiment de les possibilitats que brinda l'entorn.

Part d'aquest comportament innovador i d'aquesta cultura compartida passa per l'establiment de relacions en xarxa i, en concret, per la presència d'activitats de cooperació. En aquest context, l'interès del capítol se centra en l'anàlisi del paper que juga la cooperació com a determinant de la innovació en les empreses objecte d'estudi que és, tal i com ja s'ha explicat al Capítol 5, una mostra més àmplia que la de l'estudi original dirigit per Castells i Vilaseca. Tanmateix, l'estudi específic d'altres elements de l'entorn propiciat per Barcelona Activa, i de la forma com aquests afavoreixen la innovació i l'obtenció de bons resultats empresarials en la mostra objecte d'estudi es durà a terme al Capítol 11.

El capítol, doncs, s'estructura com segueix. En primer lloc es presenta la hipòtesi de treball i les corresponents preguntes d'investigació (apartat 8.1). A continuació es plantegen els models a estimar per analitzar els determinants de la innovació (apartat 8.2). S'ha optat per l'ús de models logístics amb una especificació molt senzilla que estudia la innovació des de dos punts de vista. En primer lloc s'analitzen els determinants de la innovació entesa aquesta com un resultat (apartat 8.3), i en segon lloc els de la forma en què la innovació es desenvolupa (apartat 8.4). El capítol conclou amb un resum de resultats (apartat 8.5).

8.1. Pregunta de recerca

La hipòtesi de treball i les preguntes de recerca que es volen respondre en aquest capítol es formulen a continuació. Totes elles fan referència a les empreses, eminentment joves i de reduïdes dimensions, que conformen la mostra objecte d'estudi.

Hipòtesi

H1: La cooperació és un determinant de la innovació.

Preguntes de recerca

Influeix de forma directa la cooperació en la propensió innovadora de les empreses? I en el seu procés innovador, és a dir en la forma en què desenvolupen l'activitat innovadora?

Quan parlem d'innovació, són els mateixos els determinants del procés innovador i els determinants dels resultats de l'activitat innovadora? Quins punts de coincidència hi ha?

En el context de la mostra objecte d'estudi, pot ser que la cooperació sigui més important per innovar que alguns dels elements que habitualment componen la capacitat d'absorció de les empreses?

Hi ha algun altre element de relació amb altres agents econòmics que sigui també rellevant per a la innovació? La seva influència, és la mateixa si considerem el procés innovador o si considerem els resultats de la innovació?

Val a dir, finalment, que en aquest capítol analitzem les relacions directes, no pas mediades, amb les dues dimensions de la innovació. En capítols posteriors emprarem la modelització de camins crítics que ens permetrà analitzar les relacions causals entre variables amb presència de variables intervinents.

8.2. *Plantejament dels models*

Per tal de donar resposta a les preguntes de recerca s'especifiquen dos models logístics que analitzen la influència d'un conjunt reduït de determinants en la innovació. Cada model vol recollir un vessant diferent de l'activitat innovadora, en el primer s'analitza l'obtenció de resultats innovadors mentre que el segon estudia el procés innovador.

En primer lloc, direm que una empresa ha innovat si a l'enquesta declara haver obtingut al menys un dels següents resultats principals de la innovació: (a) oferta més àmplia de serveis o productes, (b) resposta més ràpida a la demanda, (c) procés productiu més flexible, (d) gestió logística més àgil, (e) sistemes de gestió interna automatitzats, (f) nous canals de comercialització, o (g) nova estructura organitzativa. És a dir, ens interessem per la innovació en general, sigui aquesta de producte o servei, de procés, organitzativa o de marketing. En total, un 82,5% de les empreses de la mostra declara haver obtingut algun resultat com a conseqüència de la seva activitat innovadora.

En segon lloc, per analitzar el procés innovador disposem d'informació sobre les innovacions desenvolupades amb el suport de les TIC, que poden ser de tres tipus: (a) de producte o servei, (b) de procés, o (c) organitzativa. En el conjunt de la mostra, el 65,3% de les empreses han innovat amb el suport de les TIC. Aquesta és una forma molt concreta de desenvolupar la innovació que podem associar a cert grau de sofisticació, ja sigui en la pròpia empresa o en l'objecte de l'activitat innovadora.

La Taula 8.1 resumeix les dades bàsiques de les dues endògenes i de les exògenes. De fet, aquestes darreres es poden agrupar en dues categories de determinants de la innovació. La primera és la capacitat d'absorció i la segona són les relacions amb agents de l'entorn, o xarxa relacional. Es faran servir les mateixes explicatives als dos models i, excepte una variable de control, l'anàlisi no inclourà altres explicatives. El motiu d'aquesta aproximació és doble, en primer lloc es desitja mantenir una modelització parsimoniosa; i en segon lloc, a més de la manca d'informació al respecte, l'enfocament dels models fa recomanable no incloure entre els determinants elements de l'entorn empresarial (posicionament en els mercats, dinamisme sectorial, etc.).¹⁵³

¹⁵³ A causa de la manca de dades al respecte no podem aplicar al complet el marc analític multidimensional discutit a l'aparat 2.4. Tampoc hi ha informació de qualitat sobre l'entorn en

Taula 8.1. Variables en el models logístics d'innovació.
Anàlisi de la influència de la cooperació en la innovació.

Variabls qualitatives				
	Sí	Tipus	Obs vàlides	Categoria
L'empresa ha innovat (v.32r)	82,5%	Dicotòmica	285	Endògena
Procés innovador: l'empresa ha innovat amb el suport de les TIC (v.31_DI)	65,3%	Dicotòmica	285	Endògena
Nivell estudis majoritari treballadors/es: Estudis superiors (v.57_EUz)	76,1%	Dicotòmica	285	Capacitat absorció Element intern
Departament propi de R+D+i (v.34_1z)	27,0%	Dicotòmica	285	Capacitat absorció
Nivell d'usos TIC: alt (v.30_NUT02)	29,8%	Dicotòmica	285	Capacitat absorció
Cooperació per innovar (v.26_COI2)	68,8%	Dicotòmica	285	Xarxa relacional
Subcontractació (v.71_Sz)	83,5%	Dicotòmica	285	Xarxa relacional
Variable quantitativa				
	Mitjana	Desv. Típ.	Obs vàlides	Categoria
Ln del nombre total de treballadors/es, equivalent a temps complet (v.56_Ln_suma_c)	1,018	0,054	285	Variable de control Element estructural

Val a dir que aquests dos models es plantegen des d'un punt de vista molt general de manera que, en la mesura del possible, totes les variables s'introdueixen als models en la seva versió més àmplia tal i com es fa amb les dues variables d'innovació. A nivell operatiu, aquesta forma de procedir implica previsiblement uns ajustos discrets dels models perquè, en realitat, no tots els determinants actuen igual sobre les diferents tipologies d'innovació. En tot cas, considerem que aquesta limitació no invalida la metodologia emprada per donar resposta a les preguntes de recerca. Ans al contrari, si s'observa l'existència d'una pauta o tendència concreta a nivell general, amb posterioritat es podrà aprofundir en aquells aspectes concrets, aquells matisos que enriquiran l'anàlisi del fenomen a estudiar.

Com a indicadors de capacitat d'absorció considerem dos elements interns de l'organització empresarial habituals, el nivell de formació del personal i l'existència de

què operen les empreses, que també és un determinant de la innovació. Per aquesta raó es considera adient especificar un model molt senzill que, si bé no esperem que obtingui uns nivells d'ajust extraordinaris ha de permetre contrastar la hipòtesi plantejada.

departament d'R+D+i. Un tercer element relacionat amb la capacitat d'absorció és la disponibilitat i l'ús de les TIC per al desenvolupament de les activitats de l'empresa. Disposar-ne significa aprofitar el coneixement incorporat en aquestes tecnologies, a la vegada que també entenem que mostra la capacitat per utilitzar-les.

L'indicador de nivell de formació recull la qualificació del capital humà disponible a l'empresa. Es tracta d'una variable dicotòmica que pren valor 1 quan la majoria de treballadors/es de l'organització compta amb titulació universitària, i valor zero en la resta de casos.¹⁵⁴ La segona també és una variable dicotòmica que pren valor 1 si l'empresa compta amb departament propi d'R+D+i, i valor zero en la resta de casos. Aquesta variable s'ha obtingut de forma indirecta a partir d'una pregunta del qüestionari que demana per l'origen de les innovacions (veure Taula 7.5 al capítol anterior). A priori podríem esperar cert biaix afavoridor cap a la innovació per part d'aquesta variable, per bé que les característiques de les empreses objecte d'estudi fa igualment interessant incorporar-la, tal i com es podrà veure en la discussió posterior.

En tercer lloc, l'indicador de disponibilitat de TIC que fem és el nivell d'usos de tecnologies de la informació i les comunicacions de l'empresa. Es tracta d'una variable dicotòmica que pren valor 1 quan l'empresa disposa de dos o més dels següents cinc equipaments: ERP o altres; EDI o altres; CRM o altres; Contaplus o altres; i Datawarehouse, Datamining o altres.¹⁵⁵ Per les característiques de les empreses de la mostra, quan es compleixi aquesta condició direm que el nivell d'usos TIC és alt.

Així mateix, considerem dues variables relatives a la xarxa relacional: l'establiment d'acords de cooperació per a la innovació, i la relació comercial amb altres empreses mitjançant la subcontractació. Direm que una empresa coopera per innovar si així ho declara en l'enquesta, independentment del tipus d'agent amb qui coopera. D'altra banda, direm que una empresa participa d'algun acord de subcontractació si subcontracta alguna de les seves operacions, o bé si és subcontractada per alguna altra empresa.

Finament, els models també contenen una variable de control i un terme independent. En aquest cas, la variable de control és el nombre de treballadors/es de l'empresa, en

¹⁵⁴ En el cas d'empreses sense treballadors/es contractats/des, s'ha considerat el nivell d'estudis de l'emprenedor/a.

¹⁵⁵ ERP: *Enterprise Resource Planning*; EDI: *Electronic Data Interchange*; CRM: *Customer Relationship Management*.

equivalent a temps complert.¹⁵⁶ La mida de l'empresa es pot considerar, en el context de la nostra anàlisi, una *proxy* de l'èxit empresarial i de la varietat en la base de coneixement de l'organització.

Un cop vistos els elements que configuren els models i els objectius a complir amb la seva especificació, els propers apartats mostren els resultats obtinguts. En primer lloc s'estimarà el model logístic per als determinants de la innovació entesa, aquesta, com un resultat (apartat 8.3), i en segon lloc el model logístic que analitza els determinants del procés d'innovació (apartat 8.4). Partim d'una mateixa especificació dels models, se seleccionarà el més adient en cada cas i es discutiran els corresponents resultats.

8.3. Obtenció de resultats de la innovació

Atès que l'objectiu és determinar el paper de la cooperació com a determinant de la innovació, l'estratègia adoptada en l'especificació dels models és la següent. En primer lloc s'ha estimat un model on només consten les tres variables de capacitat d'absorció, la variable de control i el terme independent. En segon lloc, s'ha estimat un model ampliat en què s'han afegit les dues variables relatives a la xarxa relacional. A continuació s'analitza el comportament del model a nivell global i en termes de la significació individual dels paràmetres, i a partir d'aquesta informació es torna a especificar el model descartant aquelles variables explicatives el paràmetre de les quals no és significativament diferent de zero.¹⁵⁷

La Taula 8.2 (pàgina següent) mostra els resultats resumits de les estimacions, mentre que els resultats detallats dels tres models es poden trobar a l'annex A. 5.1. Les estimacions de tots els models logístics presentats en aquest document s'han dut a terme amb SPSS 15.0.

Abans d'aprofundir en la discussió detallada dels tres models val a dir que tots són significativament diferents d'un model que només comptés amb el terme independent per predir el comportament de l'endògena, tal i com mostra la prova Ji-quadrat de

¹⁵⁶ S'ha optat per emprar la variable en logaritmes. S'obtenen resultats similars si s'empra la variable original (no es reproduïxen).

¹⁵⁷ Liao (1994) i Maddala (2001) són dues fonts apropiades sobre la modelització logística.

significació global (estadístic G). Totes les explicatives tenen el signe esperat en els tres models; i les seves covariàncies romanen a nivells baixos (veure annex).

Taula 8.2. Models Logit per explicar els determinants de la innovació
Obtenció d'innovacions.

	Model 1	Model 2	Model 3
Endògena: L'empresa ha innovat (v.32r) Sí = 82,46%			
Explicatives			
Nombre de treballadors/es, en equivalent a temps complet (Ln) (v.56_Ln_suma_c)	0,541 (0,028)	0,492 (0,054)	0,579 (0,022)
Nivell estudis majoritari treballadors/es: E. Universitaris (v.57_EUz)	0,448 (0,214)	0,138 (0,722)	-
Departament propi d'R+D+i (v.34_1z)	0,925 (0,071)	0,818 (0,120)	-
Nivell d'usos TIC: Alt (v.30_NUT02)	1,117 (0,028)	1,016 (0,053)	1,090 (0,036)
Cooperació per innovar (v.26_COI2)	-	0,702 (0,048)	0,779 (0,025)
Subcontractació (v.71_Sz)	-	1,342 (0,001)	1,370 (0,000)
Terme independent	0,382 (0,262)	-7,682 (0,082)	-0,668 (0,085)
Avaluació de la bondat de l'ajust del model			
Taula de classificació	% de prediccions correctes (punt de tall: 82%)		
Sí	57,9	70,6	66,8
No	74,0	74,0	76,0
Total	60,7	71,2	68,4
Nombre d'observacions	285	285	285
Graus de llibertat	4	6	4
Prova Ji-quadrat de significació global: G	27,383 (0,000)	45,844 (0,000)	42,890 (0,000)
<i>Deviance</i> de les variables que s'afegeixen al model	→	18,460 (0,000)	-
<i>Deviance</i> de les variables que es treuen del model	-	→	2,953 (0,228)
-2 ln versemblança	237,328	218,868	221,821
Criteri d'informació d'Akaike (AIC)	245,328	230,868	229,821
Criteri d'informació de Bayes (BIC)	259,938	252,783	244,431
Pseudo R ² de Nagelkerke	0,151	0,246	0,231
Prova Hosmer-Lemeshow	2,691 (0,912)	2,061 (0,979)	2,850 (0,943)

Entre parèntesi es fa constar la significació del paràmetre.

En el cas del Model 1, tot i que l'estadístic G de bondat de l'ajust es comporta bé, la capacitat predictiva del model no és massa elevada (60,7%) i mostra desequilibri ja que només classifica correctament el 57,9% de les empreses que innoven en front del 74,0% de les que no ho fan. Totes les variables explicatives tenen el signe esperat, però el nivell de formació de capital humà no és significativament diferent de zero de

manera que, a diferència de la majoria d'evidències empíriques disponibles, no influeix en la probabilitat d'innovar. Recordem que en aquesta mostra el nivell de formació és molt elevat, de manera que cal analitzar altres explicatives de la propensió a innovar. D'altra banda, l'existència d'un departament propi d'R+D+i té paràmetre significatiu només al 10%. Aquest resultat mostra que la innovació d'aquestes empreses, petites, no passa principalment per l'existència d'una estructura d'aquest estil sinó que es recolza en altres elements organitzatius que segurament són més flexibles. Finalment, el nivell d'usos TIC és la variable amb major influència sobre la probabilitat d'innovar. Aquesta, juntament amb la mida de l'empresa, són les úniques variables del model amb paràmetres significatius.

Afegint les variables corresponents a la xarxa relacional s'obté el Model 2. La desviància (*deviance*) de les dues variables afegides confirma que les dues explicatives noves són significatives per al model globalment considerat. Els valors dels índexs dels criteris d'informació AIC i BIC han disminuït, de manera que a nivell global aquest és millor model que l'anterior.¹⁵⁸ A més, la capacitat predictiva del model ha augmentat més de deu punts percentuals (fins al 71,2%) i és, ara, més equilibrada.

Les dues noves explicatives del model són significatives, tot i que la cooperació només ho és al 5%, essent la subcontractació la variable que més influeix sobre la probabilitat d'obtenir innovacions. En la nova especificació destaca que tant el nivell de formació del personal de l'empresa com l'existència d'un departament propi d'R+D+i no són significativament diferents de zero. El paràmetre del nivell d'usos TIC, finalment, ara només és significatiu al 10%. Cal puntualitzar, però, que els canvis en la significació dels paràmetres no són necessàriament significatius (Gelman i Stern, 2006), fet que ens recorda que cal acudir a les comparacions a nivell de bondat de l'ajust del model (per exemple, els criteris d'informació AIC i BIC) per avaluar els canvis.

La comparació del Model 1 i del Model 2 mostra com l'addició de les dues explicatives fa que el model es comporti millor en termes globals a la vegada que es comprova que la xarxa relacional és, en el context de la mostra d'empreses objecte d'estudi, més important per a la innovació que les variables que habitualment s'identifiquen amb els elements interns de capacitat d'absorció. De fet, la presència de les primeres fa minvar la influència de les segones en la innovació.

¹⁵⁸ La funció "logistic regression" d'SPSS no calcula AIC ni BIC. S'han emprat les expressions, basades en Akaike (1974) i Schwarz (1978) respectivament. $AIC = (-2 \ln \text{versemblança}) + 2 * (\text{nombre d'explicatives})$; i $BIC = (-2 \ln \text{versemblança}) + 2 * \ln(\text{nombre d'observacions}) * \text{nombre d'explicatives}$ (Gujarati, 1997).

Per tal de completar l'anàlisi s'ha estimat el Model 3, que és una versió reduïda del Model 2. En concret, s'han eliminat les dues explicatives amb paràmetres estadísticament no significatius. A nivell individual es comprova que totes les explicatives tenen paràmetres significatius al menys al 5%. A més, eliminar (o incorporar) les dues variables en qüestió no afecta a la significació global ja que la seva desviància no és pas significativa.

A nivell global s'observa que la capacitat predictiva empitjora lleugerament (68,4%), amb un desequilibri molt superior al Model 2 ja que el percentatge de casos ben classificats quan les empreses innoven és del 66,8%, enfront del 76,0% quan aquestes no ho fan. D'altra banda, els criteris d'informació AIC i BIC són, però, lleugerament millors perquè tots dos estadístics premien les especificacions parsimonioses. Malgrat això, per exemple, el valor de l'estadístic AIC disminueix una unitat, aproximadament, tot i que al Model 3 hi ha dues variables menys que al Model 2.

Podríem dir, per tot plegat, que el Model 2 és preferible al Model 3 perquè té una capacitat predictiva lleugerament superior. Si premiéssim la parsimònia, però, hauríem d'escollir el Model 3. En tot cas, el Model 1 és el que pitjor es comporta de tots. El resultat més important que es desprèn d'aquestes estimacions és que, tant si optem pel Model 2 com si optem pel Model 3, el treball en xarxa és un determinant amb influència directa sobre la probabilitat d'innovar més important que els elements interns que defineixen la capacitat d'absorció. Els usos TIC, així mateix, són sempre significatius de manera que podem concloure que el treball en xarxa, en concret la cooperació i la subcontractació, i la incorporació de les TIC en la gestió empresarial són els elements que (més) afavoreixen la probabilitat d'innovar entre les empreses de la mostra.

8.4. Procés innovador

La Taula 8.3 mostra els resultats de l'estimació dels tres models per explicar els determinants del procés innovador que, com ja s'ha dit, es duu a terme amb el suport de les TIC. Els tres models són significativament diferents del model *dummy* que només té un terme independent per predir el comportament de l'endògena (estadístic G). Totes les explicatives tenen el signe esperat en els tres models i, tal i com queda recollit a l'annex A. 5.2, les seves covariàncies romanen a nivells baixos.

Taula 8.3. Models Logit per explicar els determinants del procés innovador

	Model 1	Model 2	Model 3
Endògena:	Procés innovador:		
	l'empresa ha innovat amb el suport de les TIC		
(v.31_DI)	Sí = 65,26 %		
Explicatives			
Nombre de treballadors/es, en equivalent a temps complet (ln) (v.56_Ln_suma_c)	0,157 (0,370)	0,115 (0,516)	0,154 (0,372)
Nivell estudis majoritari treballadors/es: E. Universitaris (v.57_EUz)	0,929 (0,002)	0,826 (0,009)	0,895 (0,004)
Departament propi d'R+D+i (v.34_1z)	0,358 (0,283)	0,286 (0,395)	-
Nivell d'usos TIC: alt (v.30_NUT02)	1,444 (0,000)	1,421 (0,000)	1,466 (0,000)
Cooperació per innovar (v.26_COI2)	-	0,589 (0,043)	0,661 (0,021)
Subcontractació (v.71_Sz)	-	0,375 (0,288)	-
Terme independent	-0,642 (0,036)	-1,208 (0,003)	-0,979 (0,005)
Avaluació de la bondat de l'ajust del model			
Taula de classificació	% de prediccions correctes (punt de tall: 65%)		
Sí	53,2	66,1	68,8
No	74,8	66,7	63,6
Total	60,7	66,3	67,0
Nombre d'observacions	285	285	285
Graus de llibertat	4	6	4
Prova Ji-quadrat de significació global: G	37,814 (0,000)	43873 (0,000)	41,973 (0,000)
<i>Deviance</i> de les variables que s'afegeixen al model	→	6,058 (0,000)	-
<i>Deviance</i> de les variables que es treuen del model	-	→	1,900 (0,387)
-2 ln versemblança	330,293	324,235	326,134
Criteri d'informació d'Akaike (AIC)	338,293	336,235	334,134
Criteri d'informació de Bayes (BIC)	352,903	358,150	348,744
Pseudo R ² de Nagelkerke	0,171	0,197	0,189
Prova Hosmer-Lemeshow	5,990 (0,648)	11,720 (0,164)	16,957 (0,031)

Entre parèntesi es fa constar la significació del paràmetre.

El Model 1, com en el cas anterior, només conté les explicatives relatives als elements interns que determinen la capacitat d'absorció, la variable de control i el terme independent. En aquest cas, però, el nivell de formació dels treballadors/es de l'empresa influeix de forma significativa en la probabilitat de desenvolupar l'activitat innovadora amb el suport de les TIC. Ara, però, ni l'existència d'un departament propi d'R+D+i ni la dimensió de l'empresa (variable de control) presenten paràmetres significativament diferents de zero. Entenem que això és degut a què la decisió sobre

la forma de desenvolupar els processos d'innovació és un tipus de decisió estratègica que no depèn de l'estructura, departamental o en termes de dimensió, de l'empresa. D'altra banda, tal i com calia esperar, un nivell alt d'usos TIC afavoreix l'endògena essent l'explicativa que hi influeix amb més força.

A nivell global, però, el model presenta una capacitat predictiva de només el 60,7%, amb força desequilibri entre els casos positius i els casos negatius ben classificats (53,2% i 74,8%, respectivament).

El Model 2 es comporta millor que el primer model. La desviància de les variables afegides mostra que la inclusió de les dues variables és significativa. La capacitat predictiva augmenta discretament fins al 66,3% però ara és molt equilibrada. La inclusió de les dues variables de xarxa relacional ha fet augmentar dues unitats els graus de llibertat del model, ha fet disminuir lleugerament el valor del criteri AIC per bé que BIC s'ha incrementat. S'observa que la cooperació per innovar influeix positivament en la innovació amb el suport de les TIC (significació al 5%) mentre que no podem dir que la subcontractació tingui una influència significativa sobre l'endògena.

En el Model 3 s'han eliminat dues variables no significatives del Model 2, deixant però la variable de control (dimensió de l'empresa). Totes les variables menys aquesta són ara significatives i, en concret, la cooperació per innovar també ho és. En aquest model la presència d'un nivell alt d'usos TIC és la variable que més influeix en el procés d'innovació. A nivell global, i segons el criteris AIC i BIC, el Model 3 és lleugerament millor que els altres dos per bé que la prova de Hosmer-Lemeshow no és favorable. Finalment, la capacitat predictiva del model és gairebé igual que la del Model 2 (67,0% i 66,3%, respectivament) tot i que no és tan equilibrada. L'elecció entre el Model 2 i el Model 3 no resulta òbvia, tot que sembla millor el primer dels dos.

Novament el Model 1 queda clarament superat pels altres models que inclouen indicadors de capacitat d'absorció i indicadors de xarxa relacional. En aquest cas, la cooperació és un determinant rellevant mentre que la subcontractació no és pas significativa.

8.5. Conclusions

En aquest capítol s'han especificat i estimat dos grups de models logístics per analitzar alguns dels determinats de la innovació en la mostra objecte d'estudi. El primer té com a objectiu explicar l'obtenció d'innovacions, és a dir la innovació com a resultat; mentre que el segon té com a objectiu explicar la innovació desenvolupada amb el suport de les TIC, és a dir una forma o procés concret d'innovació.

En els dos casos s'han emprat les mateixes explicatives agrupades en dues categories: elements interns de capacitat d'absorció, i indicadors de xarxa relacional. Els elements interns de capacitat d'absorció presenten una influència variable en les dues dimensions de la innovació considerades. Així, el nivell de formació del personal de l'empresa influeix de forma directa a la innovació que es desenvolupa emprant les TIC però no és significativa quan es tracta d'obtenir resultats de la innovació. Podríem pensar que l'elevada presència d'empreses amb personal altament qualificat (76,1%) invalidaria la capacitat explicativa de la variable, essent no significativa en cap model. Però ben al contrari, els resultats obtinguts il·lustren que sí és significativa quan es tracta de la innovació amb el suport de les TIC però no ho és pas quan es tracta de l'obtenció d'innovacions.

D'altra banda, la presència d'un departament propi d'R+D+i, indicador habitual de la capacitat d'absorció, només influeix en l'obtenció d'innovacions tot i que el paràmetre corresponent deixa de ser significatiu quan al model s'introdueixen les variables de xarxa relacional. La justificació d'aquest resultat la podem trobar en les característiques de les empreses de la mostra, majoritàriament pertanyents al sector serveis i de dimensions molt reduïdes. A més, la innovació duta a terme amb el suport de les TIC és independent de l'existència d'un departament dedicat a la recerca i el desenvolupament.

Així mateix, tant la introducció d'innovacions amb el suport de les TIC com l'obtenció de resultats innovadors estan positivament influïdes pel nivell d'usos TIC, és a dir per la capacitat d'aprofitar el coneixement incorporat en aquestes tecnologies. En concret, els processos innovadors no són pas iguals si s'empen TIC o si no s'empen TIC de manera que la introducció d'aquest element tecnològic aporta riquesa a l'anàlisi.

Observem que en les empreses objecte d'estudi, de dimensions molt petites i eminentment joves de l'entorn proper de Barcelona Activa, la cooperació és un

determinant directe de les dues dimensions de la innovació considerades. La subcontractació, però, només és significativa en el model que avalua la probabilitat d'obtenir innovacions. Aquest resultat sembla coherent amb el fet de que la subcontractació pot ser, en aquest tipus d'empreses, un indicador de la seva competitivitat que, al seu torn, hauria d'estar positivament relacionada amb la introducció d'innovacions però que no té per que estar-ho amb la forma com es desenvolupa aquesta activitat.

Del que s'ha vist en aquest capítol podem dir que la cooperació influeix de forma directa i positiva tant en la propensió innovadora de les empreses com en la propensió a desenvolupar innovacions amb el suport de les TIC. I per bé que els determinants d'aquestes dues dimensions de la innovació no són pas iguals, la cooperació és sempre un determinant amb influència positiva.

En definitiva, hem pogut verificar que la cooperació és un determinant directe de la innovació en la mostra objecte d'estudi, un resultat en línia amb l'evidència empírica disponible. Els resultats obtinguts, en definitiva, contribueixen a ampliar la informació sobre les particularitats del col·lectiu concret de micro i petites empreses objecte d'estudi.

9 Transcendència i determinants de la cooperació de base científica

Al capítol anterior hem comprovat la importància de la cooperació per a la innovació en la mostra de petites i micro empreses eminentment joves. L'objectiu d'aquest capítol es determinar si alguna tipologia de cooperació juga un paper més important que la resta ja que cada tipus de cooperació presenta les seves particularitats. El nostre interès particular se centra en la cooperació de base científica i en el paper que aquesta juga.¹⁵⁹

Així, a l'apartat 9.2 es comprova que la tipologia que excel·leix sobre les altres és la cooperació amb el món científic, raó per la qual a l'apartat 9.3 es descriuen els trets distintius de les empreses que, lluny de ser majoritàries, cooperen amb universitats i centres de recerca. Amb l'objectiu d'aprofundir en l'anàlisi, a l'apartat 9.4 s'estudien els determinants de la cooperació amb el món científic.

Abans d'això es plantegen les dues hipòtesis i les seves corresponents preguntes de recerca relatives a aquestes qüestions (apartat 9.1), mentre que el capítol finalitza amb les conclusions (apartat 9.5).

Val a dir que, al llarg de tota la discussió, podem suposar que la relació entre cooperació i innovació és causal per la forma en què les preguntes van ser formulades al qüestionari. En concret, l'establiment d'acords de cooperació per a la innovació es considera des del moment en què es va crear l'empresa, mentre que les variables de resultat fan referència a l'any en curs i la seva evolució respecte de l'exercici anterior.

9.1. *Preguntes de recerca*

En aquest cas hi ha dues hipòtesis de treball referides a la mostra objecte d'estudi i cadascuna d'elles es concreta en diferents preguntes de recerca.

¹⁵⁹ A llarg d'aquestes pàgines farem servir indistintament la denominació cooperació de base científica, cooperació científica i cooperació amb el món científic per referir-nos a l'establiment de relacions de cooperació per innovar amb universitats, centres de recerca i/o centres d'innovació.

Hipòtesi

H2: La cooperació de base científica té una rellevància especial com a element afavoridor de la innovació.

Preguntes de recerca

Hi ha algun tipus de cooperació que, com a precursora de la innovació, estigui jugant un paper destacat en el conjunt de petites i micro empreses objecte d'estudi?

Si és així, i un cop identificada, es pot determinar si substitueix o complementa les altres tipologies de cooperació?

En relació als determinants de la cooperació de base científica, la hipòtesi de treball és la següent.

Hipòtesi

H3: Entre els determinants de la cooperació de base científica, la capacitat d'absorció definida aquesta tant per factors externs com interns a l'organització, és d'especial importància. En conseqüència, les empreses que cooperen amb universitats i centres de recerca presenten característiques estructurals i organitzatives diferenciades.

Preguntes de recerca

Quins són els determinants de la cooperació de base científica en el context d'una mostra de micro i petites empreses, eminentment joves, de la ciutat de Barcelona? I, en concret, quin paper juguen en l'establiment d'aquestes relacions de cooperació la capacitat d'absorció i els recursos i condicionants externs?

9.2. El paper crític de la cooperació de base científica

Per tal de respondre la pregunta de recerca relativa als diferents tipus de cooperació considerem el tipus d'agent amb qui l'empresa coopera com a element discriminador. Es disposa de tres tipologies de cooperació per a la innovació: cooperació horitzontal, cooperació en cadena de valor i cooperació de base científica. Mitjançant l'especificació d'un conjunt de models de camins crítics, tots amb una estructura

similar, examinarem si hi ha diferències en la influència de cada tipus de cooperació sobre la innovació. Per tal d'enriquir l'anàlisi treballarem amb dues dimensions de l'activitat innovadora. En primer lloc l'indicador de la innovació com a procés (innovació desenvolupada amb l'ús de les TIC). I en segon lloc, un indicador dels resultats de l'activitat innovadora.

En primer lloc, cada tipus de cooperació es considerarà de forma independent amb l'objectiu d'examinar la seva influència sobre la forma de dur a terme l'activitat innovadora i els resultats d'aquesta innovació. (apartat 9.2.2). En segon lloc, s'analitzarà l'efecte conjunt de les diferents tipologies de cooperació sobre l'activitat innovadora per examinar si hi ha algun efecte substitutiu o complementari que els models amb una única exògena no poden captar (9.2.3). Abans s'establiran els elements comuns als models emprats en aquests dos apartats (9.2.1).

9.2.1 Plantejament dels models

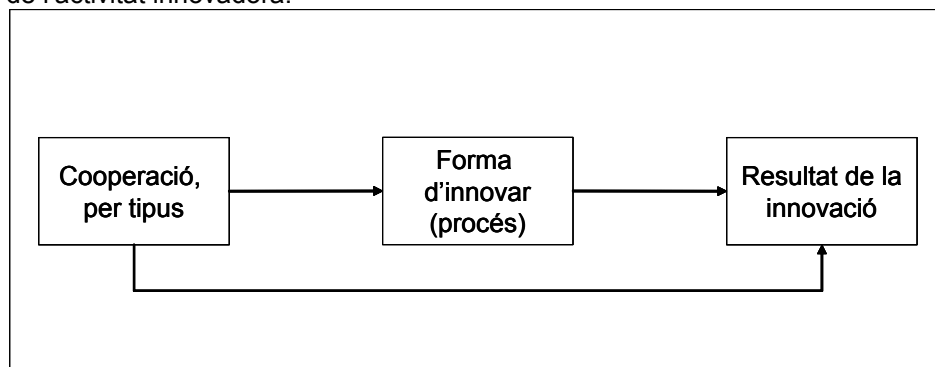
Per plantejar els models partim d'una assumpció inicial. La cooperació per innovar influeix en els processos innovadors, és a dir en la forma de dur a terme l'activitat innovadora. Al seu torn, la forma de desenvolupar l'activitat innovadora condicionarà els resultats innovadors. Per exemple, processos de comunicació més eficients poden afavorir l'aprenentatge o accelerar les activitats de manera que les innovacions resultants del procés es podrien posar al mercat més ràpidament.

Considerem tres tipologies diferents de cooperació per a la innovació. La primera és la cooperació horitzontal, que és la que es duu a terme amb empreses competidores (variable v26_CHQ). La segona és la cooperació vertical o de cadena de valor, consistent en la cooperació amb proveïdors, distribuïdors o clients (variable v26_CCVQ). La tercera és la cooperació de base científica, present quan l'empresa col·labora amb universitats o centres d'innovació no universitaris (variable v26_CCQ). Totes aquestes són variables dicotòmiques, no excloents, que prenen valor 1 quan l'emprenedor/a declara haver cooperat per innovar amb els corresponents agents. Es tracta de variables d'abast ampli, ja que no es distingeix entre acords formal i informals, que haurien de permetre captar els matisos propis de la realitat de les petites i micro empreses objecte d'estudi.

L'indicador que recull la innovació com a procés, és una dicotòmica (variable v31_1Q) que pren valor 1 quan l'empresa declara haver emprat les TIC per innovar. En aquest sentit, Zhang (2005, p.14) defineix la capacitat en TI (tecnologies de la informació) com "l'habilitat d'una empresa per adquirir, desplegar i treure profit de les seves inversions en TI en combinació amb altres recursos i capacitats així com donar suport i millorar les seves competències distintives i destreses [...] per assolir els objectius del negoci mitjançant la implementació de TI." Per tant, introduir innovacions amb el suport de les TIC demostra l'existència d'aquesta capacitat en TI, que al seu torn és reflex de la forma com es gestiona el procés innovador. De fet, els processos innovadors no són pas iguals si s'empen TIC o si no s'empen TIC, de manera que la introducció d'aquest element tecnològic aporta riquesa a l'anàlisi ja que també és un indicador de la capacitat tecnològica de l'empresa.

Finalment, l'indicador que recull els resultats de l'activitat innovadora és la innovació d'adaptació al mercat (variable v32_AM4Q). Es tracta d'una variable dicotòmica que pren valor 1 quan l'empresa declara obtenir, com a resultat de la innovació, una oferta més àmplia de producte o servei o una resposta més ràpida a la demanda. Podem dir que la definició incorpora les innovacions radicals.

Gràfic 9.1. Relació entre cooperació, per tipus; el procés innovador i el resultat de l'activitat innovadora.



Font: Elaboració pròpia.

El Gràfic 9.1 recull la relació que postulem entre les tres variables d'aquests models: la cooperació, sigui quina sigui la seva tipologia, la forma d'innovar i el resultat de la innovació. El procés innovador es pot desenvolupar de moltes maneres diferents i està definit per una multitud de factors.¹⁶⁰ En concret, la innovació com a procés és complexa i no lineal, es desenvolupa habitualment en xarxa, i depèn i condiona la trajectòria de l'empresa. En conseqüència, reduir-la a un únic indicador seria una

¹⁶⁰ Veure discussió al Capítol 2.

simplificació extrema. Per aquest motiu, en el model s'estableix una relació directa també entre la cooperació i els resultats de la innovació, amb l'objectiu de captar la resta de canals a través dels quals l'establiment de col·laboracions amb agents externs pot influir en l'obtenció de resultats de la innovació.

L'estimació dels models que s'especifiquen seguin l'esquema del Gràfic 9.1 s'ha realitzat amb Amos 7.0. Es mostren, en els següents apartats, els resultats rellevants per a la discussió dels diferents models mentre que a l'annex A.6 es troben els *outputs* detallats. Atès que alguna de les variables del model són qualitatives, s'ha optat per una estimació bayesiana del model mitjançant l'algorisme MCMC (*Markov Chain Monte Carlo*).

Tots els models que s'estimen en l'apartat 9.2 es refereixen al conjunt de la mostra, per bé que a causa de l'existència de valors perduts en les variables a explicar el nombre total d'observacions emprades és de 268. La limitació més gran de la nostra anàlisi, però, és el fet de disposar únicament d'observacions de tall transversal. Tanmateix, aquesta mancança és encara present a força aplicacions empíriques, en particular quan es tracta d'enquestes elaborades en l'àmbit d'alguna recerca concreta.¹⁶¹

En l'apartat 9.2.2 es mostren els resultats corresponents a l'estimació de tres models, un per cada tipus de cooperació. A continuació, en l'apartat 9.2.3 es discuteixen tres models més per avaluar el paper conjunt de les diferents formes de cooperació sobre el binomi innovador procés-resultat.

9.2.2 Anàlisi independent dels diferents tipus de cooperació

Model 1: Cooperació de base científica

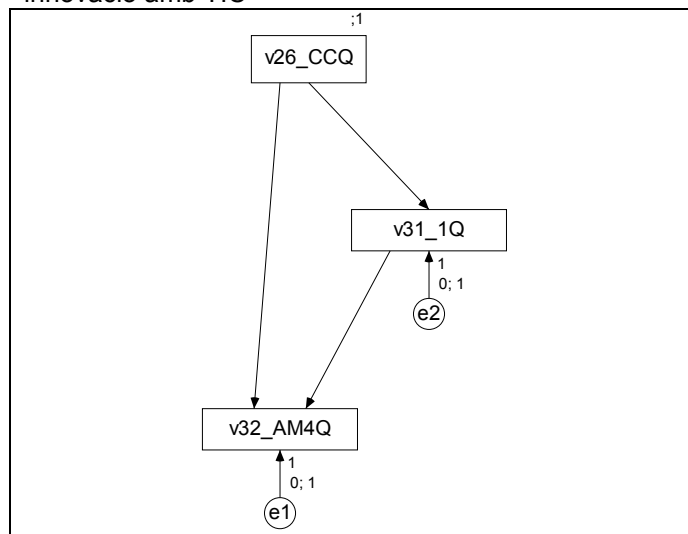
El primer model és el M9.1. És un model molt senzill amb tres variables que té com a objectiu explicar la influència de la cooperació de base científica sobre els resultats de la innovació, en concret sobre el binomi innovador procés-resultat ja definit. El Gràfic

¹⁶¹ Un nombre creixent d'articles empra les dades procedents de la CIS (*Community Innovation Survey*) per treballar a nivell longitudinal. Les anàlisis longitudinals amb dades CIS es construeixen ad hoc, i totes les que coneixem fan servir dues observacions en el temps. Aquesta font, en general, no inclou microempreses ni sector serveis.

9.2 mostra el plantejament del model de camins crítics, mentre que la Taula 9.1 recull les variables que intervenen al model, el seu rol i la seva tipologia. En aquest cas, la cooperació de base científica és la variable exògena del model; la variable de procés innovador (haver introduït innovacions de producte o de servei amb el suport de les TIC) és la variable intermèdia o moderadora; i la variable de resultat innovador (adaptació al mercat gràcies a la innovació) és la variable resultat. El model permet que la variable exògena ($v26_CCQ$) incideixi directament sobre la variable intermèdia ($v31_1Q$) i sobre la variable endògena ($v32_AM4Q$). La variable intermèdia, al seu torn, influeix directament sobre l'endògena del model. Totes les variables són variables observades, raó per la qual s'identifiquen amb un rectangle.

Per restringir el nombre de paràmetres a estimar en la simulació bayesiana, cal imposar que tota variable exògena tingui desviació típica igual a 1 (Arbuckle, 2006). Aquest és el significat de valor unitari que apareix a la part superior dreta de la variable $v26_CCQ$. D'altra banda, tal i com succeeix amb qualsevol altre model, tota variable no exògena duu associat un terme d'error (en aquest cas $e1$ i $e2$). Els termes d'errors són variables no observables, raó per la qual estan identificats amb un cercle. Suposem que estan estandarditzats (mitjana 0 i desviació típica igual a 1) i que la seva influència sobre la corresponent variable és igual a la unitat (és a dir, és del 100%). Aquesta convenció és rellevant, novament, per disminuir el nombre de paràmetres a estimar i assegurar que el model està identificat.

Gràfic 9.2. Model M9.1.
Influència de la cooperació de base científica en la innovació d'adaptació al mercat a través de la innovació amb TIC



Taula 9.1. Variables en el model M9.1

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus
V26_CCQ	Cooperació de base Científica per a la innovació	Exògena	Dicotòmica
V31_1Q	Ha introduït innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC	Intermèdia	Dicotòmica
v32_AM4Q	Ha obtingut resultats d'innovació: adaptació al mercat (oferta més amplia de productes/serveis o resposta més ràpida a la demanda)	Endògena	Dicotòmica

L'estimació mitjançant l'algorisme MCMC amb Amos 7.0 només proporciona dos instruments per avaluar la significació global del model quan es defineixen variables qualitatives. Totes dues mesures validen el model ja que, en primer lloc, el model convergeix, en aquest cas amb una mica més de 5000 iteracions; i en segon lloc, no podem rebutjar que el model procedeixi de les dades mostrals, atès que el p-valor a posteriori (o *posterior predictive p-value*) és igual a 0,49.¹⁶²

A la Taula 9.2 es recullen els estimadors dels camins crítics (*regression weights*), que mostren com la relació entre v26_CCQ i v32_AM4Q està, en aquesta especificació, mediada per la variable v31_1Q ja que, essent tots els paràmetres positius, la relació directa entre aquelles dues primeres variables no és pas significativa als nivells habituals segons mostra l'interval de credibilitat bayesià. A l'annex A. 6.1 es poden veure els resultats detallats, en aquestes pàgines es mostren els resultats més rellevants per a la discussió.

Taula 9.2. Coeficients de regressió del model M9.1.

	Mean	S.E.	S.D.	C.S.	95% Lower bound	95% Upper bound
Regression weights						
V32_AM4Q<--v26_CCQ	0,233	0,005	0,146	1,001	-0,047 ⁽¹⁾	0,514
v31_1Q<--v26_CCQ	0,376	0,006	0,131	1,001	0,131	0,647
v32_AM4Q<--v31_1Q	0,374	0,003	0,120	1,000	0,144	0,615

⁽¹⁾ 90% bound = [-0,001, 0,475].

Val a dir, però, que la relació bivariant entre la cooperació de base científica i la innovació d'adaptació al mercat és positiva i significativament diferent de zero, tal i com mostra l'estimació d'un model en què només intervenen aquestes dues variables (veure Taula 9.3). Per tant, el paper de la innovació de producte o servei amb l'ús de les TIC és, en aquest cas, rellevant ja que canalitza els esforços de la cooperació de base científica cap a l'obtenció de resultats de la innovació. Queda demostrat, doncs, que l'ús de les TIC per innovar és una variable de procés intermèdia rellevant en la

¹⁶² La convergència s'assoleix quan tots els valors de l'estadístic de convergència C.S. són estrictament inferiors a 1,002. D'altra banda, el valor òptim del p-valor posterior és 0,5.

relació, positiva i significativa, entre la cooperació de base científica (v26_CCQ) i la innovació d'adaptació al mercat (v32_AM4Q).

En aquest punt és rellevant comentar que, com a pas previ a l'estimació dels models que estem discutint, es va analitzar la influència dels tres tipus de cooperació sobre la innovació d'adaptació al mercat mitjançant models amb només dues variables. Els resultats obtinguts mostren l'existència d'un comportament homogeni, ja que en tots els casos la influència de les diferents formes de cooperació sobre la innovació d'adaptació al mercat és positiva i significativament diferent de zero, tal i com es pot veure a la Taula 9.3.

Taula 9.3. Influència de la cooperació sobre la innovació d'adaptació al mercat. Estimació segons tres models independents, per tipus de cooperació.

	Endògena	Exògena	Efecte total estandarditzat*
Model M9.1r	Cooperació per innovar: Científica (v26_CCQ)		+ 0,316
Model M9.2r	Cooperació per innovar: Horitzontal (v26_CHQ)	Resultats de la innovació: adaptació al mercat (v32_AM4Q)	+ 0,415
Model M9.3r	Cooperació per innovar: Cadena de Valor (v26_CCVQ)		+ 0,251

* Paràmetres significatius al menys al 5%.

Els resultats detallats dels tres models es troben a l'annex A. 6.1.

Taula 9.4. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M9.1.

Group number 1. Standardized Total Effects (mean).		
	V26_CCQ	v31_1Q
V31_1Q	0,345	0,000
V32_AM4Q	0,321	0,348
Paràmetres significatius al menys al 5%		
Group number 1. Standardized Direct Effects (mean)		
	V26_CCQ	v31_1Q
V31_1Q	0,345	0,000
V32_AM4Q	0,201	0,348
Group number 1. Standardized Indirect Effects (mean).		
	V26_CCQ	v31_1Q
V31_1Q	0,000	0,000
V32_AM4Q	0,119	0,000

Tornant al model que ens ocupa, el model M9.1, la influència de la variable exògena sobre l'endògena es transmet a través de dos canals, el directe i l'indirecte. La mesura d'aquestes influències reben el nom d'efectes directes i efectes indirectes, i la seva suma dóna lloc als efectes totals. En el nostre cas, centrem la discussió en els efectes estandarditzats per tal de facilitar-ne la interpretació i la comparació. Així, l'efecte total estandarditzat de l'exògena del model (v26_CCQ) sobre l'endògena (v32_AM4Q)

ascendeix a 0,321 (veure Taula 9.4), que és el màxim valor que pot prendre.¹⁶³ Aquest resultat recolza la hipòtesis de què la influència de la cooperació de base científica sobre l'adaptació al mercat com a resultat de la innovació passa per la consecució d'innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC (v31_1Q).

En total un 66,9% de la variabilitat de l'endògena (v32_AM4Q) està explicada per les dues variables considerades, valor que s'obté com la suma d'efectes totals estandarditzats de totes les variables del model sobre l'endògena.¹⁶⁴ Aquest valor dobla el del model en què l'única variable explicativa és la cooperació de base científica (31,6%, veure Taula 9.3).

Resumint, es comprova que la cooperació amb universitats o centres de recerca (v26_CCQ) afavoreix l'obtenció de resultats innovadors d'adaptació al mercat. Aquesta influència està mediada per la capacitat per introduir innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC (innovació de procés), que al seu torn també afavoreix l'adaptació al mercat, un tipus particular de resultat innovador independent de l'ús de les TIC.

Model 2: Cooperació horitzontal

La cooperació horitzontal per innovar (v26_CHQ) és la que es duu a terme amb empreses competidores. Per tal d'avaluar la seva contribució a la innovació, s'estima el model M9.2, que té la mateixa estructura que el model 1 (Gràfic 9.3, Taula 9.5. i veure annex A. 6.1 per als resultats detallats).

Taula 9.5. Variables en el model M9.2.

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus
v26_CHQ	Cooperació Horitzontal per a la innovació	Exògena	Dicotòmica
v31_1Q	Ha introduït innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC	Intermèdia	Dicotòmica
v32_AM4Q	Ha obtingut resultats d'innovació: adaptació al mercat (oferta més amplia de productes/serveis o resposta més ràpida a la demanda)	Endògena	Dicotòmica

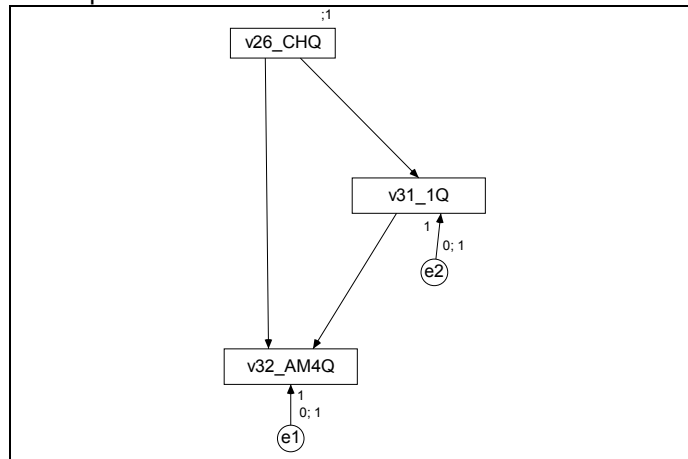
El model convergeix, en aquest cas amb menys de 7000 iteracions. D'altra banda, no podem rebutjar que procedeixi de les dades mostrals, atès que el p-valor de la

¹⁶³ El coeficient de correlació entre v26_CCQ i v32_AM4Q és 0,321 (veure taula *Implied correlations* de l'annex) i és, en termes estandarditzats, la màxima associació que podem esperar entre aquestes dues variables.

¹⁶⁴ $0,669 = 0,321 + 0,348$.

probabilitat a posteriori és igual a 0,49. Per tant, acceptem la significació global del model. En total, el model explica un 78% de la variabilitat de l'endògena.

Gràfic 9.3. Model M.9.2.
Influència de la cooperació horitzontal en la innovació d'adaptació al mercat a través de la innovació amb TIC



Taula 9.6. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M9.2.

Group number 1. Standardized Total Effects (mean).

	V26_CHQ	v31_1Q
V31_1Q	0,160*	0,000
V32_AM4Q	0,419	0,361

* Paràmetre no significatiu als nivells habituals.

Reste de paràmetres significatius al menys al 5%

Group number 1. Standardized Direct Effects (mean)

	V26_CHQ	v31_1Q
V31_1Q	0,160	0,000
V32_AM4Q	0,364	0,361

Group number 1. Standardized Indirect Effects (mean).

	V26_CHQ	v31_1Q
V31_1Q	0,000	0,000
V32_AM4Q	0,055	0,000

Els efectes estandarditzats (Taula 9.6) mostren que la cooperació horitzontal té una influència eminentment directa sobre la innovació d'adaptació al mercat, ja que aquest tipus de cooperació no presenta una relació significativa amb la innovació de producte o servei sustentada en l'ús de les TIC, per bé que el signe de l'efecte directe és positiu. Observem que la influència directa de l'exògena sobre l'endògena del model es manté, en línia amb el ja vist (Taula 9.3).

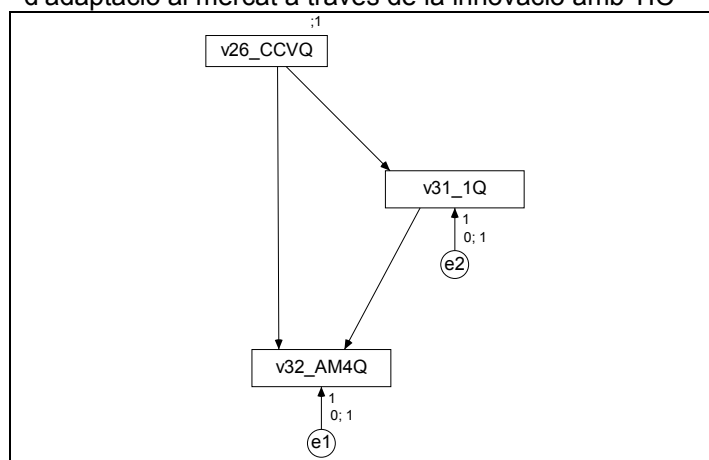
En aquest cas, doncs, l'aprenentatge que comporta l'activitat cooperadora amb empreses competidores no dóna lloc a una innovació de producte o servei sustentada en l'ús de les TIC, per bé que sí afavoreix l'obtenció de resultats de la innovació, en

concret l'adaptació al mercat. No disposem d'informació detallada sobre els continguts de la cooperació horitzontal, ni de l'ús de la tecnologia que es fa en aquests casos, tot i que podem concloure que els canals a través dels quals aquests tipus de cooperació afavoreix la innovació d'adaptació al mercat són diferents als plantejats en el model i diferents, també, als de la cooperació de base científica.

Model 3: Cooperació vertical

La cooperació vertical, o cooperació en la cadena de valor per innovar (v26_CCVQ) es produeix quan l'empresa coopera amb clients o usuaris, o amb proveïdors, siguin aquests proveïdors de tecnologia o d'altres productes o serveis. Per tal d'avaluar la seva relació amb la innovació, s'estima el model M9.3. (veure Gràfic 9.4, Taula 9.7, i annex A. 6.1).

Gràfic 9.4. Model M9.3.
Influència de la cooperació vertical en la innovació d'adaptació al mercat a través de la innovació amb TIC



Taula 9.7. Variables en el model M9.3.

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus
v26_CCVQ	Cooperació Vertical o de Cadena de Valor per a la innovació	Exògena	Dicotòmica
v.31_1Q	Ha introduït innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC	Intermèdia	Dicotòmica
v32_AM4Q	Ha obtingut resultats d'innovació: adaptació al mercat (oferta més amplia de productes/serveis o resposta més ràpida a la demanda)	Endògena	Dicotòmica

El procés d'estimació bayesiana mitjançant simulació MCMC ha convergint en menys de 3000 iteracions, i el p-valor a posteriori (0,49) no permet rebutjar la hipòtesi de què el model prové de les dades mostrals disponibles. En aquest cas, el camí crític entre la

cooperació vertical (v26_CCVQ) i l'adaptació al mercat a través de la innovació (v32_AM4Q) no és significativament diferent de zero (veure Taula 9.8) fent que el paper de la variable v31_1Q sigui clau per tal de vincular la cooperació vertical amb l'adaptació al mercat. De fet, a la Taula 9.9 s'observa que l'efecte total estandarditzat de la cooperació en la cadena de valor sobre l'endògena és significativament diferent de zero i ascendeix a 0,248.

Taula 9.8. Coeficients de regressió del model M9.3.

	Mean	S.E.	S.D.	C.S.	95% Lower bound	95% Upper bound
Regression weights						
v32_AM4Q<--v31_1Q	0,423	0,005	0,118	1,001	0,198	0,658
v31_1Q<--v26_CCVQ	0,275	0,004	0,110	1,001	0,073	0,491
v32_AM4Q<--v26_CCVQ	0,167	0,005	0,115	1,001	-0,056 ⁽¹⁾	0,390

⁽¹⁾ 90% bound = [-0,020, 0,352].

Taula 9.9. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M9.3.

Group number 1. Standardized Total Effects (mean).		
	V26_CCVQ	v31_1Q
V31_1Q	0,261	0,000
V32_AM4Q	0,248	0,386
Tots els paràmetres significatius al menys al 5%		
Group number 1. Standardized Direct Effects (mean)		
	v26_CCVQ	v31_1Q
V31_1Q	0,261	0,000
V32_AM4Q	0,147	0,386
Group number 1. Standardized Indirect Effects (mean).		
	V26_CCVQ	v31_1Q
V31_1Q	0,000	0,000
V32_AM4Q	0,101	0,000

Per tant, la cooperació en la cadena de valor afavoreix positivament l'adaptació al mercat com a resultat de la innovació amb la intermediació de l'ús de les TIC per innovar. Com en el cas de la cooperació de base científica, el paper de la variable v31_1Q esdevé crucial ja que és el mecanisme a través del qual es vincula la cooperació vertical amb la innovació d'adaptació al mercat.

En conclusió, els tres primers models analitzats mostren que, de forma directa o indirecta, els tres tipus de cooperació afavoreixen la innovació d'adaptació al mercat. La influència, positiva, està mediada per la innovació de producte o servei sustentada en l'ús de les TIC (procés innovador) en el cas de la cooperació de base científica i de la cooperació vertical. Però també pot ser pràcticament independent d'aquesta, com en el cas de la cooperació horitzontal, i transmetre's per canals alternatius al proposat

en l'especificació del model. Veiem doncs, que a través de la descomposició de la relació entre les diferents formes de cooperació i la innovació d'adaptació al mercat es pot identificar l'existència de diferents trajectòries a través de les quals l'exògena (tipologia de cooperació) influeix sobre el comportament de l'endògena (innovació d'adaptació al mercat).

9.2.3 Anàlisi conjunt dels diferents tipus de cooperació

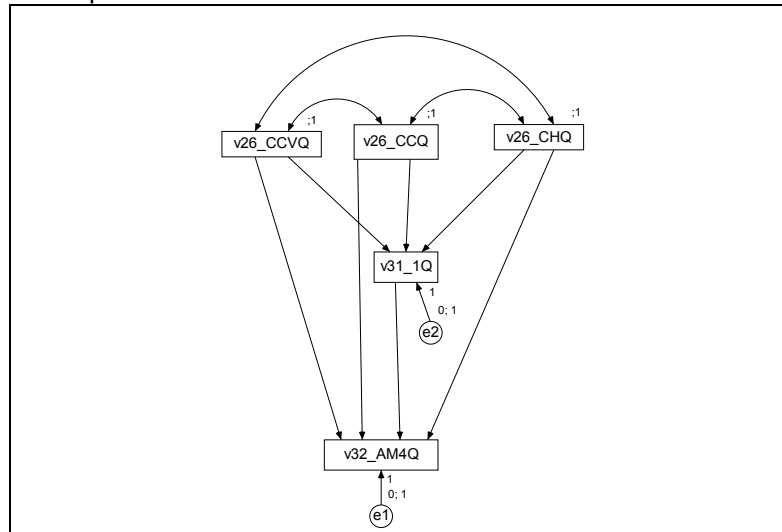
Belderbos et al. (2004) afirmen que cal estudiar els diferents tipus de cooperació de forma simultània per tal d'incloure l'heterogeneïtat del fenomen en els models. Estudien els determinants de la cooperació amb quatre tipus d'agents diferents (empreses competidores, proveïdors, clients i instituts de recerca/universitats) i afirmen que només s'han d'estimar models per separat quan els diferents tipus de cooperació estiguin incorrelacionats. Assumim que aquesta consideració és vàlida, també, quan la variable explicativa és la cooperació. Per aquesta raó els següents models incorporen de forma simultània les diferents tipologies de cooperació i analitzen l'existència d'efectes de complementarietat o de substitució entre les mateixes. Els resultats d'aquests models permetran determinar si hi ha algun tipus de cooperació que destaquí com a precursor de l'activitat innovadora.

Model 4: Cooperació de base científica, cooperació horitzontal i cooperació vertical

S'ha estimat el model M9.4 (veure Gràfic 9.5, Taula 9.10 i annex A. 6.2). El model està conformat per tres variables exògenes (v26_CCQ, v26_CHQ i v26_CCVQ), una variable intermèdia (v31_1Q) i una endògena (v32_AM4Q).

El model ha convergit en menys de 20000 iteracions. I atès que el p-valor a posteriori és igual a 0,50 no podem rebutjar la hipòtesi de què el model procedeixi de les dades mostrals. L'estimació dels paràmetres dels camins crítics aporta una imatge diferent i més completa que els models parsimoniosos de l'apartat anterior. Alguns resultats podrien semblar fins i tot contradictoris ja que, tal i com es pot veure a la Taula 9.11, certs paràmetres que abans eren significatius han deixat de ser-ho en aquest model ampliat i en alguns casos fins i tot han canviat de signe.

Gràfic 9.5. Model M9.4.
Influència conjunta dels tres tipus de cooperació en la innovació d'adaptació al mercat a través de la innovació amb TIC



Taula 9.10. Variables en el model M9.4.

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus
v26_CCVQ	Cooperació Vertical o de Cadena de Valor per a la innovació	Exògena	Dicotòmica
V26_CCQ	Cooperació de base Científica per a la innovació	Exògena	Dicotòmica
V26_CHQ	Cooperació Horizontal per a la innovació	Exògena	Dicotòmica
V31_1Q	Ha introduït innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC	Intermèdia	Dicotòmica
v32_AM4Q	Ha obtingut resultats d'innovació: adaptació al mercat (oferta més ampla de productes/servis o resposta més ràpida a la demanda)	Endògena	Dicotòmica

Taula 9.11. Coeficients de regressió del model M9.4.

	Mean	S.E.	S.D.	C.S.	95% Lower bound	95% Upper bound
Regression weights						
v31_1Q<--v26_CCQ	0,367	0,005	0,147	1,001	0,090	0,667
v32_AM4Q<--v31_1Q	0,386	0,007	0,155	1,001	0,113	0,709
v32_AM4Q<--v26_CCVQ	-0,036	0,008	0,177	1,001	-0,405 ⁽¹⁾	0,284
v31_1Q<--v26_CCVQ	0,257	0,006	0,154	1,001	-0,028 ⁽²⁾	0,570
v31_1Q<--v26_CHQ	-0,034	0,009	0,180	1,001	-0,391 ⁽³⁾	0,318
v32_AM4Q<--v26_CHQ	0,491	0,013	0,238	1,001	0,079	0,999
v32_AM4Q<--v26_CCQ	0,143	0,011	0,201	1,002	-0,262 ⁽⁴⁾	0,527

⁽¹⁾ 90% bound = [-0,337, 0,240]; ⁽²⁾ 90% bound = [-0,018, 0,516];

⁽³⁾ 90% bound = [-0,329, 0,262]; ⁽⁴⁾ 90% bound = [-0,180, 0,456];

En concret, l'única variable amb relació directa significativa amb v31_1Q és, ara, la cooperació de base científica (v26_CCQ), mentre que l'única amb influència directa significativa sobre la innovació d'adaptació al mercat (v32_AM4Q) és la cooperació horitzontal (v26_CHQ). La cooperació en cadena de valor (v26_CCVQ) perd tota la significació en el model per cedir importància a la cooperació horitzontal i a la

científica; de manera que la presència simultània d'aquestes dues sembla desplaçar, o ocultar, les possibles aportacions de la cooperació en la cadena de valor.

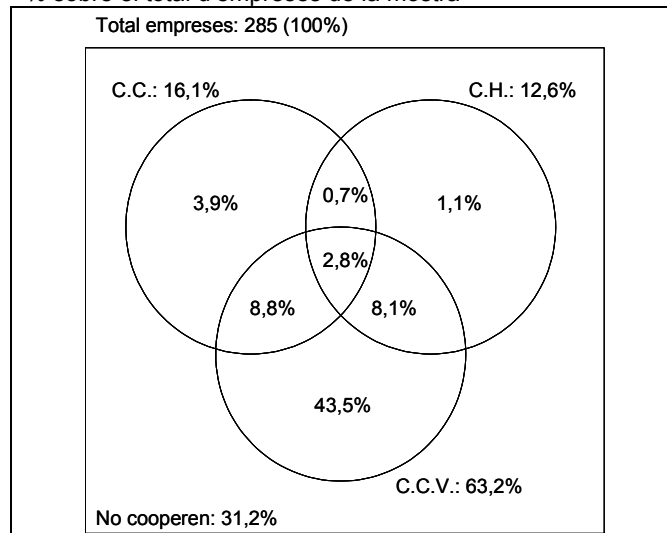
Taula 9.12. Correlacions de les variables exògenes del model M9.4.

	Mean	S.E.	S.D.	C.S.	95% Lower bound	95% Upper bound
Regression weights						
v26_CCQ<->v26_CCVQ	0,158	0,003	0,113	1,000	-0,067 ⁽¹⁾	0,370
v26_CCQ<->v26_CHQ	0,251	0,006	0,128	1,001	-0,004 ⁽²⁾	0,490
v26_CCVQ<->v26_CHQ	0,406	0,004	0,115	1,001	0,167	0,610

⁽¹⁾ 90% bound = [-0,032, 0,342]; ⁽²⁾ 90% bound = [0,003, 0,427];

En aquest sentit, es comprova que les variables exògenes presenten un cert grau d'associació. A la Taula 9.12 s'observa un signe positiu en les correlacions de les exògenes, per bé que la cooperació de base científica està incorrelacionada amb la cooperació de cadena de valor a tots els nivells habituals, i només està associada amb la cooperació horitzontal al 10% tal i com mostren els intervals bayesians de credibilitat. D'altra banda, la cooperació horitzontal i la de la cadena de valor són les tipologies que presenten el grau d'associació lineal més alt.¹⁶⁵

Gràfic 9.6. Distribució de les empreses de la mostra en funció de l'activitat de cooperació % sobre el total d'empreses de la mostra



Llegenda: C.C.: Coop. de base Científica; C.H.: Coop. Horitzontal; C.C.V.: Coop. en la Cadena de Valor.

Arran dels resultats obtinguts hem volgut saber de quina manera es combinen les tres tipologies de cooperació objecte d'estudi. El Gràfic 9.6 mostra que el més habitual és

¹⁶⁵ S'obtenen conclusions similars amb el test d'independència Ji-quadrat per a variables qualitatives (no es mostren els resultats).

cooperar amb un únic tipus d'agent, ja que un 48,5% de les empreses de la mostra estan en aquesta categoria.¹⁶⁶ O, el que és el mateix, 7 de cada 10 empreses que cooperen només ho fan amb un únic tipus d'agent.¹⁶⁷

La cooperació en cadena de valor és la més habitual (63,2% de les empreses), i és la que més freqüentment es desenvolupa de forma aïllada (48,5%). La cooperació de base científica és la segona en importància (16,1%) seguida de molt a prop per la cooperació horitzontal (12,6%) que és la categoria minoritària. A diferència del primer cas, gairebé totes les empreses d'algun d'aquests dos darrers grups desenvolupen activitats cooperadores amb algun altre agent. Finalment, destaca el fet de què només un 2,8% de les empreses de la mostra coopera amb els tres tipus d'agents considerats. És a dir, entre les empreses cooperadores només un 4,1% manté vincles amb els tres tipus d'agents considerats. Aquesta és, doncs, una opció molt minoritària.

Gairebé totes les empreses que cooperen amb el món científic també cooperen amb altres agents. Resulta interessant, arran dels resultats obtinguts fins al moment, comprovar si la presència de cooperació de base científica incideix sobre l'activitat innovadora de les empreses que desenvolupen cooperació horitzontal o vertical. Amb aquesta finalitat s'estimen els dos propers models.

Model 5: Empreses que cooperen però que no desenvolupen cooperació de base científica

Aquest model segueix l'estructura habitual, amb una única exògena que pren valor 1 quan l'empresa desenvolupa algun tipus de cooperació i aquesta no és la científica; és a dir, quan la cooperació és estrictament horitzontal o vertical ($v26_CEHVQ$). Un 52,7% de les empreses de la mostra es troben en aquesta situació (tal i com es desprèn de la informació continguda al Gràfic 9.6). La Taula 9.15 i el Gràfic 9.7 (més endavant) recullen els elements i l'especificació del model, mentre que a l'annex A. 6.2 es poden veure els resultats detallats.¹⁶⁸

¹⁶⁶ $0,485 = 0,435 + 0,039 + 0,011$.

¹⁶⁷ $0,701 = 0,485 / 0,688$ (on 0,688 és la proporció d'empreses de la mostra que cooperen).

¹⁶⁸ Els resultats que s'obtenen amb aquest model són similars als d'un model amb exògenes "cooperació horitzontal, excloent la coop. científica" i "cooperació vertical, excloent la coop. científica". S'ha triat discutir aquesta especificació per la seva major senzillesa.

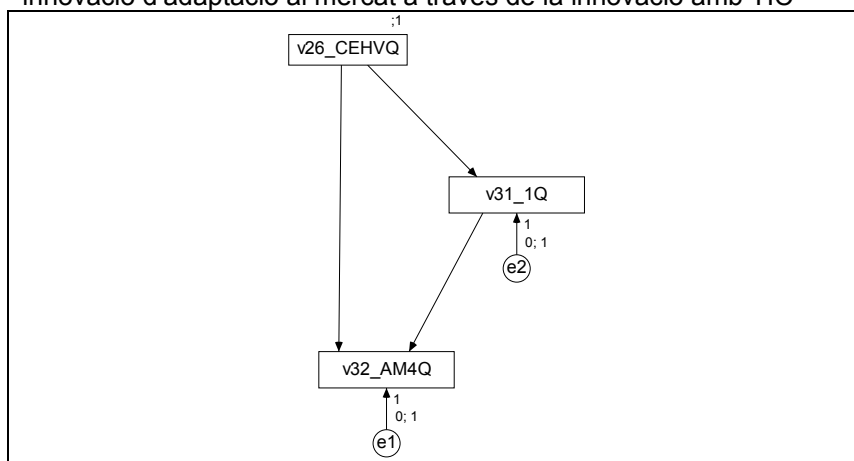
Taula 9.13. Variables en el model M9.5.

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus
v26_CEHVQ	Cooperació Exclusivament Horitzontal o Vertical per a la innovació (exclou la cooperació de base científica)	Exògena	Dicotòmica
v31_1Q	Ha introduït innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC	Intermèdia	Dicotòmica
v32_AM4Q	Ha obtingut resultats d'innovació: adaptació al mercat (oferta més ampla de productes/serveis o resposta més ràpida a la demanda)	Endògena	Dicotòmica

El model convergeix en aproximadament 5000 iteracions, i el p-valor a posteriori ascendeix a 0,51. Pel que fa a la relació entre variables, s'observa que la influència de la cooperació exclusivament horitzontal i vertical sobre la innovació d'adaptació al mercat no és pas significativa. Tampoc ho és la influència sobre la innovació de producte o servei recolzada en l'ús de les TIC (veure Taula 9.14). Per tant, tot i que no poden rebutjar que el model provingui de la mostra, la seva estimació fa palès que la cooperació exclusivament horitzontal o vertical (v26_CEHVQ) no repercuteix de forma significativa sobre les variables d'innovació.

Gràfic 9.7. Model M9.5.

Influència de la cooperació exclusivament horitzontal i vertical en la innovació d'adaptació al mercat a través de la innovació amb TIC



Taula 9.14. Efectes estandaritzats totals, directes i indirectes del model M9.5.

Group number 1. Standardized Total Effects (mean).		
	v26_CEHVQ	v31_1Q
v31_1Q	0,057*	0,000
v32_AM4Q	0,131*	0,413**

* Paràmetres no significatius als nivells habituals
 ** Paràmetre significatiu al menys al 5%

Group number 1. Standardized Direct Effects (mean)		
	v26_CEHVQ	v31_1Q
v31_1Q	0,057	0,000
v32_AM4Q	0,108	0,413

Group number 1. Standardized Indirect Effects (mean).		
	v26_CEHVQ	v31_1Q
v31_1Q	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,023	0,000

Un cop vist aquest resultat, que indica que l'absència de la cooperació de base científica també modera la innovació, fem una darrera comprovació. Estimem un model on l'exògena és una variable dicotòmica que pren valor 1 quan l'empresa declara que fa cooperació en cadena de valor o cooperació horitzontal, independentment de què dugui a terme activitats de cooperació amb agents del món científic. En aquest cas, doncs, no s'exclouen els casos en què l'empresa també coopera amb el món científic. Si els resultats són diferents quedarà validat l'important paper d'aquest tipus de cooperació per a l'obtenció de resultats innovadors.

Model 6: Empreses que cooperen horitzontalment o verticalment

El model M9.6 es planteja amb l'estructura habitual, per bé que ara l'exògena és la variable `v26_NCCQ`, anomenada cooperació vertical o horitzontal i definida segons s'ha vist. Les empreses que fan cooperació horitzontal o vertical podrien desenvolupar també activitats de cooperació de base científica ja que, en aquest cas, no s'ha fet una exclusió explícita d'aquesta tipus de cooperació. La seva presència a la mostra ascendeix al 65,0% dels casos (veure Gràfic 9.3, pàgina 220).

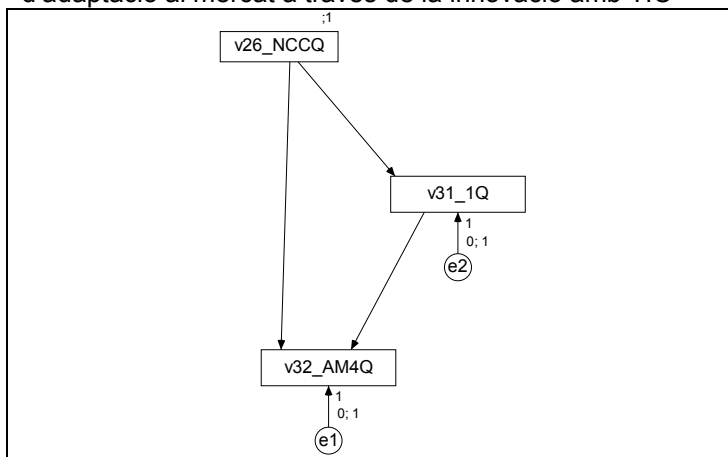
La Taula 9.15 i Gràfic 9.8 recullen els elements i l'especificació del model, mentre que a l'annex A. 6.2 es poden veure els resultats detallats.

Taula 9.15. Variables en el model M9.6.

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus
v26_NCCQ	Cooperació horitzontal o vertical per a la innovació (no exclou la cooperació de base científica)	Exògena	Dicotòmica
V31_1Q	Ha introduït innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC	Intermèdia	Dicotòmica
v32_AM4Q	Ha obtingut resultats d'innovació: adaptació al mercat (oferta més amplia de productes/serveis o resposta més ràpida a la demanda)	Endògena	Dicotòmica

El procés de simulació convergeix en menys de 5300 iteracions, i el p-valor a posteriori és igual a 0,49. En aquest cas (Taula 9.16), la influència de l'exògena sobre la intermèdia i l'endògena del model és positiva i significativament diferent de zero. Per tant, comprovem que cooperar amb empreses competidores o cooperar en el si de la cadena de valor afavoreix la innovació d'adaptació al mercat quan no s'exclouen els casos en què l'empresa també desenvolupa activitats de cooperació de base científica.

Gràfic 9.8. Model M9.6.
Influència de la cooperació no científica en la innovació d'adaptació al mercat a través de la innovació amb TIC



Taula 9.16. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M9.6.

Group number 1. Standardized Total Effects (mean).		
	v26_NCCQ	v31_1Q
v31_1Q	0,282	0,000
v32_AM4Q	0,287	0,370

Tots els paràmetres són significatius al menys al 5%

Group number 1. Standardized Direct Effects (mean)		
	v26_NCCQ	v31_1Q
v31_1Q	0,282	0,000
v32_AM4Q	0,183	0,370

Group number 1. Standardized Indirect Effects (mean).		
	v26_NCCQ	v31_1Q
v31_1Q	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,104	0,000

9.2.4 Resum de resultats i conclusions

Els resultats vistos fins ara, i en particular els models M9.5 i M9.6, mostren que la cooperació de base científica és un element clau per a la innovació ja que, quan no és present, els altres tipus de cooperació no mostren pas una influència significativa sobre la innovació d'adaptació al mercat sustentada en l'ús de les TIC. La sola presència d'activitats de cooperació de base científica (model M9.1) i la seva combinació amb altres formes de cooperació (models M9.4 i M9.6) afavoreix la innovació d'adaptació al mercat mitjançant l'ús de les TIC. La consideració conjunta de les diferents formes de cooperació, però, mostra que el paper de la cooperació en la cadena de valor queda minvat quan les empreses també cooperen amb empreses competidores o amb agents de l'àmbit científic (model M9.4). Aquest resultat pot ser degut al fet que la cooperació vertical és majoritària, de manera que deixa de ser una

característica amb capacitat de discriminar quan les altres dues formes de cooperació molt menys habituals estan presents.

Així doncs, observem que la cooperació afavoreix l'obtenció de resultats de la innovació a través de l'ús de les TIC en els processos innovadors (models M9.1, M9.2, M9.3 i M9.4) per bé que no totes les tipologies de cooperació exerceixen la mateixa influència sobre la innovació, essent determinades tipologies més crítiques que d'altres. En línia amb el que apunten estudis empírics disponibles a la literatura, cada forma de cooperació té determinants i conseqüències diferents sobre la forma en què l'empresa desenvolupa la seva activitat i sobre els resultats que aquesta obté.

Pel que fa als efectes sobre la innovació, hem observat que la cooperació horitzontal presenta una relació directa amb la innovació d'adaptació al mercat independentment de la introducció d'innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC (models M9.2 i M9.4). Per la seva banda, la cooperació vertical, o de cadena de valor, només influeix sobre la innovació d'adaptació al mercat a través dels processos innovadors desenvolupats amb TIC, que en aquest cas esdevé un tipus de resultat intermedi substantiu (model M9.3). Aquesta influència, tal i com ja s'ha comentat, es perd quan estan presents altres formes de cooperació (model M9.4).

Finalment, en el context de la mostra objecte d'estudi, s'observa el paper rellevant de la cooperació de base científica ja que la seva presència afavoreix la innovació d'adaptació al mercat a través dels usos TIC complementant els altres tipus de cooperació (models M9.5 i M9.6). Entenem que aquest resultat és una conseqüència del fet que la majoria d'empreses que cooperen amb universitats o centres de recerca també ho fan amb la resta d'agents econòmics, tal i com hem vist al Gràfic 9.6. I també, per tant, de les característiques concretes de les empreses que col·laboren amb el món científic, tal i com es discutirà a continuació.

Atès que es tracta d'un element crític que està lluny de ser majoritari, resulta interessant aprofundir en l'estudi de la cooperació amb universitats i centres de recerca en el si de la mostra d'empreses amb què estem treballant, l'element comú de les quals és la vinculació amb Barcelona Activa i no pas la seva relació amb alguna universitat, centre tecnològic o alguna de les seves incubadores. En concret, resulta rellevant analitzar, en primer lloc els determinants de la cooperació de base científica; i en segon lloc els canals, les formes d'innovació, a través dels quals la cooperació de base científica afavoreix l'obtenció de bons resultats empresarials.

9.3. Trets distintius de les empreses que cooperen amb el món científic

Abans d'aprofundir en l'estudi dels determinants de la cooperació de base científica, resulta interessant comprovar quins són els aspectes diferencials de les empreses que declaren cooperar amb universitats i altres centres de recerca o d'innovació. L'anàlisi bivariada que es presenta a continuació ens permetrà, així mateix, determinar fins a quin punt aquesta mostra se separa de les tendències generals que recull la literatura sobre el tema.

Taula 9.17. Estructura de l'empresa i cooperació de base científica
% d'empreses que fan cooperació de base científica (CC): 16,1%

	Sí CC	No CC	Tota la mostra	
Antiguitat mitjana (anys)	3,7	3,2	3,3	(-) (3)
Nombre mitjà de treballadors/es (equivalent a temps complet)	8,0	3,9	4,6	(****) (3)
Nivell majoritari formació treballadors/es: estudis universitaris	95,7%	72,4%	76,1%	(****) (2)
Sector d'activitat:				(***) (1)
TIC	47,8%	25,1%	28,4%	
Serveis a les empreses	19,6%	21,3%	21,1%	
Altres Serveis	19,6%	25,1%	24,2%	
Producció Industrial	10,9%	6,7%	7,4%	
Serveis Personals i Activitats Socials	2,2%	10,9%	9,5%	
Distribució comercial	0,0%	10,9%	9,1%	

(1): Prova Ji-quadrat de Pearson; (2): Estadístic exacte de Fisher; (3): F de Fisher, ANOVA.
(-) No signific.; (*) Signif. 10%; (**) Signif. 5%; (***) Signif. 1%; (****) Signif. <0,1%.

A la Taula 9.17 s'observa com les empreses que desenvolupen cooperació de base científica (CC) són significativament més grans que la resta, amb 8 treballadores/es (o equivalent a temps complet) de mitjana envers els 3,9 de l'altre grup. Tanmateix l'antiguitat mitjana no és pas significativament diferent. La formació majoritària dels treballadors/es és pràcticament sempre de nivell universitari (95,7% dels casos), situant aquest col·lectiu encara per sobre dels ja elevats nivells de la mostra. A nivell sectorial, s'observa l'important pes del sector TIC amb gairebé una de cada dues empreses que cooperen amb el món científic pertanyents a aquesta branca d'activitat, i una baixa o nul·la presència del sector de serveis personals i activitats socials (2,2%) i del sector distribució comercial (0,0%).

La Taula 9.18 mostra com les empreses que col·laboren en l'àmbit científic tendeixen a emprar amb més assiduitat els serveis de suport a l'emprenedoria oferts per institucions públiques i privades. En concret, també fan un major ús dels serveis de

Barcelona Activa, participant en el programa XarxActiva d'empreses o ubicant-se en els seus espais d'incubació. Finalment, han tingut un major accés a les subvencions públiques (17,4% envers el 9,4% de mitjana) i, consegüentment, també tendeixen a considerar aquesta opció en tant que estratègia de creixement en una major proporció (32,6% envers el 17,2% de mitjana).

Taula 9.18 Ús de serveis de suport a l'emprenedoria i cooperació de base científica
% d'empreses que fan cooperació de base científica (CC): 16,1%

	Sí CC	No CC	Tota la mostra	
Nombre mitjà d'institucions que presten serveis de suport a l'emprenedoria de les que ha rebut suport (màxim: 7)	2,7	1,7	1,9	(****) (3)
Ha rebut subvencions públiques per finançar la creació de l'empresa	17,4%	8,4%	9,8%	(*) (2)
Té previst rebre subvencions públiques per finançar el creixement de l'empresa	32,6%	14,2%	17,2%	(***) (2)
Membre de XarxActiva	67,4%	43,9%	47,7%	(***) (1)
L'empresa ha estat (o està) ubicada als espais d'incubació de Barcelona Activa	39,1%	25,5%	27,7%	(**) (1)

(1): Prova Ji-quadrat de Pearson; (2): Estadístic exacte de Fisher; (3): F de Fisher, ANOVA.

(-) No signific.; (*) Signif. 10%; (**) Signif. 5%; (***) Signif. 1%; (****) Signif. <0,1%.

En relació a l'organització i l'estratègia empresarial (Taula 9.19), es comprova que les empreses que cooperen amb el món científic presenten un major nivell d'usos TIC (amb gairebé la meitat de les empreses amb un nivell alt d'aquest indicador); per bé que els nivells de comerç *on line* són iguals que la mitjana de la mostra, tant pel que fa a la compra o aprovisionament com pel que fa a l'activitat de venda. Les empreses que fan cooperació de base científica estan més integrades vertical i horitzontalment, segurament a causa del seu major grau de maduresa: així, participen amb major proporció dels processos de desintegració vertical de la cadena de valor (subcontracten o són subcontractades en un 93,5% dels casos) i també han sabut configurar xarxes internes de treball en una proporció major (23,9%).

Pel que fa a l'orientació estratègica, destaca la major tendència a l'orientació al mercat, és a dir, aquella estratègia basada en la segmentació de la clientela i en la realització d'estudis de mercat; i en menor mesura al marketing de relacions, que és el basat en la relació individualitzada amb clients suportada per l'ús d'eines CRM o similars.

La pressió competitiva percebuda és alta, independentment de si l'empresa desenvolupa activitats de cooperació científica o no. Entenem que això és així perquè es tracta d'empreses joves i calia esperar aquests tipus de valors en una pregunta de caire subjectiu com aquesta. Sí que hi ha diferències, però, en l'estratègia de

competitivitat predominant i en l'estratègia de creixement que, en el moment de respondre l'enquesta, es planteja l'empresa. En el primer cas, predomina l'oferta especialitzada (52,2% de les empreses) mentre que en el segon cas hi ha una major tendència a desenvolupar nous productes i/o serveis i una menor tendència a obrir nous mercats mitjançant la diversificació.

Taula 9.19. Organització i estratègia empresarial i cooperació de base científica
% d'empreses que fan cooperació de base científica (CC): 16,1%

	Sí CC	No CC	Tota la mostra	
Nivell d'usos TIC				(**) (2)
Alt	45,7%	26,8%	29,8%	
Baix	54,3%	73,2%	70,2%	
Fa aprovisionament <i>on line</i>	45,7%	38,9%	40,0%	(-) (2)
Fa vendes <i>on line</i>	28,3%	28,9%	28,8%	(-) (2)
Subcontracta o és subcontractada	93,5%	81,6%	83,5%	(**) (2)
Configuració xarxes internes^a	23,9%	11,7%	13,7%	(**) (2)
Orientació estratègica				
Orientació al mercat ^b	47,8%	28,5%	31,6%	(*) (2)
Orientació al marketing de relacions ^c	37,0%	23,4%	25,6%	(**) (2)
Mix personalitzat ^d	58,7%	53,1%	54,0%	(-) (2)
Pressió competitiva percebuda				
Alta	89,1%	81,6%	82,2%	(-) (2)
Baixa	10,9%	17,2%	16,1%	(-) (2)
Estratègia de competitivitat predominant				(**) (1)
Oferta especialitzada	52,2%	41,8%	43,5%	
Qualitat	19,6%	27,6%	26,3%	
Diferenciació tecnològica	19,6%	5,9%	8,1%	
Flexibilitat i resposta ràpida	8,7%	16,7%	15,4%	
Diferenciació de marca	0,0%	4,2%	3,5%	
Costos	0,0%	2,9%	2,5%	
NS/NC	0,0%	0,8%	0,7%	
Estratègia de creixement				
Desenvolupar nous productes i/o serveis	65,9%	53,4%	55,4%	(*) (2)
Obrir nous mercats amb els productes o serveis actuals	56,8%	50,0%	51,1%	(-) (2)
Obrir nous mercats diversificant productes i/o serveis	25,0%	37,3%	35,4%	(*) (2)

(1): Prova Ji-quadrat de Pearson; (2): Estadístic exacte de Fisher; (3): F de Fisher, ANOVA.

(-) No signific.; (*) Signif. 10%; (**) Signif. 5%; (***) Signif. 1%; (****) Signif. <0,1%.

a) L'emprenedor/a que lidera el projecte té creada una altra empresa i si el personal de l'empresa objecte d'estudi treballa en xarxa (fent teletreball).

b) L'empresa desenvolupa estudis de mercats i té segmentada la seva clientela.

c) L'empresa manté relació individualitzada amb els clients i compta amb aplicacions informàtiques tipus CRM.

d) L'empresa fa productes o serveis a mida, és a dir adaptats a les necessitats de cada clientes, i aplica polítiques de discriminació de preus.

Respecte de l'activitat innovadora (Taula 9.20), es comprova com les empreses que col·laboren amb universitats i centres de recerca esmenten en un nombre més elevat d'ocasions que l'origen de les innovacions es troba en un departament propi d'R+D+i (58,1% envers el 29,9% quan no fan CC). Pel que fa a les altres dues fonts considerades, la consultoria i el personal de l'empresa, no s'evidencia un comportament significativament diferent.

Taula 9.20. Activitat innovadora i cooperació de base científica
% d'empreses que fan cooperació de base científica (CC): 16,1%

	Sí CC	No CC	Tota la mostra	
Origen de les innovacions introduïdes				
Departament propi d'R+D+i	58,1%	29,9%	35,5%	(***) (2)
Consultoria	9,3%	16,7%	15,2%	(-) (2)
Personal de l'empresa en general	67,4%	64,4%	65,0%	(-) (2)
Tipus d'innovacions introduïdes amb el suport de les TIC				
De producte o de servei	69,6%	45,0%	49,3%	(***) (2)
De procés	39,1%	25,7%	28,0%	(*) (2)
Organitzativa	50,0%	40,1%	41,8%	(-) (2)
Cap	8,7%	35,1%	30,6%	(***) (2)
Resultats aconseguits amb les innovacions introduïdes				
Oferta més àmplia de productes i/o serveis	72,1%	49,5%	53,6%	(***) (2)
Resposta més ràpida a la demanda	44,2%	37,5%	38,7%	(-) (2)
Procés productiu més flexible	37,2%	26,6%	28,5%	(-) (2)
Gestió logística més àgil	16,3%	18,8%	18,3%	(-) (2)
Sistemes de gestió interna automatitzats	25,5%	27,9%	26,0%	(-) (2)
Nous canals de comercialització	37,2%	32,8%	33,6%	(-) (2)
Nova estructura organitzativa	25,6%	23,4%	23,8%	(-) (2)
Patents o registres	32,6%	15,7%	18,5%	(***) (2)

(1): Prova Ji-quadrat de Pearson; (2): Estadístic exacte de Fisher; (3): F de Fisher, ANOVA.

(-) No signific.; (*) Signif. 10%; (**) Signif. 5%; (***) Signif. 1%; (****) Signif. <0,1%.

Es comprova que, en el cas de les empreses que cooperen amb el món científic, hi ha una presència més elevada d'innovacions de producte o servei i de procés amb ús de les TIC, per bé que no hi ha diferències significatives quan es tracta d'innovacions organitzatives emprant les TIC. En relació al resultats aconseguits amb les innovacions introduïdes, destaca una major importància de la innovació de producte/servei, ja que en un 72,1% de les ocasions esmenten la consecució d'una oferta més àmplia (davant del 49,5% quan no desenvolupen CC). La resta de resultats no presenten pas diferències estadísticament significatives. Finalment, tal i com cabia esperar, la cooperació de base científica i les patents presenten una relació positiva ja que es empreses que col·laboren amb universitats i centres de recerca disposen de patents o registres en un percentatge major (32,6% envers el 15,7% en la resta de casos).

La Taula 9.21 mostra els indicadors sobre el rendiment i l'evolució de les empreses. Les que cooperen amb universitats i centres de recerca obtenen en general millors resultats empresarials, amb un major nivell d'èxit empresarial (mitjana del 4,4 sobre 5 davant d'una mitjana del 3,8 en cas contrari). Hi ha, d'altra banda, una major tendència a exportar, per bé que no hi ha diferència en el percentatge d'empreses que esperen obtenir beneficis ni en l'evolució de la facturació. De forma coherent amb els resultats vistos anteriorment, el nombre de treballadors/es evoluciona positivament en major proporció que quan no cooperen amb el món científic (56,5% vs. 28,5%). Això fa que

l'indicador de creació de treball de qualitat es comporti millor entre les empreses que fan cooperació de base científica.

Taula 9.21. Indicadors de resultats empresarials i cooperació de base científica
% d'empreses que fan cooperació de base científica (CC): 16,1%

	Sí CC	No CC	Tota la mostra	
Nivell d'èxit empresarial (0-5)	4,4	3,8	3,8	(**) (3)
Té previst obtenir beneficis	63,0%	57,3%	52,8%	(-) (2)
Activitat exportadora	43,5%	31,0%	33,0%	(*) (2)
Alta intensitat exportadora (>25%)	19,6%	10,0%	11,6%	(*) (2)
Evolució del nombre de treballadors/es				(***) (1)
Augmenta	56,5%	28,5%	33,0%	
Es manté	30,4%	58,6%	54,0%	
Disminueix	4,3%	5,4%	5,3%	
NS/NC	8,7%	7,5%	7,7%	
Salari mitjà brut anual				(-) (1)
Fins a 18000 Eur	23,9%	34,3%	32,6%	
18000 - 24000 Eur	43,5%	34,7%	36,1%	
Més de 24000 Eur	21,7%	12,1%	13,7%	
NS/NC	10,9%	18,8%	17,5%	
Creació de treball de qualitat	50,0%	18,3%	23,4%	(****) (2)
Evolució de la facturació				(-) (1)
Augmenta	60,9%	59,0%	59,3%	
Es manté	13,0%	22,2%	20,7%	
Disminueix	2,2%	5,0%	4,6%	
NS/NC	23,9%	13,8%	15,4%	
Evolució de la facturació				(-) (1)
Volum de facturació (milers d'euros)	1056,4	476,3	582,1	(*) (3)

(1): Prova Ji-quadrat de Pearson; (2): Estadístic exacte de Fisher; (3): F de Fisher, ANOVA.

(-) No signific.; (*) Signif. 10%; (**) Signif. 5%; (***) Signif. 1%; (****) Signif. <0,1%.

Finalment la facturació, variable també emprada com a mesura de dimensió empresarial, mostra uns valors mitjans superiors quan es tracta d'empreses que cooperen amb el món científic (1056 milers euros vs 476 milers euros) per bé que les diferències només són significatives al 10%.

Creiem que els resultats vistos són conseqüència de l'orientació de l'empresa i que l'establiment d'acords de cooperació amb el món científic és un dels instruments que empra l'emprenedor/a per aconseguir els seus objectius en el mig i el llarg termini. La cooperació de base científica és, doncs, un indicador del tipus d'empresa, que potser en el cas concret de la nostra mostra ens està adreçant cap al perfil de les empreses gasela no només per la tendència que mostren a l'obtenció de millors resultats empresarials sinó, també, pel tipus d'innovació que més treballen, la de producte i servei, així com pel major aprofitament que fan del sistema d'ajuts a l'emprenedoria.

9.4. Determinants de la cooperació de base científica per innovar

L'objectiu d'aquest apartat és analitzar quins són els determinants, interns i externs, de la cooperació de base científica. Al Capítol 3 s'ha argumentat la importància de la cooperació de base científica en la innovació i hem vist, així mateix, que hi ha motius empírics suficients per estudiar la cooperació de base científica amb profunditat en la mostra objecte d'anàlisi. Per aquesta raó analitzem els seus determinants. Volem estudiar els factors que distingeixen les empreses que desenvolupen activitats de cooperació de base científica de les que no ho fan i de quina manera determinen aquesta activitat de cooperació.

Distingirem tres categories d'elements organitzatius (estructurals, externs i interns) vinculats amb les motivacions per col·laborar amb universitats i centres de recerca, i estudiarem la seva influència sobre la propensió a aquest tipus de cooperació mitjançant la modelització logística.

9.4.1 Plantejament del model

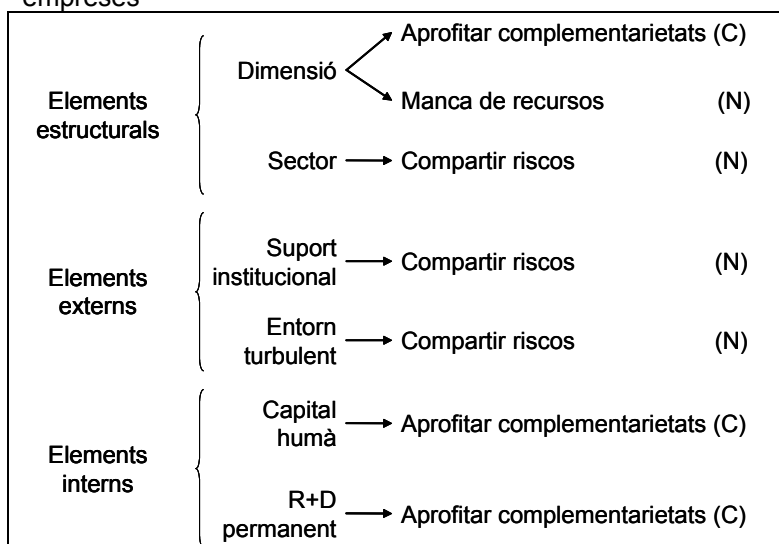
Per explicar els determinants de la cooperació de base científica considerem que la decisió de desenvolupar activitats de cooperació es pren en una única fase. Hagués estat possible especificar la decisió de cooperar com un procés seqüencial en què les empreses decideixen, en un primer moment, si fan cooperació, i en un segon estadi decideixen l'agent amb qui cooperar. Però un procés seqüencial com aquest implicaria que els beneficis de l'estratègia de cooperació, que es coneixen en la segona fase, no influeixen en la decisió de cooperar que es pren en el primer estadi. El plantejament no sembla gaire realista (Bönte i Keilbach, 2005) i per aquesta raó s'ha decidit emprar un model logístic on l'endògena pren valor 1 quan l'emprenedor/a declara que la seva empresa coopera per d'innovar amb universitats o amb centres d'investigació no universitaris (v.26_CC) i valor zero en la resta de casos. Recordem que un 16,1% de les empreses de la mostra desenvolupa aquest tipus d'activitat.

En les estimacions hi participa la totalitat de les observacions de mostra. Limitar l'anàlisi a les empreses innovadores produiria un biaix de selecció (veure, entre d'altres, Benavente, 2006; Crépon et al. 1998; Dutta i Magableh, 2006; o Mohnen et

al., 2006). Al contrari del que succeeix en l'enquesta comunitària sobre innovació (CIS), en aquest estudi es disposa d'informació efectiva sobre l'activitat cooperadora de totes les empreses que conformen la mostra.

L'elecció de les variables explicatives se sustenta en la revisió de la literatura teòrica i empírica. Tal i com s'ha justificat a l'apartat 3.5, aquestes es poden agrupar en tres categories: elements estructurals, elements externs i elements interns. Al seu torn, tal i com mostra la Taula 9.22, cadascun dels elements considerats es relaciona amb alguns dels dos motius per establir acords de cooperació de base científica (necessitat o capacitat).¹⁶⁹

Taula 9.22. Identificació de motius per establir acords de cooperació de base científica en el cas de micro i petites empreses



C = Capacitat per cooperar; N = Necessitat de cooperar.

Font: Elaboració pròpia.

Les variables efectivament emprades en les estimacions logístiques per explicar la propensió a establir activitat de cooperació de base científica són les següents. En primer lloc, pel que fa als elements estructurals, o característiques bàsiques de l'organització, la dimensió es mesura com el nombre de treballadors/es a temps complet (o equivalent). És una variable contínua, el valor mitjà de la qual és inferior a 5 treballadors/es. Tal i com ja hem argumentat, considerem que la dimensió per si sola no és element suficient per predir la propensió cooperadora raó per la qual s'introdueix al model com una variable de control. El sector d'activitat s'ha operativitzat en funció d'un únic sector, el sector TIC. Es tracta d'una variable dicotòmica que pren valor 1

¹⁶⁹ En línia amb el que plantegen Belderbos et al. (2004), podem considerar que el model roman en un estadi bàsicament exploratori atesa la manca de prediccions teòriques simples.

quan l'empresa declara que exerceix la seva activitat en el sector de les tecnologies de la informació i les comunicacions i pren valor 0 en la resta de casos. Atesa la distribució sectorial i les característiques de la mostra, s'ha optat per triar aquesta característica sectorial com l'única a tenir en compte per crear l'indicador de compartició de riscos associat al sector d'activitat. El sector TIC té una elevada activitat innovadora, per tant esperem que les empreses d'aquest sector presentin una major propensió a col·laborar amb el món científic.

En segon lloc hi ha els elements externs, que són també dos. El primer fa referència a l'aprofitament dels recursos disponibles a l'entorn: l'accés al suport institucional. El segon és un factor de l'entorn que condiciona el comportament dels agents econòmics: la competència percebuda. Esperem que les dues variables d'aquesta categoria afavoreixin la probabilitat d'establir acords de cooperació amb universitats i centres de recerca.

El suport institucional és una variable d'intensitat, quantitativa i discreta, que pren valors entre 1 i 7 en funció del nombre d'institucions de qui l'empresa ha rebut serveis i se n'ha beneficiat. S'ha construït a partir de la pregunta "De quines altres institucions (a part de Barcelona Activa) que ofereixen serveis als emprenedors s'ha beneficiat? (Multiopció) (1) Generalitat de Catalunya (CIDEM, etc.); (2) Diputació de Barcelona; (3) Universitats; (4) Escoles de Negoci; (5) Cambres de Comerç; i (6) Altres (indicar)." Després d'analitzar i tractar pertinentment la categoria Altres, s'han sumat les respostes afirmatives de cada qüestionari. A aquest resultat se li ha sumat una unitat a tots els valors obtinguts, per fer evident que totes les empreses estan rebent suport de Barcelona Activa en tant que participen en alguna o diverses de les seves activitats.

D'altra banda, la competència percebuda es construeix a partir de la pregunta "Com considera que és la pressió competitiva de la seva empresa? (opcions excloents) Molt alta, Alta, Baixa, Molt baixa". Es construeix una variable dicotòmica que pren valor igual a 1 en el cas que la resposta sigui Molt alta o Alta; és a dir, en el cas que l'empresa consideri que els mercats en què opera exerceixen una pressió rellevant.

Finalment, entre els elements interns hi ha dues variables que es poden interpretar com indicadors de la capacitat d'absorció de l'empresa. La primera és un indicador de la qualificació del capital humà disponible a l'empresa (nivell d'estudis majoritari:

estudis universitaris).¹⁷⁰ La segona també és una variable dicotòmica que recull la presència d'un departament propi d'R+D+i. La Taula 9.23 recull els descriptius i les característiques bàsiques de les variables endògena i exògenes que intervenen en els dos models considerats.

Taula 9.23. Variables en el models logístics de cooperació de base científica

Variables qualitatives						
	Model	Sí	Tipus	Obs	Categoria	
	1	2		vàlides		
v.26_CC Cooperació en la innovació: cooperació de base científica (v.26_CC)	X	X	16,1%	Dicotòmica	285	Endògena
Nivell estudis majoritari treballadors/es: Estudis superiors (v.57_EUz)	X	X	76,1%	Dicotòmica	285	Element intern
Departament propi de R+D+i (v.34_1z)	X	X	27,0%	Dicotòmica	285	Element intern
Percepció d'alta pressió competitiva (v.51_APC)		X	82,8%	Dicotòmica	285	Element extern
Sector TIC (v.53bis_TIC)		X	28,8%	Dicotòmica	285	Element estructural
Variables quantitatives						
	Model	Mitjana	Desv. Típ.	Obs	Categoria	
	1	2		vàlides		
Nombre total de treballadors/es, equivalent a temps complet (v.56_suma02)	X	X	4,58	6,32	285	Element estructural Var. Control
Suport institucional, intensitat (1-7) (v.18r)		X	1,86	0,99	285	Element extern

9.4.2 Estimació i resultats

El Model 1, o model reduït, està compost per tres explicatives comunament acceptades en la literatura d'aquest àmbit: els dos elements interns de l'empresa que s'identifiquen amb la capacitat d'absorció; i la mida de l'empresa, en tant que variable de control. El Model 2, o model ampliat, incorpora la resta de variables discutides amb l'objectiu d'incorporar a l'anàlisi la influència dels elements externs: són les dues variables d'entorn; i el sector d'activitat que, tal i com ja s'ha esmentat amb anterioritat, l'interpretem com un indicador del dinamisme de l'entorn en què opera l'empresa.

¹⁷⁰ Es tracta de la mateixa definició vista al capítol 8.

Tant el model reduït com l'ampliat inclouen terme independent en la seva especificació. A la pàgina següent hi ha un resum dels resultats més rellevants per a la discussió (Taula 9.24, veure pàgina següent), mentre que l'annex A. 6.3 es troben els resultats detallats.

Pel que fa a la bondat de l'ajust, tots dos models són significativament diferents d'un que només comptés amb el terme independent per predir el comportament de l'endògena (estadístic G). Estadístics complementaris assenyalen que el segon model és preferible al primer ja que la capacitat predictiva global és similar (76,1% en el model reduït, i 76,5% en el segon model), però la predicció correcta dels successos individualment considerats és més equilibrada en model ampliat. D'altra banda, els valors dels índexs dels criteris d'informació AIC i BIC són inferiors en el cas del model ampliat, decantant la balança cap a aquest segon model. A més, la *deviance* confirma que les variables que s'afegeixen al Model 1 per construir el Model 2 fan una aportació significativa per a la predicció del comportament de l'endògena. L'estadístic pseudo-R² de Nagelkerke del model ampliat és de 34,4%. Finalment, es comprova que les covariàncies de les explicatives romanen a nivells baixos (veure annex).

Els resultats del Model 2 són força interessants. En primer lloc s'observa que el nombre de treballadors/es té una influència positiva sobre la probabilitat de desenvolupar activitats de cooperació de base científica (paràmetre significatiu a l'1%). A la vista d'aquests resultats, podem considerar que la variable de dimensió és un indicador de la capacitat d'absorció en el context de la mostra objecte d'estudi, on la dimensió mitjana és inferior als 5 treballadors/es. Com ja hem vist anteriorment, per assumir els costos de transacció que genera la cooperació, i en concret la cooperació de base científica, cal disposar de recursos interns suficients. Una major dimensió, en el context que ens ocupa, pot suposar l'existència de coneixements i capacitats més complexos, i tàcits, que són difícils de copiar perquè estan incorporats principalment en les rutines i les pràctiques de l'empresa (Lee et al., 2001; Kogut i Zander, 1996). Aquesta base de coneixement faria augmentar la capacitat per cooperar amb el món científic provocant, així, la percepció de menors riscos en aquestes relacions; i si es perceben menors riscos, la probabilitat de cooperar augmenta.

En segon lloc, els dos elements interns de l'empresa, el capital humà (v.75_EUz) i l'existència d'un departament propi d'R+D+i (v.34_1z), influeixen positivament sobre l'endògena tal i com afirma la teoria. Destaca, així mateix, el comportament del capital humà amb una influència molt superior a la resta d'explicatives del model. Recordem

que el 76,1% de les empreses de la mostra compta amb personal majoritàriament universitari, raó per la qual el resultat esdevé especialment rellevant ja que fa encara més palesa la importància de les capacitats internes de l'empresa per establir acords de cooperació amb interlocutors del món científic i universitari.

Taula 9.24. Models Logit per explicar els determinants de la cooperació de base científica per innovar

	Model 1	Model 2
Endògena:	Cooperació de base Científica per innovar	
(v.26_CC)	Sí = 16,11%	
Explicatives		
Nombre de treballadors/es, en equivalent a temps complet (v.56_suma02)	0,079 (0,001)	0,073 (0,006)
Nivell estudis majoritari treballadors/es: E. Universitaris (v.57_EUz)	2,365 (0,003)	2,132 (0,013)
Departament propi d'R+D+i (v.34_1z)	1,146 (0,001)	0,834 (0,032)
Suport institucional, intensitat (1-7) (v.18r)	-	0,765 (0,000)
Percepció d'alta pressió competitiva (v.51_APC)	-	0,562 (0,331)
Sector TIC (v.53bis_TIC)	-	0,398 (0,331)
Terme independent	-4,575 (0,000)	-6,482 (0,000)
Avaluació de la bondat de l'ajust del model		
Taula de classificació	% de prediccions correctes (punt de tall: 16%)	
Sí	63,0%	73,9%
No	79,1%	76,6%
Total	76,5%	76,1%
Nombre d'observacions	285	285
Graus de llibertat	3	6
Prova Ji-quadrat de significació global: G	41,755 (0,000)	64,363 (0,000)
<i>Deviance</i> de les variables que s'afegeixen al model	-	22,608 (0,000)
-2 ln versemblança	210,179	187,571
Criteri d'informació d'Akaike (AIC)	216,179	199,571
Criteri d'informació de Bayes (BIC)	227,137	221,486
Pseudo R ² de Nagelkerke	0,232	0,344
Prova Hosmer-Lemeshow	5,364 (0,616)	6,746 (0,564)

Entre parèntesi es fa constar la significació del paràmetre.

L'estimació dels paràmetres corresponents a les tres exògenes del model reduït mantenen la seva importància en el model ampliat, per bé que la seva significació disminueix lleugerament al Model 2. A causa d'aquest comportament considerem que es pot afirmar que algunes de les exògenes que intervenen només en el model ampliat

estan modulant i moderant la influència de les tres explicatives del model reduït ja que, tal i com s'ha vist, el comportament global és millor en el cas del Model 2.

A la vista dels resultats, podem considerar que aquestes tres primeres exògenes (nombre de treballadors/es; nivell d'estudis i departament propi d'R+D+i) actuen com a indicadors de la capacitat d'absorció de les empreses de la mostra. Es confirma, d'altra banda, una influència positiva de la capacitat d'absorció sobre la probabilitat de desenvolupar un tipus de cooperació, la cooperació de base científica, que necessita de l'existència d'un conjunt mínim necessari de recursos interns. L'existència dels mateixos condicionarà no només l'establiment d'acords amb el món científic, sinó també la mera consideració d'aquests interlocutors que fan més complexa la cartera d'aliances de l'empresa (Duysters i Lokshin, 2007).

El tercer grup de variables en l'especificació del model ampliat són els elements de l'entorn. D'una banda es confirma la importància del suport institucional (v.18r) a l'hora de desenvolupar activitats de cooperació de base científica, tot i que la influència d'aquest factor extern sobre l'endògena és inferior a la del capital humà. D'una altra, la pressió competitiva percebuda (v.51_APC) presenta el signe esperat però el paràmetre no és pas significativament diferent de zero.

La percepció dels emprenedors/es és força extrema, en aquest sentit, ja que en un 82,8% dels casos consideren que el seu negoci està sotmès a una alta pressió competitiva. Les seves empreses són petites o molt petites i eminentment joves, de manera que en aquest cas podríem pensar que hi ha un cert biaix pels reptes que suposa la gestió del negoci en aquest estadi concret de desenvolupament de l'organització. Es podria pensar que la variable no recull de forma adequada la característica que volem estudiar de manera que mancava informació sobre la situació objectiva dels mercats, fins i tot per validar la hipòtesi sobre l'existència d'un biaix en la percepció dels emprenedors/es. Com en altres treballs publicats som conscient d'aquesta limitació (veure per exemple Fritsch i Lukas, 2001) i considerem que es podria aconseguir un model amb major capacitat explicativa i predictiva si es disposés d'informació sobre, per exemple, la internalització dels *spillovers* de l'activitat innovadora o l'estalvi de costos efectius que pot suposar l'activitat cooperadora.

Finalment, la darrera explicativa del model recull el sector d'activitat que és una característica bàsica de l'empresa (v.53bis_TIC). Per la forma com s'ha operativitzat, i

tal com s'ha comentat, es pot considerar com un indicador del dinamisme del mercat ja que s'ha triat incloure una única dicotòmica referida al sector TIC. El paràmetre presenta el signe esperat, positiu, per bé que novament no podem acceptar que sigui significativament diferent de zero.¹⁷¹ L'anàlisi multivariant aporta un interessant resultat ja que mostra com el sector d'activitat perd significació quan es tracta d'explicar la probabilitat de desenvolupar activitats de cooperació amb el món científic si al model s'inclouen indicadors de capacitat d'absorció.

9.4.3 Resum de resultats del model i conclusions

A partir dels resultats obtinguts es pot parlar de dues fonts generadores de capacitat d'absorció que, en concret, incrementen la propensió d'establir acords de cooperació en l'àmbit científic: una font interna i una altra externa. Pel que fa la capacitat d'absorció generada dins l'empresa, s'observa que el capital humà és l'element més important en el context de la mostra objecte d'estudi. L'existència d'una estructura específica per dur a terme activitats innovadores (departament propi d'R+D+i) hi influeix positivament; com també ho fa la dimensió de l'empresa. L'element extern que afavoreix la capacitat d'absorció i que, per tant, afavoreix les activitats de cooperació de base científica, és la intensitat del suport rebut per part dels agents i institucions que presten serveis de recolzament a l'emprenedoria. Entenem que les empreses que tracten amb aquests agents aconseguen majors coneixements organitzatius i també accedeixen a (més) xarxes conformades per membres (més) diversos. Es pot considerar, doncs que les institucions de recolzament a l'emprenedoria exerceixen d'interfície eficaç entre la micro i petita empresa i els centres de recerca.

Finalment, la manca d'informació completa i objectiva sobre les característiques dels mercats en què operen les empreses no permet la plena confirmació de la hipòtesi de què majors nivells de turbulència i risc afavoreixen la cooperació de base científica. Ni a través del qüestionari ni a través d'altres fonts d'informació paral·lela és possible obtenir aquesta informació, entre d'altres raons per les petites dimensions i la joventut de les empreses enquestades.

¹⁷¹ S'ha fet l'estimació del model ampliat considerant els diferents sectors d'activitat (TIC, Serveis a les empreses, Producció Industrial, Distribució comercial, Serveis personals i activitats socials, i Altres serveis) i els resultats obtinguts són similars.

9.5. Conclusions

Per donar resposta a les preguntes de recerca hem considerat tres formes de cooperació: l'horitzontal, la vertical o de cadena de valor, i la de base científica. Centrem la nostra atenció en la relació que les diferents formes de cooperació tenen amb la forma de dur a terme els processos innovadors (mitjançant l'ús de les TIC) i amb els resultats obtinguts en l'activitat innovadora (adaptació al mercat). Diem que una empresa té capacitat per adaptar-se al mercat quan, gràcies a la innovació, aconsegueix posar al mercat una oferta més àmplia de productes o serveis o donar una resposta més ràpida a la demanda. S'ha optat per estudiar el cas concret de la innovació d'adaptació al mercat perquè assolir aquests resultats hauria de propiciar, en entorns i mercats dinàmics i canviants, millores en el volum de vendes i, per tant, en la posició competitiva de l'empresa.

Hem pogut comprovar que la cooperació amb el món científic influeix en la innovació d'adaptació al mercat principalment a través dels processos innovadors suportats en l'ús de les TIC. La cooperació horitzontal influeix directament la innovació d'adaptació al mercat però el paper de l'ús de les TIC no és significatiu en aquesta relació. Finalment, la cooperació de cadena de valor només es relaciona amb la innovació d'adaptació al mercat a través de la innovació sustentada en les TIC. En general els processos innovadors recolzats en l'ús de les TIC esdevenen clau per connectar l'activitat cooperadora amb l'obtenció de resultats d'innovació ja que tenir capacitat per emprar les TIC en el procés innovador significa, entre d'altres, tenir capacitat per absorbir el coneixement incorporat en aquestes tecnologies.

D'altra banda, quan s'analitza la influència conjunta de les diferents formes de cooperació s'observa el paper preminent de la cooperació de base científica. Quan només hi ha cooperació vertical o horitzontal però no hi ha col·laboració amb el món universitari s'afebleix la relació amb el tàndem innovació d'adaptació al mercat i procés d'innovació amb TIC.

Aquests resultats permeten donar resposta a les preguntes de recerca sobre els diferents tipus de cooperació ja que s'observa que cada tipus de cooperació modula la innovació de forma diferent. A més, es comprova que la presència d'activitats de cooperació amb universitats o centres de recerca reforça altres formes de cooperació per assolir innovacions d'adaptació al mercat a través de l'ús de les TIC.

A partir d'aquesta evidència empírica, i per l'interès teòric que té la relació entre universitats i empreses, centrem la nostra anàlisi en l'estudi dels determinants de la cooperació de base científica. Hem distingit tres conjunts de variables: la dimensió i els sectors d'activitat, que són elements estructurals; el suport institucional i la turbulència percebuda de l'entorn, que són elements externs; i finalment, el capital humà i l'existència d'un departament propi d'R+D+i, que són elements interns. Hem comprovat que la capacitat d'absorció incrementa la propensió a establir aquests tipus de col·laboracions.

La capacitat d'absorció la identifiquem amb la presència d'un departament propi d'R+D+i i la formació del personal de l'empresa (capital humà). En la mostra objecte d'estudi la dimensió també exerceix d'indicador de capacitat d'absorció ja que a major nombre de treballadors/es més diversitat de coneixement i de recursos en l'empresa, més senzill serà relacionar-se amb l'entorn i, en concret, amb el món de la recerca. Pel que fa al suport institucional, el seu paper facilitador de recursos i d'orientació a empreses joves i de petites dimensions resulta rellevant. Podem dir, doncs, que aquest es conforma com un element extern de la capacitat d'absorció. Creiem rellevant fer notar que els elements que defineixen la capacitat d'absorció interna estan identificant un tipus d'empreses amb un perfil que podríem qualificar com sofisticat. D'altra banda les empreses que millor aprofiten el suport institucional veuen afavorida la cooperació de base científica.

Finalment, si l'entorn és altament competitiu i si l'activitat es desenvolupa en un sector d'activitat molt dinàmic i innovador, més motivacions tindran les empreses per cooperar amb l'objectiu de compartir riscos. Aquest punt, però, no s'ha pogut verificar al model. Entenem que les dades disponibles, a partir de les quals hem construït les variables de competitivitat percebuda i sector d'activitat, no són prou adients per recollir els fenòmens que desitgem analitzar.

10 Elements afavoridors del rendiment empresarial

Al capítol anterior hem vist que la cooperació de base científica i l'obtenció de bons resultats empresarials estan positivament relacionats. Així mateix, s'ha confirmat que la col·laboració amb centres de recerca incrementa la propensió a aconseguir innovacions d'adaptació al mercat. L'evidència publicada estableix que les empreses que cooperen amb universitats i centres de recerca per innovar són més competitives (Zucker et al., 2001). Segons Kim et al. (2005, p.4), dues dècades de treball empíric suggereix l'existència d'efectes importants i generalitzats de la recerca universitària en l'R+D i la innovació industrial.¹⁷² Malgrat això, els autors consideren que encara són escassos els estudis sobre els mecanismes que operen entre la cooperació i la consecució de bons resultats empresarials.

Amb la següent anàlisi esperem aportar una mica de llum al voltant d'aquest tema i analitzar quins són els mecanismes a través dels quals la cooperació de base científica opera en la consecució de diferents resultats empresarials a través de la innovació. En tot cas es necessari recordar que la relació universitat empresa té una gran importància en un nombre petit d'indústries (Cohen et al., 2002) i que, per tant, aquest no és pas l'únic canal per innovar i millorar la competitivitat.

Ja hem vist que la innovació d'adaptació al mercat està sustentada, entre d'altres, en la cooperació de base científica i en la capacitat per introduir innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC. Ara, doncs, analitzem quin tipus de resultats estan afavorits per aquesta terna, organitzant els models en tres categories. Així, en primer lloc estudiarem la influència de la innovació d'adaptació al mercat sustentada en la cooperació de base científica sobre la diversificació de mercats i de clients (apartat 10.2). En segon lloc, la influència sobre la capacitat de generar recursos (apartat 10.3). En tercer lloc, la influència sobre l'èxit empresarial, o rendiment (apartat 10.4). Finalment, ampliarem el model, per tal de validar si altres elements organitzatius i estratègics de l'empresa complementen l'assoliment de bons resultats empresarials (apartat 10.5). A les conclusions es resumeixen les evidències obtingudes (apartat 10.6), mentre que el capítol s'inicia amb la formulació de la hipòtesi a verificar i les preguntes de recerca que se'n deriven (apartat 10.1).

¹⁷² Es basen en Jaffe (1989), Adams (1990), Mansfield (1991, 1998), Nelson i Rosenberg (1993), i Cohen et al. (2002).

10.1. Hipòtesi de treball i preguntes de recerca

A continuació es formulen la hipòtesi de treball i les preguntes de recerca associades que es volen verificar en el present capítol.

Hipòtesi

H4: La innovació sustentada en la cooperació de base científica obre nous mercats i facilita l'obtenció de bons resultats empresarials.

Preguntes de recerca

Considerant la innovació d'adaptació al mercat duta a terme mitjançant processos d'innovació que empren les TIC, es plantegen les següents qüestions:

Les empreses que innoven per adaptar-se al mercat amb el suport d'institucions científiques, presenten una major propensió a diversificar els seus mercats i vendre als mercats internacionals?, són més propenses a fer servir Internet com canal de vendes?, tenen més capacitat per obrir nous canals de comercialització gràcies a la innovació?, tenen més capacitat per crear treball de qualitat (o de remuneració alta)?, i obtenen millors rendiments empresarials i nivells de productivitat més elevats?

Finalment, hi ha altres elements de disseny organitzatiu i d'orientació estratègica de l'empresa que complementin la cooperació de base científica en l'obtenció de resultats mitjançant la innovació d'adaptació al mercat?

Per tal de respondre aquestes preguntes, en els propers apartats es discuteixen els resultats de l'anàlisi empírica duta a terme.

10.2. Diversificació de mercats

Un dels elements afavoridors de la competitivitat és la diversificació, ja sigui de mercats i de clients, de canals o de productes (béns o serveis). En aquests apartats centrem la nostra atenció en la diversificació de mercats i de canals de comercialització ja que, en comparació a aquelles empreses que tenen un nombre reduït o un únic client, facturar a un nombre variat de mercats i d'agents fa més sòlid el

negoci i afavoreix la competitivitat. Treballem amb un concepte ampli del fenomen perquè el qüestionari no proporciona informació concreta i directa sobre la quota de mercat o el volum de facturació atribuïble a cada tipus de client o a cada canal de venda.

Tenint en compte aquest fet s'han seleccionat dos indicadors, el primer és l'activitat exportadora i el segon són les vendes *on line*. El primer, emprat habitualment a la literatura, es considera un indicador clàssic de competitivitat que està relacionat positivament amb la innovació. Un 31,5% de les empreses catalanes va vendre tota o una part de la seva producció als mercats internacionals l'any 2003 (Torrent i Díaz, 2008).¹⁷³ Tot i tractar-se de petites i micro empreses eminentment joves, a la mostra el percentatge d'empreses que tenen clients a l'estranger és del 33%.

El segon, fenomen d'aparició recent, es correspon amb un canal de venda relativament nou que les empreses fan servir de forma modesta però que és indicador de l'existència de determinades característiques i fortaleces empresarials.¹⁷⁴ En concret, l'any 2005 un 19,8% de les empreses catalanes de 10 o més treballadors/es va fer vendes per Internet (8,02% en el cas espanyol), taxa que disminueix fins al 10,4% en el cas de les PIME.¹⁷⁵ A la mostra, el percentatge d'empreses que comercialitza els seus productes a la xarxa és del 28,8%.

En resum, podem considerar que si una empresa té clients en mercats exteriors és perquè, en general, la seva estratègia comercial passa per la diversificació dels seus mercats. I si fa vendes *on line* és perquè l'objectiu és ampliar al màxim l'accés als clients aprofitant la tecnologia disponible a l'organització.

¹⁷³ No es publica una xifra equivalent en les estadístiques oficials. Es disposa del nombre d'empreses exportadores, que l'any 2005 és de 13.674, xifra que representa un 36% del total d'empreses exportadores d'Espanya (ICEX, 2008).

¹⁷⁴ Per exemple, Cordella (2001) considera que les TIC contribueixen a disminuir els costos de transacció però també poden contribuir a augmentar-lo perquè amb elles s'incrementa la complexitat.

¹⁷⁵ Es pren com a referència el 2005 perquè és l'any de realització del treball de camp. Font: Dades per Catalunya: Equipament i ús de les TIC a l'empresa catalana (FOBSIC i Idescat, a partir de l'INE (<http://www.idescat.net/economia/inec?tc=3&id=6205>, data de consulta: gener 2008). Dades per Espanya: Encuesta de uso de TIC y Comercio electrónico en las empresas 2005-2006 (www.ine.es, data de consulta: gener 2008).

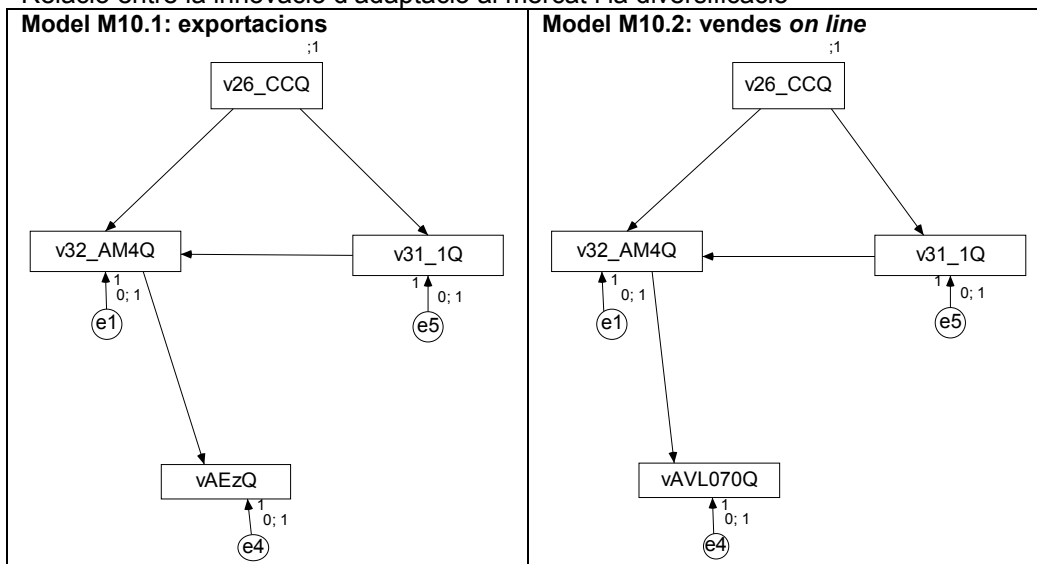
10.2.1 Diversificació de mercats i de canals: exportacions i vendes *on line*

La nostra pregunta de recerca vol determinar si la innovació d'adaptació al mercat sustentada en la cooperació de base científica afavoreix la diversificació. En concret volem analitzar si aquest tipus d'innovació afavoreix les exportacions (diversificació de mercats) i les vendes *on line* (diversificació de canals). En el context de l'enquesta, aquestes dues variables es poden considerar com indicadors de resultat i, per tant, no resulta agosarat assumir que són conseqüència, i no pas origen, de les activitats de cooperació i innovació desenvolupades per l'empresa.

A partir de la terna analitzada a l'apartat 9.2 s'han especificat dos models amb la mateixa estructura però amb diferent endògena que, en tots dos casos, és una variable dicotòmica. L'especificació es pot veure al Gràfic 10.1 i la Taula 10.1 (veure annex A. 7.1 per als resultats detallats).¹⁷⁶ En el model M.10.1, l'endògena recull l'activitat exportadora (vAEzQ) ja que pren valor 1 si l'emprenedor declara que té algun client a l'estranger. En el model M10.2 l'endògena recull les vendes *on line* i es defineix en termes relatius a la mostra, ja que pren valor 1 si l'empresa se situa en el primer decil de vendes en línia que, en el cas que ens ocupa, significa que el volum de vendes *on line* se situa per sobre del 70%.

Gràfic 10.1. Models M10.1 i M10.2.

Relació entre la innovació d'adaptació al mercat i la diversificació



¹⁷⁶ A causa de l'existència de valors perduts, el model M10.1 té N= 165 observacions i el model M10.2 en té N=113.

Taula 10.1. Variables en el model M10.1 i M10.2.

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus	Model	
				M10.1	M10.2
v26_CCQ	Cooperació de base Científica per a la innovació	Exògena	Dicotòmica	X	X
v31_1Q	Ha introduït innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC	Intermèdia	Dicotòmica	X	X
v32_AM4Q	Ha obtingut resultats d'innovació: adaptació al mercat	Intermèdia	Dicotòmica	X	X
vAEzQ	Activitat Exportadora: l'empresa té clients a l'estranger	Endògena	Dicotòmica	X	
vAVL070Q	Vendes <i>on line</i> (primer decil)	Endògena	Dicotòmica		X

S'ha dut a terme una estimació bayesiana mitjançant l'algorisme MCMC. Tots dos models són significatius a nivell global, convergint amb menys de 7000 i menys de 20000 iteracions respectivament, amb p-valors a posteriori iguals a 0,49 i 0,50. Els resultats obtinguts confirmen que els models procedeixen de les dades mostrals i, per tant, no rebutgem que la innovació d'adaptació al mercat sustentada en les relacions de cooperació amb el món científic afavoreixen tant l'activitat exportadora com les vendes *on line*; és a dir, afavoreixen la diversificació de mercats i de canals.

En primer lloc, el model M.10.1 mostra que les exportacions estan positivament influïdes per l'exògena i les dues intermèdies del model (Taula 10.2): l'efecte total estandarditzat de v26_CCQ sobre l'endògena és 0,111; el de v31_1Q és inferior, 0,087 i significatiu només al 10%; i el de v32_AM4Q és 0,331, valor que coincideix amb l'efecte directe estandarditzat sobre les exportacions quan es planteja un model on només hi intervenen aquestes dues variables.¹⁷⁷ El model, per tant, mostra que la influència de la innovació d'adaptació al mercat (v32_AM4Q) sobre l'activitat exportadora es veu afavorida quan l'empresa recolza l'activitat innovadora en la cooperació de base científica. Val la pena destacar que la cooperació de base científica només influeix l'endògena de forma indirecta.¹⁷⁸

¹⁷⁷ Efecte directe estandarditzat = 0,325 (significativament diferent de zero). Veure resultats de l'estimació bayesiana per MCMC del model M10.1r als annexos.

¹⁷⁸ Com en altres ocasions, la presència d'un camí crític connectant aquestes dues variables generaria distorsions en el model globalment considerat.

Taula 10.2. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes dels models M10.1 i M10.2.

Model M10.1: exportacions				Model M10.2: vendes <i>on line</i>			
Group n. 1. Standardized Total Effects (mean)				Group n. 1. Standardized Total Effects (mean)			
	v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q		v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q
v31_1Q	0,499	0,000	0,000	v31_1Q	0,521	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,337	0,265*	0,000	v32_AM4Q	0,225 ⁺	0,396	0,000
vAEzQ	0,111	0,087*	0,331	vAVL070Q	0,109 ⁺	0,201*	0,499
* paràmetres significatius al 10%. Resta, significatius al menys al 5%.				* paràmetres significatius al 10%. ⁺ paràmetres no significatius als nivells habituals Resta, significatius al menys al 5%.			
Group n. 1. Standardized Direct Effects (mean)				Group n. 1. Standardized Direct Effects (mean)			
	v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q		v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q
v31_1Q	0,499	0,000	0,000	v31_1Q	0,521	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,204	0,265	0,000	v32_AM4Q	0,017	0,396	0,000
vAEzQ	0,000	0,000	0,331	vAVL070Q	0,000	0,000	0,499
Group n. 1. Standardized Indirect Effects (mean)				Group n. 1. Standardized Indirect Effects (mean)			
	v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q		v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q
v31_1Q	0,000	0,000	0,000	v31_1Q	0,000	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,132	0,000	0,000	v32_AM4Q	0,208	0,000	0,000
vAEzQ	0,111	0,087	0,000	vAVL070Q	0,109	0,201	0,000

D'altra banda, al model M10.2 s'observen uns resultats més discrets. En aquest cas, l'efecte total de la cooperació sobre l'activitat de venda *on line* no és significatiu als nivells habituals; l'efecte de v31_1Q ascendeix a 0,201 per bé que només és significatiu al 10%; de manera que la força de la influència sobre l'endògena del model sembla concentrar-se en la relació directa que hi exerceix la innovació d'adaptació al mercat (v32_AM4Q, efecte total igual a 0,499). En aquest cas, a més, s'observa que la cooperació de base científica no incideix en la diversificació a través del canal de vendes *on line*, resultat coherent amb el fet que les relacions amb institucions dedicades a la recerca no solen establir-se amb finalitats relacionades amb la comercialització.

Així podem concloure que la innovació d'adaptació al mercat està relacionada amb la diversificació, que és un resultat afavoridor de la competitivitat empresarial. En concret hem vist que la diversificació de mercats, entesa com activitat exportadora, està afavorida per la innovació d'adaptació al mercat i que quan aquesta està sustentada en la cooperació de base científica la influència positiva encara és més forta. Pel que fa a les vendes *on line*, el resultat presenta matisos diferents ja que, en aquest cas, la cooperació amb agents del món científic no hi influeix pas de forma significativa. La innovació d'adaptació al mercat afavoreix les dues formes de diversificació analitzades, per bé que quan se sustenta en la cooperació de base científica s'aconsegueix una influència superior sobre l'activitat exportadora (diversificació de mercats), cosa que no passa en relació a les vendes *on line* (diversificació de canals de venda).

Per tant, per bé que la cooperació de base científica sí contribueix a l'obertura de nous canals de comercialització gràcies a la innovació d'adaptació al mercat, es comprova que la diversificació que afavoreix està més centrada en l'activitat exportadora que en les vendes *on line*. En qualsevol cas, la innovació d'adaptació al mercat és un element clau en la diversificació de mercats i canals.

10.2.2 Complementarietat de la innovació d'adaptació al mercat i l'obertura de nous canals de comercialització

Per tancar l'anàlisi sobre la diversificació creiem necessari estudiar si la innovació d'adaptació al mercat (v32_AM4Q) i l'obertura de nous canals de comercialització a través de la innovació (v32_6rQ) estan afavorits pels mateixos factors.¹⁷⁹ Aquests dos resultats de l'activitat innovadora són complementaris, i estan associats significativament i positiva.¹⁸⁰ L'adaptació al mercat pot afavorir l'obertura de nous canals de comercialització, i a la inversa. No disposem d'informació sobre l'ordre en què es produeixen aquestes innovacions, de manera que més enllà de l'existència d'associació no és possible fer cap hipòtesi sobre la relació de causalitat entre les dues variables. Sí podem, en tot cas, analitzar si estan afavorides, o no, pels mateixos determinants.

Amb aquest objectiu s'ha especificat el model de camins crítics M10.3 (Gràfic 10.2). La Taula 10.3 descriu les variables que participen en el model, i a l'annex A. 7.2 es mostren els resultats detallats. El model s'ha construït a partir de la relació ja analitzada a l'apartat 9.2, segons la qual la cooperació de base científica (v26_CCQ) afavoreix la innovació d'adaptació al mercat (v32_AM4Q) tant de forma directa com a través de l'activitat innovadora desenvolupada amb el suport de les TIC (v31_1Q).

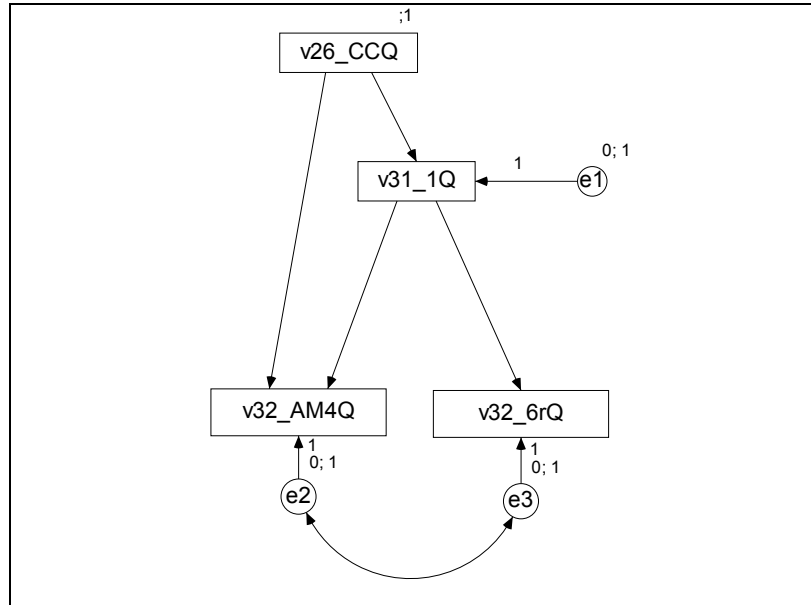
L'algorisme MCMC ha convergit amb menys de 6000 iteracions, i no podem rebutjar que el model procedeixi de les dades de la mostra (p -valor a posteriori = 0,49). Atès que les proves disponibles de bondat de l'ajust aporten resultats favorables, s'han calculat els efectes estandarditzats de les diferents variables sobre les endògenes

¹⁷⁹ Segons la tercera edició del Manual d'Oslo, aquesta segona és una innovació de marketing (OECD, 2005).

¹⁸⁰ Veure resultats detallats de l'estimació bayesiana mitjançant algorisme MCMC del model M10.2r a l'annex A. 7.2.

(Taula 10.4). S'observa que l'obertura de nous canals de comercialització (v32_6rQ) està afavorida per l'ús de les TIC per innovar en producte o servei (efecte total estandarditzat, 0,409) i pel desenvolupament d'activitats de cooperació amb universitats i centres de recerca (efecte total estandarditzat, 0,139).

Gràfic 10.2. Model M10.3.
Influència de la cooperació de base científica en dos resultats d'innovació: adaptació al mercat i obertura de nous canals de comercialització



Taula 10.3. Variables en el model M10.3

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus
v26_CCQ	Cooperació de base Científica per a la innovació	Exògena	Dicotòmica
v31_1Q	Ha introduït innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC	Intermèdia	Dicotòmica
v32_AM4Q	Ha obtingut resultats d'innovació: adaptació al mercat	Endògena	Dicotòmica
v32_6rQ	Ha obtingut resultats d'innovació: nous canals de comercialització	Endògena	Dicotòmica

Taula 10.4. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M10.3.

Group number 1. Standardized Total Effects (mean).		
	v26_CCQ	v31_1Q
v31_1Q	0,339	0,000
v32_AM4Q	0,300	0,359
v32_6rQ	0,139	0,409
Tots els paràmetres són significatius al menys al 5%		
Group number 1. Standardized Direct Effects (mean).		
	v26_CCQ	v31_1Q
v31_1Q	0,339	0,000
v32_AM4Q	0,179	0,359
v32_6rQ	0,000	0,409
Group number 1. Standardized Indirect Effects (mean).		
	v26_CCQ	v31_1Q
v31_1Q	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,121	0,000
v32_6rQ	0,139	0,000

A diferència del que succeeix amb la innovació d'adaptació al mercat (v32_AM4Q), en aquest cas v26_CCQ només influeix en v32_6rQ a través de v31_1Q i no hi ha pas una relació directa entre l'activitat de cooperació de base científica i la diversificació de canals de comercialització. El paper moderador (mediador) de la innovació de producte o servei mitjançant l'ús de les TIC és, ara, de gran importància, ja que cal que la cooperació de base científica influeixi sobre l'ús de les TIC per tal que pugui influir en l'obertura de nous canals de comercialització quan al model també està present la innovació d'adaptació al mercat.

D'altra banda, el fet de que al model només s'expliqui una mica més de la meitat de la variabilitat de v32_6rQ (54,8%, tal com es desprèn de la Taula 10.4) indica que hi ha altres elements del disseny organitzatiu i estratègic que influeixen sobre l'obertura de nous canals de comercialització com a resultat de l'activitat innovadora. Finalment, la capacitat per introduir innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC influeix positivament en els dos resultats de la innovació considerats al model. A més, la introducció de v32_6rQ no fa disminuir pas el percentatge de variabilitat explicada de l'altra endògena, v32_AM4Q (65,9%).¹⁸¹

En resum, la cooperació de base científica afavoreix la innovació que té com a resultat l'obertura de nous canals de comercialització. Aquesta innovació comporta una forma particular de diversificació i observem, però, que en aquests cas la influència és únicament indirecta. Cal destacar, així mateix, que la forma d'innovar en producte o

¹⁸¹ En el model M9.1 aquest valor era igual a 67,4%. Podem entendre que les diferències són degudes al procediment de simulació emprat en fer l'estimació dels models.

servei (procés innovador amb el suport de les TIC) sí que afavoreix de forma significativa els dos resultats de la innovació considerats en el model.

10.3. Capacitat per generar recursos

Si l'empresa té èxit amb les seves innovacions veurà afavorida la seva capacitat per generar recursos i créixer en el mig termini. Aquesta és la hipòtesi que volem validar en el present apartat.

L'indicador de capacitat de generació de recursos es construeix a partir de dues variables, el nivell salarial de l'any en curs i l'evolució del nombre de treballadors/es respecte de l'any anterior. Es tracta d'una variable dicotòmica (vGR_CTQ02Q) que reflexa si una empresa crea treball de qualitat o no, ja que pren valor igual a 1 quan els salaris mitjans de l'empresa són alts (més de 24.000 euros bruts anuals) i el nombre de treballadors/es augmenta. El nivell salarial triat, 24.000 euros bruts anuals, es troba clarament per sobre de la mitjana de l'economia catalana en 2005, que és l'any en què es va dur a terme el treball de camp. Segons l'enquesta anual d'estructura salarial de l'INE, el salari mitjà a Catalunya va ser de 20.067 euros l'any 2005, mentre que la mediana va ascendir a 16.059 euros i el tercer quartil se situava en 22.704 euros bruts anuals.¹⁸²

D'altra banda, la variable pren valor 0 en la resta de casos, i si manca informació d'alguna de les dues variables o si l'empresa no supera l'any d'antiguitat no es calcula la variable. En total es disposa de 189 observacions d'aquesta variable construïda a partir de les següents dues preguntes de qüestionari: "En quin tram situa el salari mitjà brut anual dels seus empleats? Menys de 18.000 euros; Entre 18.000 i 24.000 euros; Més de 24.000 euros."; i "En relació a l'any anterior, el nombre de treballadors: Ha augmentat; S'ha mantingut; S'ha reduït".

Considerem que aquest és un bon indicador de la capacitat de generar recursos per part de l'empresa, ja que el comportament positiu de les dues variables es donarà quan el volum de negoci sigui suficientment elevat, mostrant una tendència creixent. En conseqüència, podem suposar que els beneficis també presenten una evolució positiva a mig termini. Per tot plegat ens referim a aquesta variable amb diferents

¹⁸² Dades disponibles a www.ine.es (data de consulta: 03-09-2008).

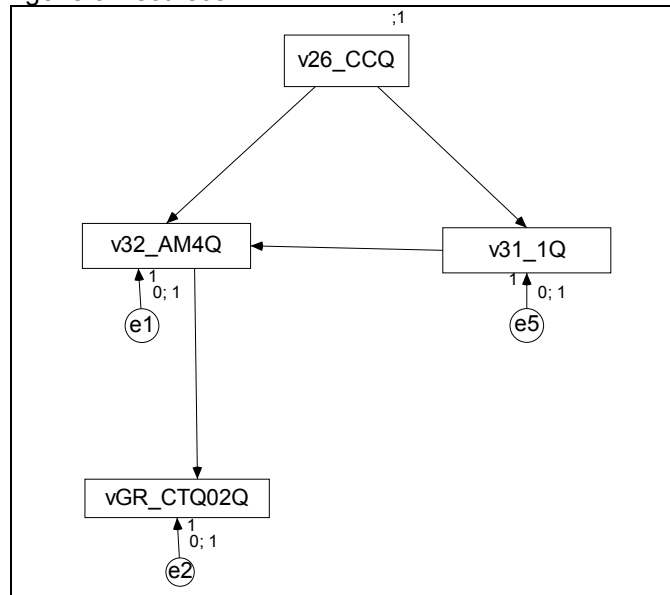
denominacions: creació de treball de qualitat, creació de treball altament remunerat, o indicador de capacitat per generar recursos en el mig termini.

El model a estimar, model M10.4, presenta l'estructura ja coneguda i té com a objectiu validar la influència de la innovació d'adaptació al mercat sustentada en la cooperació de base científica sobre la creació de treball de qualitat (o capacitat de generar recursos) a l'empresa (Gràfic 10.3 i Taula 10.5, a l'annex A. 7.3 es reproduïxen els resultats detallats).

El model ha convergit en menys de 12.000 iteracions, amb un p-valor a posteriori igual a 0,49. La variable v23_6rQ (resultats de la innovació: nous canals de comercialització) no s'inclou en els models que es presenten a continuació ja que la innovació que centra el nostre interès és la innovació d'adaptació al mercat. També existeix una raó tècnica atès que per cada paràmetre desconegut, quan es tracta de models amb variables dicotòmiques, cal disposar de més de 30 observacions (Lee, 2007).¹⁸³ I si bé les dues especificacions que es comenten a continuació no corresponen a models massa complexos, més endavant s'analitzen models amb un major nombre de variables i, per mantenir la coherència al llarg de tota la discussió, creiem oportú conservar l'especificació el més homogènia possible. D'aquesta manera, s'estudia l'efecte aïllat de la innovació d'adaptació al mercat.

¹⁸³ Si les variables són contínues, la ràtio és de 5 observacions per cada paràmetre desconegut del model.

Gràfic 10.3. Model M10.4.
Relació entre l'adaptació al mercat sustentada en la cooperació de base científica i la capacitat per generar recursos



Taula 10.5. Variables en el model M10.4

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus
v26_CCQ	Cooperació de base Científica per a la innovació	Exògena	Dicotòmica
v31_1Q	Ha introduït innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC	Intermèdia	Dicotòmica
v32_AM4Q	Ha obtingut resultats d'innovació: adaptació al mercat	Intermèdia	Dicotòmica
vGR_CTQ02Q	Capacitat per Generar Recursos: Creació de treball de qualitat	Endògena	Dicotòmica

Els resultats de la Taula 10.6 mostren que la influència de la variable **v32_AM4Q**, la innovació d'adaptació al mercat, sobre la capacitat per generar recursos és molt alta, amb un efecte total estandarditzat igual a 0,496. Això significa que per si sola acumula el 58% de la variabilitat total de l'endògena explicada pel model, ja que la suma dels efectes totals estandarditzats sobre **vGR_CTQ02Q** ascendeix a 0,854. A més a més, la relació es veu afavorida positivament per la cooperació de base científica (efecte total estandarditzat: 0,220) i, de forma lleugerament inferior, pels processos d'innovació desenvolupats amb TIC (efecte total estandarditzat: 0,138). La influència d'aquestes dues sobre la creació de treball de qualitat és indirecta, i està mediada per la innovació d'adaptació al mercat. És a dir, la innovació d'adaptació al mercat sustentada en la cooperació de base científica (i el dinamisme innovador amb ús de les TIC) té una influència major sobre la creació de treball de qualitat que la que no se sustenta en aquesta activitat.

Taula 10.6. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M10.4.

Group number 1. Standardized Total Effects (mean).			
	v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q
V31_1Q	0,384	0,000	0,000
V32_AM4Q	0,440	0,280	0,000
vGR_CTQ02Q	0,220	0,138	0,496

Tots els paràmetres són significatius al menys al 5%

Group number 1. Standardized Direct Effects (mean).			
	v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q
V31_1Q	0,384	0,000	0,000
V32_AM4Q	0,335	0,280	0,000
vGR_CTQ02Q	0,000	0,000	0,496

Group number 1. Standardized Indirect Effects (mean).			
	v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q
V31_1Q	0,000	0,000	0,000
V32_AM4Q	0,105	0,000	0,000
vGR_CTQ02Q	0,220	0,138	0,000

En resum, la creació de treball de qualitat, indicador de la capacitat de generació de recursos en el mig termini, està condicionada per l'obtenció de resultats innovadors d'adaptació al mercat. El desenvolupament d'activitats de cooperació amb universitats i centres de recerca, quan ajuda a l'adaptació al mercat pel mecanisme ja estudiat dels processos innovadors de producte suportats per les TIC, també afavoreix la generació de recursos en el mig termini. És a dir, la innovació sustentada en la cooperació de base científica afavoreix el bon funcionament de les empreses i la creació de treball altament remunerat.

10.4. Èxit empresarial

A partir de la informació recollida al qüestionari s'han construït dos indicadors de rendiment (*performance*) empresarial, un és dinàmic i l'altre és estàtic. El dinàmic s'anomena indicador d'èxit empresarial dinàmic i recull l'evolució interanual de dues variables relacionades amb el rendiment. L'indicador estàtic és la productivitat aparent del treball, que només es pot calcular per a l'any de referència de l'enquesta. A continuació es descriuen breument les dues variables, i posteriorment es mostren els resultats de les estimacions.

10.4.1 Indicador dinàmic d'èxit empresarial

L'Indicador dinàmic d'èxit empresarial (v_IEE05Q) té tres categories formades de la combinació de dues variables: obtenció de beneficis i evolució del nombre de treballadors/es (veure Taula 10.7). Diem que és un indicador d'èxit perquè la màxima categoria (èxit alt) es dona quan l'empresa obté beneficis i incrementa el nombre de treballadors/es en l'any en curs. L'indicador considera en una mateixa categoria la situació en què el nombre de persones contractades roman constant o disminueix (èxit mig si els beneficis són alts o si augmenta el nombre de persones contractades i disminueixen els beneficis. Finalment, diem que l'èxit assolit és baix quan l'empresa disminueix el nombre de treballadors/es i no obté beneficis.

Taula 10.7. Indicador d'èxit empresarial dinàmic.
(3 categories, v_IEE05Q)

		Beneficis	
		Sí	No
Núm. Treb.	↑	Alt	Mig
	= o ↓	Mig	Baix

Taula 10.8. Èxit empresarial dinàmic

	Freqüència	Percentatge
Alt	61	27,6%
Mig	107	48,4%
Baix	53	24,0%
Total	221	100%

Taula 10.9. Antiguitat i èxit empresarial dinàmic

Èxit Empresarial Dinàmic	Antiguitat mitjana (en anys)
Alt	5,07
Mig	3,90
Baix	2,77
Total (n=221)	3,95

Compta amb 221 observacions vàlides que representen el 94,0% de les empreses d'un o més anys de la mostra. La no resposta i l'antiguitat de l'empresa són independents.¹⁸⁴ La majoria d'empreses es concentren en al categoria intermèdia (48,4%, tal i com es pot veure a la Taula 10.8). Tanmateix, l'antiguitat mitjana de les empreses presenta una relació positiva amb el grau d'assoliment d'èxit empresarial, de manera que a millor valor de l'indicador major és l'edat mitjana del negoci (veure Taula

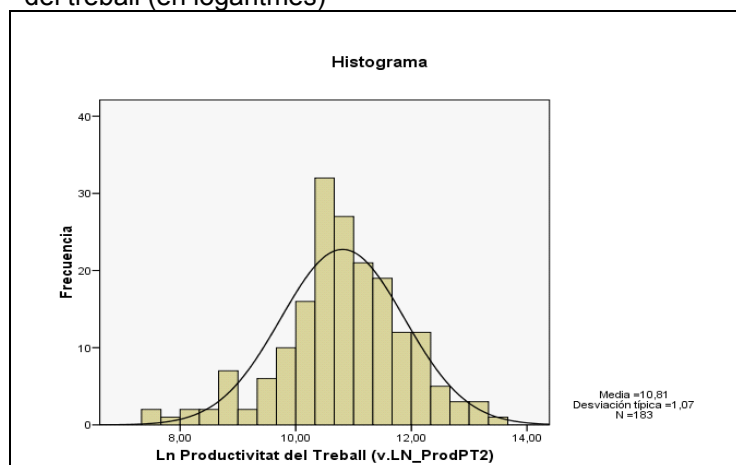
¹⁸⁴ Test ANOVA: F-Snedecor igual a 0,159 (signif. 0,690).

10.9).¹⁸⁵ En concret, l'antiguitat de les empreses amb èxit alt és superior a l'antiguitat mitjana de les empreses de la mostra (5,07 anys i 3,95 anys, respectivament).

10.4.2 Productivitat aparent del treball

La productivitat aparent del treball es defineix com el valor afegit dividit pel nombre de treballadors/es o, alternativament, com la xifra de negoci dividida pel nombre de treballadors/es. En el nostre cas el quocient es calcula emprant, al numerador, la xifra de facturació ja que aquesta és l'única informació disponible al respecte en el qüestionari. Malgrat les seves limitacions s'ha optat per emprar aquest indicador per manca d'altres variables més acurades d'ús habitual.¹⁸⁶

Gràfic 10.4. Histograma de la variable productivitat aparent del treball (en logaritmes)



Es disposa de 183 observacions, que representen el 77,9% de les empreses que porten un any o més en funcionament. Les empreses que no disposen d'informació sobre la productivitat aparent del treball són lleugerament més joves que les que sí en disposen (2,9 i 4,3 anys).¹⁸⁷ Com que al model s'empra la variable en logaritmes, en aquestes pàgines es mostren els descriptius bàsics de la productivitat aparent del treball en logaritmes (vLN_ProdPT2, veure Gràfic 10.4 i Taula 10.10).

¹⁸⁵ Test ANOVA: F-Snedecor igual a 4,583 (signif. 0,011).

¹⁸⁶ Veure discussió i justificació al respecte a l'apartat 5.3.

¹⁸⁷ Test ANOVA: F-Snedecor igual a 4,142 (signif. 0,043).

Taula 10.10. Descriptius de la variable productivitat aparent del treball (en logaritmes)

Ln Productivitat del Treball (v.LN_ProdPT2)		Estadístico	Error típ.
Media		10,8110	,07908
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	10,6550	
	Límite superior	10,9670	
Media recortada al 5%		10,8395	
Mediana		10,8198	
Varianza		1,144	
Desv. típ.		1,06981	
Mínimo		7,46	
Máximo		13,53	
Rango		6,07	
Amplitud intercuartil		1,20	
Asimetría		-,427	,180
Curtosis		,769	,357

10.4.3 Especificació del model

L'indicador d'èxit empresarial dinàmic actua d'endògena en un model de camins crítics, el model M10.5. Com a variable intermèdia per assolir èxit empresarial hi ha la productivitat aparent del treball.

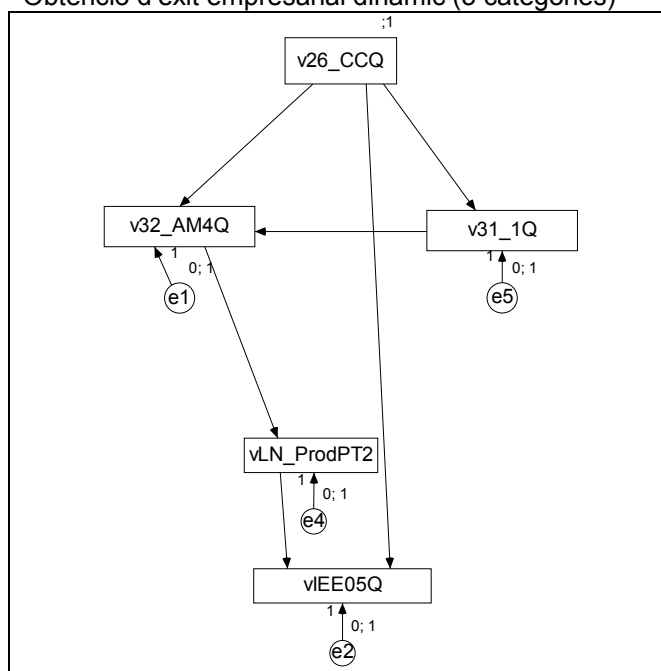
L'objectiu d'aquest apartat és determinar de quina manera la innovació d'adaptació al mercat sustentada en la cooperació de base científica influeix, si és que ho fa, en l'èxit empresarial. S'han fet les mateixes proves amb un indicador dinàmic alternatiu d'èxit empresarial. Els resultats obtinguts són similars, i per bé que el comportament global d'aquest model alternatiu és lleugerament més feble podem afirmar que els resultats, independentment de l'indicador d'èxit emprat, són consistents.¹⁸⁸

L'especificació del model es pot veure al Gràfic 10.5, les variables que hi intervenen estan recollides a la Taula 10.11, i a l'annex A. 7.4 es poden trobar els resultats detallats de l'estimació. El procediment MCMC ha convergit abans de 6000 iteracions, i el p-valor a posteriori obtingut és de 0,70.¹⁸⁹

¹⁸⁸ Els resultats detallats de l'estimació del model es poden consultar a l'annex A.7.4 (Model M10.5bis).

¹⁸⁹ Els indicadors de rendiment empresarial disponibles són millorables tant a nivell conceptual com en termes del nombre d'observacions disponibles (161). Entenem que aquesta és la causa de què el p-valor a posteriori no assoleix el valor desitjable. Atès que el model ha convergit, i sense oblidar les limitacions de les variables de rendiment, considerem pertinent treballar amb aquest model, encara que sigui millorable

Gràfic 10.5. Model M10.5.
Obtenció d'èxit empresarial dinàmic (3 categories)



Taula 10.11. Variables en el model M10.5.

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus
v26_CCQ	Cooperació de base Científica per a la innovació	Exògena	Dicotòmica
v31_1Q	Ha introduït innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC	Intermèdia	Dicotòmica
v32_AM4Q	Ha obtingut resultats d'innovació: adaptació al mercat	Intermèdia	Dicotòmica
vLN_ProdPT2	Productivitat aparent del treball (en logaritmes)	Intermèdia	Contínua
vIEE05Q	Indicador d'èxit empresarial dinàmic (3 cat.)	Endògena	Politòmica

El model explica pràcticament el 50% de la variabilitat total de l'endògena, l'indicador d'èxit empresarial dinàmic (vIEE05Q); i una mica més del 40% de la productivitat aparent del treball (vLN_ProdPT2, veure Taula 10.12).¹⁹⁰

La innovació d'adaptació al mercat (v32_AM4Q) afavoreix de forma directa la productivitat aparent del treball. Al seu torn, la cooperació de base científica (V26_CCQ) afavoreix la productivitat (vLN_ProdPT2) a través de l'obtenció de resultats d'innovació mentre que la relació amb l'indicador d'èxit empresarial dinàmic (vIEE05Q) és principalment directa. A la vista d'aquests resultats, podem afirmar que la cooperació de base científica afecta l'indicador dinàmic d'èxit empresarial de l'empresa a través d'altres canals que no han estat recollits en aquest model, a la vegada que la seva presència és rellevant i afavoreix positivament els resultats de curt termini (productivitat aparent del treball).

¹⁹⁰ En el cas de la primera variable, la suma dels efectes totals estandarditzats és igual a 0,493, si es consideren els paràmetres significatius al 10%; o 0,478, si es consideren els paràmetres significatius al 5%. En el cas de la segona, la suma dels efectes totals estandarditzats és igual a 0,418 (considerant els paràmetres significatius al 5%).

Taula 10.12. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M10.5

Group number 1. Standardized Total Effects (mean).				
	v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2
V31_1Q	0,406	0,000	0,000	0,000
V32_AM4Q	0,313	0,328	0,000	0,000
vLN_ProdPT2	0,080	0,083	0,255	0,000
vIEE05Q	0,257	0,015*	0,045	0,176

* Paràmetre significatiu al 10%. La resta de paràmetres són significatius al menys al 5%

Group number 1. Standardized Direct Effects (mean).				
	v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2
V31_1Q	0,406	0,000	0,000	0,000
V32_AM4Q	0,180	0,328	0,000	0,000
vLN_ProdPT2	0,000	0,000	0,255	0,000
vIEE05Q	0,243	0,000	0,000	0,176

Group number 1. Standardized Indirect Effects (mean).				
	v26_CCQ	v31_1Q	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2
V31_1Q	0,000	0,000	0,000	0,000
V32_AM4Q	0,134	0,000	0,000	0,000
vLN_ProdPT2	0,080	0,083	0,000	0,000
vIEE05Q	0,014	0,015	0,045	0,000

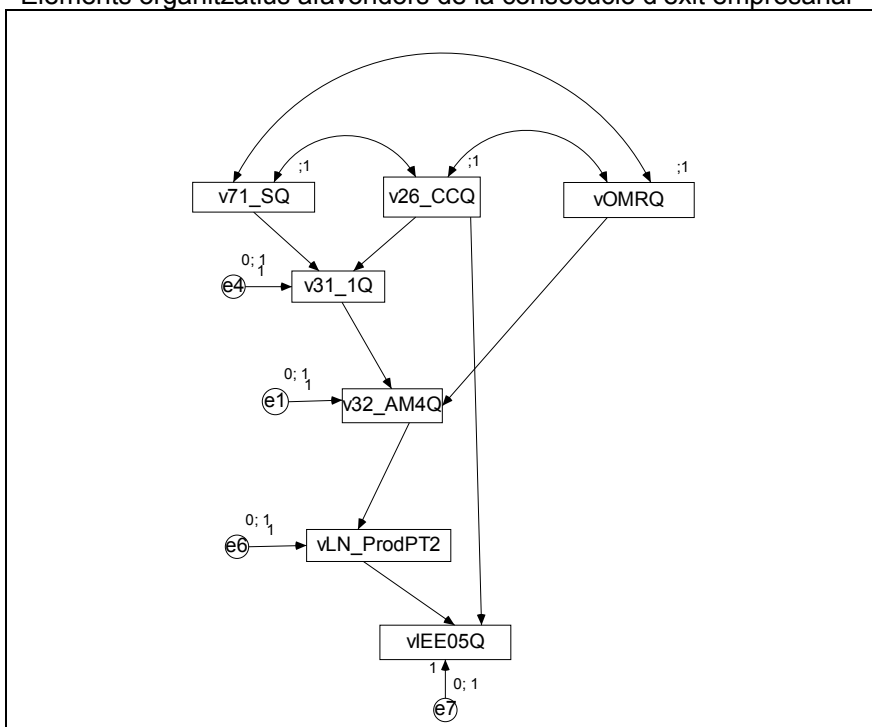
S'observa, doncs, que la innovació d'adaptació al mercat afavoreix l'èxit empresarial a través de la productivitat, mentre que en el cas de la cooperació de base científica hi ha una forta relació directa amb l'indicador d'èxit empresarial. L'existència d'elements organitzatius i de gestió que no han estat considerats en el model, i que queden recollits en la variable cooperació de base científica, es fa evident per la presència d'un camí crític que relaciona directament les variables v26_CCQ i vIEE05Q. A l'apartat 9.3 hem vist que els determinants de la cooperació de base científica es corresponen amb unes característiques empresarials sobresortints (molt alt nivell de capital humà, etc.). Entenem que aquestes característiques s'estan aglutinant en la variable v26_CCQ i és per aquesta raó que es produeix la relació directa que s'observa al model.

En resum, la innovació d'adaptació al mercat sustentada en la cooperació de base científica i en l'ús de les TIC per innovar afavoreix la productivitat aparent del treball, que és un resultat de curt termini i estàtic, imprescindible per a l'obtenció de bons resultats empresarials. Aquests resultats, mesurats mitjançant un indicador dinàmic de rendiment, estan també directament afavorits per la cooperació de base científica. Això ens porta a suposar que la col·laboració amb universitats i centres de recerca és un important indicador de la capacitat d'absorció de la mostra.

10.5. Contribució d'altres elements de l'organització a l'èxit empresarial

En aquest darrer apartat s'analitzen altres elements organitzatius que afavoreixen el rendiment empresarial. Considerem dos elements complementaris de l'activitat de cooperació de base científica (v26_CCQ). El primer té a veure amb l'organització xarxa, es tracta d'una variable dicotòmica que pren valor 1 quan l'empresa subcontracta o és subcontractada per dur a terme alguna activitat concreta de la cadena de valor (variable v71_SQ). El segon està relacionat amb l'orientació estratègica, també és una variable dicotòmica que en aquest cas pren valor 1 quan l'empresa està orientada al marketing i les relacions; això és, quan manté una relació individualitzada amb els clients i disposa d'un sistema informàtic de gestió de la informació tipus CRM (variable vOMR).¹⁹¹

Gràfic 10.6: Model M10.6.
Elements organitzatius afavoridors de la consecució d'èxit empresarial



El model, M10.6, parteix de l'especificació de M10.5 i s'amplia fins a incloure tres variables exògenes (veure Gràfic 10.6 i Taula 10.13, veure resultats detallats a l'annex A. 7.5). Les dues noves exògenes considerades tenen a veure, al igual que la cooperació de base científica, amb la relació amb altres agents de l'entorn: amb altres empreses quan es tracta de la subcontractació; i amb els clients, empreses o

¹⁹¹ CRM: *Customer Relationship Management*.

particulars, quan es tracta de l'orientació al marketing de relacions. Per tant, continuem incidint en l'enfocament segons el qual les empreses no són illes i per sobreviure han d'interactuar necessàriament amb la resta d'agents del sistema econòmic.

Taula 10.13. Variables en el model M10.6.

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus
v71_SQ	Empresa xarxa: L'empresa subcontractada o és subcontractada	Exògena	Dicotòmica
v26_CCQ	Cooperació per a la innovació: cooperació de base científica per innovar	Exògena	Dicotòmica
vOMRQ	Orientació estratègica: orientació al marketing de relacions	Exògena	Dicotòmica
v31_1Q	Innovacions introduïdes amb el suport de les TIC: de producte o servei	Intermèdia	Dicotòmica
v32_AM4Q	Resultats innovació: adaptació al mercat	Intermèdia	Dicotòmica
vLN_ProdPT2	Productivitat aparent del treball (en logaritmes)	Intermèdia	Contínua
vIEE05Q	Indicador d'èxit empresarial dinàmic (3 cat.)	Endògena	Politòmica

El model convergeix amb menys de 23000 iteracions. El p-valor a posteriori és igual a 0,73.¹⁹² Les tres variables exògenes del model no estan associades i en coherència amb aquest resultat les correlacions implícites del model estimat tampoc correlen.¹⁹³

Taula 10.14. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M10.6.

Group number 1. Standardized Total Effects (mean).						
	v26_CCQ	v71_SQ	V31_1Q	vOMRQ	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2
v31_1Q	0,270*	0,527	0,000	0,000	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,087*	0,171	0,323	0,391	0,000	0,000
vLN_ProdPT2	0,023*	0,044	0,084	0,104	0,263	0,000
vIEE05Q	0,255	0,010**	0,018	0,022	0,057	0,214

* Paràmetres no significatius (ni al 5% ni al 10%). ** Paràmetre significatiu al 10%. La resta de paràmetres són significatius al menys al 5%.

Group number 1. Standardized Direct Effects (mean).						
	v26_CCQ	v71_SQ	V31_1Q	vOMRQ	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2
v31_1Q	0,270	0,527	0,000	0,000	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,000	0,000	0,323	0,391	0,000	0,000
vLN_ProdPT2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,263	0,000
vIEE05Q	0,250	0,000	0,000	0,000	0,000	0,214

Group number 1. Standardized Indirect Effects (mean).						
	v26_CCQ	v71_SQ	v31_1Q	vOMRQ	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2
v31_1Q	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,087	0,171	0,000	0,000	0,000	0,000
vLN_ProdPT2	0,023	0,044	0,084	0,104	0,000	0,000
vIEE05Q	0,005	0,010	0,018	0,022	0,057	0,000

Tal i com s'observa a la Taula 10.14 i a l'especificació gràfica, la participació en relacions de subcontractació (v71_sQ) afavoreix el procés innovador desenvolupat amb TIC (v31_1Q) de forma directa, i l'adaptació al mercat a través de la innovació (v32_AM4Q) de forma indirecta. L'orientació al marketing de relacions (vOMRQ) incideix directament sobre la innovació d'adaptació al mercat (v32_AM4Q) però no

¹⁹² Veure comentari al respecte a l'apartat anterior en relació al model M10.5.

¹⁹³ Segons test d'independència de la Ji-quadrat. No es mostren els resultats.

està relacionada amb v31_1Q. El resultat és coherent amb el fet que la relació amb clients afavoreix un tipus d'innovació més centrada en la resposta al mercat que en la innovació de producte o servei.

Quan al model participen l'activitat de subcontractació (v71_SQ) i l'orientació estratègica al marketing de relacions (vOMRQ), la influència de la cooperació de base científica sobre la innovació d'adaptació al mercat es veu matisada, per bé que continua explicant el 88,5% de la variabilitat de v32_AM4Q.

D'altra banda, la importància de v26_CCQ es manté atès que aquesta variable conserva la relació directa amb l'indicador d'èxit empresarial dinàmic (vIEE05Q), fet que indica l'existència d'altres elements afavoridors del rendiment que creiem que estan relacionats amb les característiques de les empreses que duen a terme activitats de cooperació amb la universitat i els centres de recerca.

En resum, les dues noves variables exògenes incideixen de forma diferent sobre la innovació de producte o servei amb l'ús de les TIC (v31_1Q) i sobre els resultats de la innovació (v32_AM4Q). Així mateix, modifiquen la influència de la cooperació de base científica amb els indicadors d'innovació emprats tot i que no alteren la seva relació directa amb l'indicador d'èxit empresarial.

10.6. Conclusions

Els diferents models analitzats al llarg d'aquest apartat confirmen el compliment de la hipòtesi de treball inicialment plantejada, segons la qual la innovació d'adaptació al mercat sustentada en l'ús de les TIC i afavorida per la cooperació de base científica contribueix a diversificar mercats i facilita l'obtenció de bons resultats empresarials. En primer lloc hem pogut verificar que afavoreix diferents formes de diversificació, en concret la presència en mercats internacionals i la presència a la xarxa, entesa aquesta com la venda *on line*. Així mateix, l'adaptació al mercat és complementària d'un altre resultat concret de la innovació, l'obertura de nous canals de comercialització.

L'estudi de l'efecte de la cooperació amb el món científic sobre les diferents variables de diversificació de mercats aporta resultats matisats que contribueixen a enriquir la

nostra anàlisi, ja que mostra com aquest tipus de cooperació no té pas la diversificació de mercat com a principal conseqüència sinó que, segons es veu als models de camins crítics, només quan afavoreix la innovació repercuteix en la diversificació. En el cas concret de la presència als mercats exteriors l'efecte indirecte és positiu i significativament diferent de zero. En el cas de la presència a la xarxa, l'efecte manté el signe positiu però l'interval de credibilitat bayesià no permet afirmar que aquest sigui significativament diferent de zero.

En el context de la mostra objecte d'estudi, doncs, quan la cooperació de base científica comporta l'obtenció d'innovacions d'adaptació al mercat també afavoreix la presència als mercats exteriors. Però la propensió a situar-se entre les empreses que més venen a la xarxa no està condicionada per les relacions amb el món científic.

Podem afirmar, doncs, que la cooperació de base científica afavoreix tant l'adaptació al mercat com l'obertura de nous canals de comercialització a través de la innovació. Val a dir, però, que en aquest segon cas l'efecte positiu és només indirecte i es transmet a través dels processos d'innovació que empren les TIC. Novament, la cooperació amb universitats i centres de recerca no influeix directament en la comercialització sinó en etapes intermèdies que afavoreixen la diversificació de mercats.

Hem verificat un resultat força destacable. La cooperació amb el món universitari i de la recerca està directament relacionat amb la innovació i, a través d'aquesta, amb la diversificació de mercats. Cal que hi hagi innovació per tal de què l'empresa aconseguixi diversificar, sigui quina sigui la forma de diversificació considerada. A diferència d'altres tipus de cooperació desenvolupada amb altres agents econòmics, la cooperació de base científica no sol tenir com a objectiu immediat l'accés a nous mercats. Tanmateix, l'èxit de la cooperació amb centres d'investigació facilitarà l'accés a nous mercats o a nous canals de comercialització. I és precisament aquest el resultat que ens ha permès observar la modelització de camins crítics. A més a més, les diverses especificacions estimades ens permeten veure que el paper de la cooperació de base científica és més rellevant quan la diversificació de mercats es tradueix en una major presència als mercats internacionals que quan aquesta es mesura en termes de presència comercial a Internet.

En segon lloc, la innovació d'adaptació al mercat sustentada en la cooperació de base científica i en els processos TIC també afavoreix un altre element de la competitivitat:

l'obtenció de bons resultats empresarials. En particular, influeix positivament en la capacitat per generar recursos en el mig termini, mesurada aquesta mitjançant l'indicador de creació de treball de remuneració elevada o de qualitat; i en el rendiment empresarial, mesurat a través de la productivitat aparent del treball i de l'indicador dinàmic d'èxit empresarial.

En relació a la capacitat per generar recursos, hem pogut observar que la cooperació amb el món científic hi influeix només de forma indirecta. Novament, cal que la innovació doni els seus fruits per tal que l'empresa millori la seva posició en aquest aspecte. Aquesta cooperació és una de les més sofisticades, requereix tal i com hem vist, posseir determinats recursos interns per aprofitar-la. Si dona resultats l'empresa serà capaç de crear treball altament remunerat.

D'altra banda, en relació a la productivitat aparent del treball i a l'indicador dinàmic d'èxit empresarial, s'observa que la cooperació de base científica hi influeix indirectament essent necessari, de nou, que la innovació d'adaptació al mercat sigui existosa. Però, també es comprova l'existència d'influència directa de la cooperació de base científica sobre l'indicador dinàmic d'èxit. Entenem que aquest resultat particular s'ha d'interpretar tenint en compte l'evidència obtinguda al Capítol 9. Allà hem pogut verificar que a major capacitat d'absorció de les empreses, major és també la seva propensió a cooperar amb universitats i centres de recerca. La capacitat d'absorció, però, no només afavoreix la cooperació i la innovació sinó que, tal i com hem discutit al Capítol 4, també contribueix a millorar el rendiment empresarial. Aquesta és, doncs, la interpretació que hem de fer d'aquest resultat. És significatiu, així mateix, que aquesta relació directa només es produeixi en el cas de l'indicador dinàmic d'èxit empresarial. El matís és rellevant, ja que posa de manifest l'existència d'altres canals de connexió que no operen amb la resta de variables a través dels quals es transmeten els efectes cap a l'indicador d'èxit empresarial.

En tercer i darrer lloc, hem vist com la innovació d'adaptació al mercat es veu afavorida per la presència de factors complementaris a la cooperació de base científica que, de forma indirecta, també afavoreixen l'obtenció de bons resultats empresarials. Són dos elements que tenen a veure amb la proximitat, ja sigui amb altres empreses o amb clients; en concret, es tracta del treball en xarxa de l'empresa en termes de subcontractació, si subcontracta o la subcontracten, i de l'orientació estratègica cap al marketing de relacions. Totes dues dimensions recullen, en definitiva, diferents formes de relacionar-se amb l'entorn i, per tant, el que es confirma és que la relació amb

agents del món científic es complementa amb relacions amb el món empresarial i amb els clients, generant una influència positiva conjunta sobre els resultats de l'activitat innovadora.

És interessant destacar, finalment, que l'orientació de l'empresa cap al mercat influeix sobre la innovació d'adaptació al mercat però roman independent dels processos d'innovació sustentats en les TIC. Novament, podem comprovar que els resultats obtinguts discriminen les trajectòries d'influència mostrant que, en aquest cas, la relació amb clients influeix sobre els resultats de la innovació però no pas sobre una forma concreta, i sofisticada, de desenvolupar els processos.

11 Influència de l'entorn

Per finalitzar la investigació empírica, en aquest capítol aprofundim en l'anàlisi dels elements de l'entorn propiciat per Barcelona Activa que afavoreixen la innovació. Hem vist com la cooperació amb el món científic és clau per a la innovació. Però també hem vist que no és pas una forma de treball en xarxa majoritària, ni a la mostra ni al conjunt de l'economia. Sembla pertinent, doncs, interessar-se per les diferents formes de relació amb l'entorn amb l'objectiu d'establir una tipologia d'empreses en funció del nexa existent entre les vinculacions amb agents externs i l'activitat innovadora.

En aquest sentit, una anàlisi de conglomerats jeràrquics permet identificar tres classes o clústers d'empreses a partir de les components principals que sintetitzen la relació amb l'entorn i l'activitat innovadora de les empreses de la mostra. Tal i com es veurà, cada clúster té característiques estructurals i organitzatives diferents. I cada clúster, d'altra banda, es recolza en diferents agents de l'entorn per obtenir diferents resultats innovadors.

En l'anàlisi es detecta l'especial rellevància de dos tipus de relacions diferenciades amb l'entorn: d'una banda hi ha els acords de cooperació amb l'àmbit científic, un resultat ja conegut; i d'una altra, la relació estreta amb Barcelona Activa en el si de l'entorn d'innovació que la institució gestiona. Per aquesta raó s'intentarà avaluar si el segon, el suport de Barcelona Activa, és un complement o un substitut del primer, la cooperació de base científica, per a la consecució de bons resultats empresarials recolzats en la innovació. En definitiva, es vol saber si el suport de Barcelona Activa és un ajut efectiu per a la maduració, en el si d'empreses joves, dels elements que ja hem identificat amb la capacitat d'absorció.

El capítol s'obre amb l'explicació de la hipòtesi de treball i les preguntes de recerca (apartat 11.1). A l'apartat 11.2 s'identifiquen els tres clústers d'empreses que sorgeixen de l'anàlisi de les dues dimensions ja comentades: relació amb l'entorn i innovació. A l'apartat 11.3 s'analitzen les característiques principals dels conglomerats obtinguts, mentre que a l'apartat 11.4 s'estudia quins elements de la dimensió Mode de Relació amb l'Entorn (MRE) complementen la cooperació de base científica i de quina manera ho fan. El capítol s'acaba amb les conclusions al l'apartat 11.5.

11.1. Hipòtesi de treball i preguntes de recerca

La hipòtesi de treball i les preguntes de recerca que es volen respondre en aquest capítol es formulen a continuació.

Hipòtesi

H5: La forma en què l'empresa es relaciona amb l'entorn i aprofita els recursos externs a l'organització està vinculada amb l'activitat innovadora i depèn de les seves característiques estructurals i organitzatives. Per tant, empreses diferents es recolzaran en un tipus diferent d'agents i institucions per tal d'innovar i obtenir bons resultats empresarials.

Preguntes d'investigació

Per tal de contrastar aquesta hipòtesi, es plantegen les següents preguntes d'investigació:

- Es pot identificar alguna tipologia d'empreses a la mostra en funció de la forma en què es relaciona amb l'entorn i de la seva activitat innovadora? Si és així, quines característiques destaquen en cadascuna de les tipologies identificades?
- Quins són els agents externs més rellevants per a la innovació? Es complementen entre ells?
- Quin tipus d'activitat innovadora, basada en la relació amb agents externs, està directament relacionada amb l'obtenció de bons resultats empresarials?

11.2. Identificació dels tres clústers d'empreses

Mitjançant l'anàlisi de components principals es desitja resumir la informació de les variables que identifiquen dues dimensions diferents del comportament i l'evolució de les empreses: la relació amb l'entorn, que hem anomenat Mode de Relació amb l'Entorn (MRE); i l'activitat innovadora. A continuació s'expliquen els resultats obtinguts en cada cas. Finalment, emprant les components principals obtingudes en l'anàlisi d'aquestes dues dimensions per separat es durà a terme una anàlisi de conglomerats per tal d'identificar els grups o clústers d'empreses que sorgeixen en considerar de forma combinada la relació amb l'entorn i els diferents tipus de resultats innovadors que obtenen.

11.2.1 Anàlisi de components principals: Mode de Relació amb l'Entorn

Per analitzar el Mode de Relació amb l'Entorn s'han considerat: (a) d'una banda, les diferents formes de cooperació amb agents econòmics (cooperació horitzontal, cooperació vertical i cooperació de base científica); (b) d'una altra les formes de relació amb Barcelona Activa (experiència de viver; participació a la XarxActiva d'empreses, i percepció de l'*staff* de Barcelona Activa com un agent cooperador) així com la relació amb altres organismes que presten serveis a emprenedors/es i empreses (alt recolzament d'institucions); (c) i finalment, la relació en xarxa amb altres empreses a través de la subcontractació (l'empresa és subcontractada, i l'empresa subcontracta). La Taula 11.1 mostra les nou variables que intervenen en aquesta anàlisi, que són dicotòmiques i prenen valor 1 si es compleix la característica indicada i valor 0 en la resta de casos.¹⁹⁴

Taula 11.1. Mode de Relació amb l'Entorn (MRE).
Estadístics descriptius de les variables que participen a l'anàlisi de components principals

	Mitjana	Desv. típica	N
Cooperació:			
v.26_CC Cooperació en la innovació: cooperació de base científica	,16	,369	285
v.26_CCV Cooperació en la innovació: cooperació cadena de valor	,63	,483	285
v.26_CH Cooperació en la innovació: cooperació horitzontal	,13	,333	285
Relació amb Barcelona Activa i altres institucions de recolzament:			
v.EXP_VIV Experiència de viver	,28	,448	285
v.StaffBA Percepció de l'Staff de BA com a agent impulsor de la cooperació (proxym de cooperació per necessitat)	,16	,372	285
v.23 Participa a la XarxActiva d'empreses	,48	,500	285
v.18rA Alt recolzament d'institucions	,07	,262	285
Empresa xarxa:			
v.71.3z Organització xarxa: subcontracta alguna operació	,76	,427	285
v.71.4z Organització xarxa: és subcontractada per altres empreses	,59	,492	285

En aquestes pàgines es comenten els resultats més rellevants de l'anàlisi de components principals, mentre que els outputs complets es troben a l'annex A. 8.1. Tal i com es pot veure a la Taula 11.2, els quatre valors propis superiors a la unitat expliquen el 62,4% de la variància. Aquestes són les quatre components que se seleccionen per resumir el comportament conjunt de les nou variables objecte d'estudi.

¹⁹⁴ Tant en aquesta secció com en la següent s'ha optat per un tractament quantitatiu de les variables per senzillesa. Els resultats són idèntics als obtinguts mitjançant una anàlisi de components principals categòriques (algorisme "catpca" d'SPSS 15), atès que totes les variables dels dos exercicis d'anàlisi de components principals són dicotòmiques i estan codificades com 0 (no) i 1 (sí).

Taula 11.2: Valors propis i percentatge de la variància explicat.

Component	Autovalors inicials		
	Total	% de la variància	% acumulat
1	2,193	24,363	24,363
2	1,274	14,161	38,523
3	1,145	12,722	51,245
4	1,002	11,137	62,383
5	,839	9,323	71,706
6	,799	8,880	80,586
7	,624	6,931	87,517
8	,564	6,268	93,785
9	,559	6,215	100,000

Mètode d'extracció: Anàlisi de Components Principals.

Taula 11.3. Matriu de components rotades

	Components ^(a)			
	1	2	3	4
v.EXP_VIV Experiència de viure	,818	-,057	,050	,094
v.StaffBA Percepció de l'Staff de BA com a agent impulsor de la cooperació (proxy de cooperació per necessitat)	,666	,258	-,055	,149
v.23 Participa a la XarxaActiva d'empreses	,651	,050	,232	-,059
v.18rA Alt recolzament d'institucions	,032	,849	-,028	-,057
v.26_CC Cooperació en la innovació: cooperació de base científica	,126	,785	,140	,114
v.71.4z Organització xarxa: és subcontractada per altres empreses	-,012	,042	,864	,025
v.71.3z Organització xarxa: subcontracta alguna operació	,202	,057	,706	,163
v.26_CCV Cooperació en la innovació: cooperació cadena de valor	-,076	-,034	,058	,841
v.26_CH Cooperació en la innovació: cooperació horitzontal	,223	,089	,112	,645

Mètode d'extracció: anàlisi de components principals.

Mètode de rotació: Normalització Varimax amb Kaiser.

(a) La rotació ha convergit en 4 iteracions.

La matriu de les components rotades (Taula 11.3), ens ajuda a interpretar els resultats obtinguts. Així, la primera component representa l'aprofitament dels instruments que Barcelona Activa posa a l'abast de les persones emprenedores (puntuacions màximes en les variables v.EXP_VIV, v.StaffBA i v.23). La segona component mostra un resultat interessant, ja que combina l'alt recolzament institucional (v.18rA) i la cooperació de base científica (v.26_CC). El fet de què aquestes dues dimensions es combinin en una única component mostra un resultat que ja hem vist amb anterioritat: les empreses que tenen capacitat per establir lligams de cooperació amb el món científic mostren un elevat grau de relació amb institucions de suport ja que aquestes, molt sovint, prioritzen els acords de col·laboració universitat-empresa. A més, la cooperació de base científica es mostra independent de les altres dues formes de cooperació (v.26_CCV i v.26_CH), que s'agrupen en la quarta component principal. Al seu torn estan separades de les dues variables que recullen les relacions comercials entre

empreses, la subcontractació, que són els dos elements que conformen la tercera component (v.71.4z i v.71.3z).

11.2.2 Anàlisi de components principals: innovació

En aquesta segona anàlisi de components principals s'empren les set variables relatives als resultats d'innovació disponibles al qüestionari. Es tracta de variables dicotòmiques, amb la mateixa codificació explicada anteriorment. Els descriptius es troben a la Taula 11.4. Els resultats complets es poden veure a l'annex A. 8.2, mentre que en aquestes pàgines es comenten els aspectes més rellevants dels mateixos.

Taula 11.4. Activitat innovadora.
Estadístics descriptius de les variables que participen en l'anàlisi de components principals

	Mitjana	Desv. típica	N
Activitat Innovadora:			
v.32_1r Innovació. Resultats principals: oferta més àmplia de serveis o productes	,44	,498	285
v.32_2r Innovació. Resultats principals: resposta més ràpida a la demanda del mercat	,32	,467	285
v.32_3r Innovació. Resultats principals: procés productiu més flexible	,24	,425	285
v.32_4r Innovació. Resultats principals: gestió logística més àgil	,15	,359	285
v.32_5r Innovació. Resultats principals: sistemes de gestió interna automatitzats	,21	,411	285
v.32_6r Innovació. Resultats principals: nous canals de comercialització	,28	,448	285
v.32_7r Innovació. Resultats principals: nova estructura organitzativa	,20	,398	285

Taula 11.5. Valors propis i percentatge explicat de la variància

Component	Autovalors inicials		
	Total	% de la variància	% acumulat
1	1,889	26,985	26,985
2	1,170	16,713	43,698
3	,955	13,645	57,343
4	,862	12,313	69,656
5	,756	10,798	80,454
6	,726	10,366	90,820
7	,643	9,180	100,000

Mètode d'extracció: Anàlisi de Components Principals.

El nombre de components extretes, en aquest cas és igual a dos ja que només dues presenten un valor propi superior a la unitat (veure Taula 11.5). Aquestes dues components principals expliquen un 43,4% la variància, un valor força discret.¹⁹⁵ A la Taula 11.6 s'observa que la primera component agrupa les innovacions que han servit per ampliar l'oferta de productes o serveis (v.32_1r) amb altres innovacions adreçades a satisfer millor la demanda, ja sigui a través d'una resposta més ràpida (v.32_2r) o

¹⁹⁵ S'ha descartat incloure la tercera component principal (amb valor propi inferior però molt proper a la unitat) perquè l'anàlisi de conglomerats jeràrquics no aportava resultats diferents rellevants per als nostres objectius.

obrint nous canals de comercialització (v.32_6r). La segona component, al seu torn, agrupa les innovacions relacionades amb els àmbits interns de l'empresa: nova estructura organitzativa (v.32_7r), sistemes de gestió interna automatitzats (v.32_5r) i gestió logística més àgil (v.32_4r). L'obtenció d'un procés productiu més flexible (v.32_3r), que puntua més alt la primera component, també pren un valor relativament elevat en la segona component. La forma com s'agrupen les innovacions resulta remarcable ja que les relacionades amb la satisfacció de la demanda s'ajunten en la primera component mentre que les relacionades amb els factors interns de l'organització s'agrupen en l'altra component. Finalment, el fet que aquestes dues components tinguin una capacitat predictiva tan modesta fa que una de les variables originals, la consecució d'un procés productiu més flexible, romangui a cavall de totes dues dimensions ortogonals.

Taula 11.6. Matriu de components rotades

	Components ^(a)	
	1	2
v.32_1r Innovació. Resultats principals: oferta més àmplia de serveis o productes	,679	-,121
v.32_2r Innovació. Resultats principals: resposta més ràpida a la demanda del mercat	,678	,264
v.32_6r Innovació. Resultats principals: nous canals de comercialització	,595	,047
v.32_3r Innovació. Resultats principals: procés productiu més flexible	,448	,341
v.32_7r Innovació. Resultats principals: nova estructura organitzativa	-,131	,770
v.32_5r Innovació. Resultats principals: sistemes de gestió interna automatitzats	,110	,658
v.32_4r Innovació. Resultats principals: gestió logística més àgil	,207	,532

Mètode d'extracció: anàlisi de components principals.

Mètode de rotació: Normalització Varimax amb Kaiser.

(a) La rotació ha convergit en 3 iteracions.

11.2.3 Anàlisi de conglomerats jeràrquics

Amb les sis components principals identificades, quatre en el primer cas i dues en el segon, s'ha dut a terme una anàlisi de conglomerats jeràrquics, que dona com a resultat l'agrupació de les observacions en tres categories de dimensions similars (veure Taula 11.7). S'ha emprat Ward com a mètode de conglomeració i la distància euclídea al quadrat com a mesura de similaritat (l'annex A. 8.3 mostra el dendograma).

Per tal d'identificar el nombre de conglomerats de la solució seguim Uriel i Aldás (2005, p.65). El procés de fusió s'ha d'aturar quan els grups que s'ajunten estan a una

distància significativament superior a la dels grups que s'han fusionat prèviament. Els autors proposen el càlcul de las taxes de variació entre els coeficients de conglomeració obtinguts entre etapes successives. Així, les fusions s'han d'aturar quan una taxa de variació sigui dràsticament superior a l'anterior. En el nostre cas, i com ja s'ha dit, el procediment ha conduït a la formació de tres grups.¹⁹⁶ Les observacions contingudes a clúster es poden veure a la Taula 11.7 i a continuació es descriuen els seus trets principals.

Taula 11.7. Grandària dels conglomerats

	Freqüència	Percentatge
Clúster 1	101	35,4%
Clúster 2	91	31,9%
Clúster 3	93	32,6%
Total	285	100

Descripció inicial dels conglomerats d'empreses identificats

La Taula 11.8 recull les principals característiques dels tres clústers en relació a les variables amb què s'ha dut a terme l'anàlisi de components principals. En el cas de la cooperació i dels resultats innovadors s'han inclòs, a més, les dues variables genèriques corresponents (v.26_COI2 i v.32r) amb l'objectiu de comprovar si aquestes mostren també un comportament diferent en funció del clúster. A continuació es comenten els resultats obtinguts, que permeten identificar tres grups diferenciats d'empreses dins la mostra. Deixem per al proper apartat (11.3) la descripció de les característiques de les empreses que conformen cadascun dels clústers.

El fet que totes les variables presentin un comportament significativament diferent en funció del clúster de pertinença confirma la validesa de l'ús de les components principals. Així, al primer conglomerat, Clúster 1, s'agrupen les empreses de perfil més baix en el si de la mostra, en relació a la dimensió MRE i a la dimensió innovació. En concret, al Clúster 1 totes les característiques tenen una presència inferior a la mitjana mostral: cooperació, relació amb o dins de l'entorn creat per Barcelona Activa, relació amb institucions de suport a l'emprenedoria, i relacions de subcontractació. Pel que fa a l'activitat innovadora, el perfil també és baix ja que els resultats de la innovació tenen

¹⁹⁶ Les taxes s'han calculat a partir dels *outputs* d'SPSS. Aquest paquet estadístic no dóna criteris analítics per determinar el nombre de conglomerats. Així, no ha estat possible emprar estadístics també vàlids en aquest context (arrel quadrada de la mitjana de les desviacions típiques del nou conglomerat, R^2 semiparcial, R^2 , o la distància entre conglomerats).

una proporció inferior a la mitjana en tots els casos excepte en dos: la introducció de sistemes de gestió interna automatitzats (22,8% envers el 21,4% mitjà) i la consecució d'una nova estructura organitzativa gràcies a la innovació (26,7% i 19,7%, respectivament).

Taula 11.8. Caracterització dels clústers en funció de les variables emprades en l'anàlisi de components principals.

	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Total	Sig.
Cooperació en la innovació: científica (v.26_CC)	1,98%	29,67%	18,28%	16,14%	***
Cooperació en la innovació: cadena de valor (v.26_CCV)	53,47%	61,54%	75,27%	63,16%	***
Cooperació en la innovació: horitzontal (v.26_CH)	1,98%	6,59%	30,11%	12,63%	***
L'empresa coopera per innovar ¹ (v.26_COI2)	54,46%	71,43%	81,72%	68,77%	***
Experiència de viver (v.EXP_VIV)	4,95%	10,99%	68,82%	27,72%	***
Alt recolzament d'institucions (v.18rA)	0,00%	16,48%	6,45%	7,37%	***
Percepció de l'Staff de BA com a agent impulsor de la cooperació (proxy de cooperació per necessitat) (v.StaffBA)	3,96%	5,49%	40,86%	16,49%	***
Participa a la XarxActiva d'empreses (v.23)	24,75%	41,76%	78,49%	47,72%	***
Subcontracta alguna operació (v.71.3z)	43,56%	95,60%	92,47%	76,14%	***
És subcontractada per altres empreses (v.71.4z)	26,73%	90,11%	64,52%	59,30%	***
Rtat. ppal. innovació: oferta més àmplia de serveis o productes (v.32_1r)	17,82%	54,95%	62,37%	44,21%	***
Rtat. ppal. innovació: resposta més ràpida a la demanda del mercat (v.32_2r)	13,86%	27,47%	55,91%	31,93%	***
Rtat. ppal. innovació: procés productiu més flexible (v.32_3r)	9,90%	23,08%	38,71%	23,51%	***
Rtat. ppal. innovació: gestió logística més àgil (v.32_4r)	9,90%	5,49%	30,11%	15,09%	***
Rtat. ppal. innovació: sistemes de gestió interna automatitzats (v.32_5r)	22,77%	5,49%	35,48%	21,40%	***
Rtat. ppal. innovació: nous canals de comercialització (v.32_6r)	10,89%	30,77%	43,01%	27,72%	***
Rtat. ppal. innovació: nova estructura organitzativa (v.32_7r)	26,73%	6,59%	24,73%	19,65%	***
Ha obtingut resultats de l'activitat innovadora ¹ (v.32r)	71,29%	84,62%	92,47%	82,46%	***

***diferències significatives a l'1%, segons test d'independència Ji-quadrat.

¹ Aquesta variable no formava part de l'anàlisi de components principals.

Al segon conglomerat, Clúster 2, s'agrupen les empreses que destaquen per cooperar amb el món científic amb intensitat superior a la mitjana de la mostra (29,7% envers del 16,1%). D'altra banda, la cooperació en cadena de valor està als mateixos nivells que la mitjana (61,5% i 63,2%, respectivament), mentre que la cooperació horitzontal

és una activitat amb molt poca presència (6,6% envers el 12,6% del total de la mostra). És el col·lectiu que més s'ha recolzat en les institucions que presten serveis a l'emprenedoria (16,5% envers el 7,4% del total de la mostra), per bé que roman força més independent de Barcelona Activa. En la dimensió MRE, destaca que pràcticament totes les empreses subcontracten alguna operació (95,6%) o són subcontractades per altres empreses (90,1%). El percentatge d'empreses subcontractades és, a més, molt superior al de la resta de conglomerats, indicador de la seva competitivitat.¹⁹⁷

Finalment, més de la meitat de les empreses del Clúster 2 han ampliat la seva oferta gràcies a la innovació (55,0%, envers un 44,2% del total de la mostra). En la resta de casos, els resultats de la innovació tenen un pes similar o inferior a la mitjana, excepte en el cas de l'obertura de nous canals de comercialització (30,8%, envers el 27,7% de mitjana total). En general, aquest conglomerat té una major proporció d'empreses innovadores (84,6%) que el Clúster 1 (71,3%) i que la mitjana mostral (82,5%).

El Clúster 2, doncs, agrupa empreses que innoven més que la mitjana de la mostra, presenten formes de cooperació sofisticada, majoritàriament subcontracten i són subcontractades, i principalment, el servei que més aprofiten de Barcelona Activa és la participació en la XarxActiva d'empreses.

Al tercer conglomerat, Clúster 3, la presència d'empreses que cooperen és màxima (81,7%). En concret, la cooperació de base científica se situa només lleugerament per sobre de la mitjana de la mostra (18,3% i 16,1%, respectivament) i per sota del Clúster 2 (29,7%), mentre que la cooperació en la cadena de valor (75,3%) i la cooperació horitzontal (30,1%) estan presents en un percentatge molt superior a la mitjana mostral (63,2% i 12,6%, respectivament). El suport rebut per Barcelona Activa és molt important, atès que una mica més de dos terços de les empreses tenen experiència de viver (68,8% envers el 27,7% del total de la mostra). Diem que una empresa té experiència de viver si ha estat localitzada o actualment està localitzada en els espais d'incubació de Barcelona Activa. D'altra banda, són les empreses que més participen en la XarxActiva d'empreses (78,5%) i les que més perceben que l'staff de Barcelona Activa és un agent impulsor de la cooperació (40,9%). Respecte del darrer element de la dimensió MRE, les relacions de subcontractació, s'observa que les empreses d'aquest conglomerat subcontracten (92,5%) i són subcontractades (64,5%) en major

¹⁹⁷ Val a dir que no es disposa del volum de facturació subcontractat, ni tampoc del nombre d'empreses per a les quals treballen les empreses de la mostra. Per tant no podem determinar si aquestes presenten una dependència elevada d'una, o poques, empreses clients.

percentatge que la mitjana de la mostra, però en cap cas superen les proporcions del Clúster 2.

Així mateix, el Clúster 3 destaca en l'obtenció de resultats de l'activitat innovadora. En un 92,5% dels casos han innovat, en front del 82,5% del conjunt de la mostra. Val a dir que, per tipus d'innovació, són les que més innoven en tots els casos excepte en la innovació d'estructura organitzativa (24,7%). Aquest percentatge està per sobre de la mitjana (19,7%), però és inferior al del Clúster 1 (26,7%). El Clúster 3, doncs, agrupa empreses altament innovadores que han crescut i desenvolupen la seva activitat dins l'entorn d'innovació desenvolupat per Barcelona Activa.

En resum, cadascun dels grups d'empreses presenta característiques diferents en relació a les variables que han fonamentat les anàlisis de components principals. El Clúster 1 agrupa les empreses de menor activitat innovadora i que menys es relacionen amb altres empreses i institucions de l'entorn. El Clúster 2 agrupa empreses amb un nivell mitjà-alt d'activitat innovadora en comparació l'agregat de la mostra, i que sustenten la seva competitivitat en la relació de cooperació amb el món científic i les relacions comercials de subcontractació. El Clúster 3 és el que més innova i, a la vegada, el que més es relaciona amb Barcelona Activa, presentant així mateix uns nivells destacables de cooperació amb altres empreses.

Una vegada vistes les característiques bàsiques dels tres conglomerats, dediquem el proper apartat a analitzar si els tres perfils identificats a partir de la combinació del Mode de Relació amb l'Entorn (MRE) i l'activitat innovadora tenen relació amb l'estructura de les empreses, la seva orientació estratègica o els resultats empresarials, entre d'altres, en el si de la mostra de petites i micro empreses objecte d'estudi.

11.3. Caracterització dels tres perfils definits pels clústers

En primer lloc, s'observa que l'estructura sectorial és diferent en funció de l'aglomerat de pertinença, tal i com es pot veure a la Taula 11.9. En concret, al Clúster 1 predominen les empreses de serveis. Així, una mica més d'un terç (33,7%) pertanyen al sector altres serveis, i un 15,8% del sector serveis personals i activitats socials. El 16,8% són serveis empresarials, i el 13,9% es dediquen a la distribució comercial.

Finalment, destaca la baixa presència d'empreses TIC (11,0%). Per tot plegat, podem avançar que aquest conglomerat agrupa empreses de poc valor afegit, fet que sembla conseqüent amb els relativament baixos nivells de cooperació i de resultats innovadors vistos prèviament.

Taula 11.9. Composició sectorial dels conglomerats.

	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Total	
Sector TIC	10,89%	36,26%	40,86%	28,77%	***
Altres Serveis	33,66%	25,27%	12,90%	24,21%	***
Serveis Empresarials	16,83%	19,78%	26,88%	21,05%	-
Serveis Personals i Activitats Socials	15,84%	6,59%	5,38%	9,47%	**
Distribució Comercial	13,86%	5,49%	7,53%	9,12%	-
Sector Producció Industrial	8,91%	6,59%	6,45%	7,37%	-
TOTAL	100%	100%	100%	100%	

***diferències significatives a l'1%, ** diferències significatives al 5%; * diferències significatives al 10%; - diferències no significatives. Segons test d'independència Ji-quadrat.

El Clúster 2 té un perfil similar, que no idèntic, als valors mitjans de la mostra. Destaca, però, la important presència del sector TIC (36,3%), altres serveis (25,3%) i serveis empresarials (20,0%). Finalment, el Clúster 3 concentra una proporció encara més elevada d'empreses del sector TIC (40,9%) i de serveis empresarials (26,9%), amb molta menor presència de la categoria altres serveis (12,9%). Aquests dos conglomerats, per tant, presenten una estructura sectorial de major valor afegit.

Taula 11.10. Característiques estructurals, per conglomerat.

	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Total
Antiguitat de l'empresa, en anys				
Mitjana ⁽¹⁾	2,96	2,73	4,17	3,28
Percentil 25	1	1	1	1
Mediana	1	2	3	2
Percentil 75	3	3	6	4
Moda	1	1	1	1
Dimensió, nombre de treballadors/es (equivalent a temps complet)				
Mitjana ⁽²⁾	4,07	4,14	5,57	4,58
Percentil 25	1	1	2	1
Mediana	2	2	3	2
Percentil 75	4	5	5	5
Moda	1	1	2	1
Empreses amb majoria de treballadors/es amb estudis universitaris				
Percentatge ⁽³⁾	67,74%	87,36%	84,78%	79,78%

(1) Mitjanes significativament diferents, al 5%, segons test d'anàlisi de la variància ($F=3,195$; $p=0,042$); (2) diferències de mitjanes no significatives ($F=1,692$; $p=0,186$); (3) diferències significatives al 1% (Ji-quadrat de Pearson= 12,877; $p=0,002$).

En segon lloc, a la Taula 11.10 s'observa que el conglomerat més madur és el Clúster 3, amb una antiguitat mitjana de quatre anys, mentre que la dimensió és independent del grup a que pertanyi l'empresa. Pel que fa al capital humà disponible, i en línia amb la distribució sectorial vista, els nivells de formació són inferiors al Clúster 1, on el percentatge d'empreses amb majoria de treballadors/es amb estudis superiors és del

67,7%. I són màxims al Clúster 2 on pràcticament en 9 de cada 10 casos el personal de l'empresa té estudis superiors (87,4%).

L'ús de les TIC en els diversos àmbits de l'empresa també presenta un comportament diferenciat en funció del conglomerat de pertinença. Així, el Clúster 1 mostra un comportament per sota de la mitjana en tots els aspectes considerats (veure Taula 11.11): nivell d'equipament Internet, que és alt en el 51,5% dels casos, envers el 67,7% de la mitjana de la mostra; el nivell usos TIC, que només és alt en el 21,8% de les ocasions (30,0% en el total de la mostra); la compra en línia, només present en un 24,8% dels casos davant del 40,0% global; la venda per Internet (21,8%), lleugerament inferior a la mitjana (28,8%); així com l'ús d'aquestes tecnologies per desenvolupar activitats de cooperació (16,4% versus 30,6%, entre les empreses que cooperen) o, de forma menys acusada, per innovar (65,3% i 73,6%, entre les empreses que innoven). En contraposició, el Clúster 3 és el que millor se situa envers les variables comentades, sempre amb valors superiors als altres dos conglomerats i significativament majors a la mitjana de la mostra.

Taula 11.11. Empreses i usos TIC, per conglomerat.
Percentatge d'empreses.

	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Total
Equipament i usos TIC				
Nivell Alt d'equipament Internet ⁽¹⁾	51,5%	73,6%	79,6%	67,7%
Nivell Alt d'usos TIC ⁽²⁾	21,8%	26,4%	41,9%	29,8%
Activitat comercial a la xarxa				
Aprovisionament en línia ⁽³⁾	24,8%	45,1%	51,6%	40,0%
Venda en línia ⁽⁴⁾	21,8%	28,6%	36,6%	28,8%
Activitats amb el suport de les TIC				
Cooperació amb suport de TIC ⁽⁵⁾	16,4%	29,2%	42,1%	30,6%
Innovació amb suport de TIC ⁽⁶⁾	65,3%	72,7%	81,4%	73,6%

(1) Diferències significatives al 1%, segons test d'independència Ji-quadrat (Ji-quadrat de Pearson= 19,604; p=0,000); (2) ídem (Ji-quadrat de Pearson= 10,157; p=0,006); (3) ídem (Ji-quadrat de Pearson= 15,978; p=0,000); (4) ídem, al 10% (Ji-quadrat de Pearson= 5,161; p=0,076); (5) ídem a l'1% (Ji-quadrat de Pearson= 10,041; p=0,007). Només empreses que cooperen (N=196); (6) ídem, al 10% (Ji-quadrat de Pearson= 5,288; p=0,071). Només empreses que han innovat (N=235)

Els resultats vistos fins ara apunten cap a una situació polaritzada pel que fa a l'ús de les tecnologies de la informació i les comunicacions en les empreses de la mostra, amb un conglomerat, el Clúster 1, que destaca pel seu comportament significativament pitjor.

La proporció d'empreses que desenvolupen alguna activitat econòmica amb competidors a la mostra és del 36,5%, xifra relativament baixa si es compara amb la proporció d'empreses que cooperen per innovar (68,8%), subcontracten alguna

operació (76,1%) o són subcontractades (59,3%). Malgrat això, tal com es mostra a la Taula 11.12, cada conglomerat presenta un comportament significativament diferent en relació a aquesta variable. Novament, seguint la mateixa pauta vista per a la cooperació i la innovació, el Clúster 3 sobresurt per sobre de la mitjana (47,3%) mentre que el Clúster 1 se situa molt per sota (24,8%).

Taula 11.12. Elements estratègics, per conglomerat.
Percentatge d'empreses.

	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Total
Desenvolupa alguna activitat econòmica amb competidors*	24,8%	38,5%	47,3%	36,5%
Estratègia predominant:				
Especialització**	45,5%	48,4%	36,6%	43,5%
Qualitat**	23,8%	25,3%	30,1%	26,3%
Flexibilitat**	17,8%	13,2%	15,1%	15,4%
Dif. tecnològica**	5,0%	8,8%	10,8%	8,1%
Dif. marca**	3,0%	3,3%	4,3%	3,5%
Costos**	4,0%	0,0%	3,2%	2,5%

* Diferències significatives al 1%, segons test d'independència Ji-quadrat (Ji-quadrat de Pearson= 10,856; p=0,004); ** Diferències no significatives, als nivells habituals, segons test d'independència Ji-quadrat (no es mostren els detalls).

D'altra banda, en termes d'orientació estratègica cal destacar que les estratègies de competitivitat (costos, diferenciació tecnològica, diferenciació de marca, especialització, qualitat, i flexibilitat) no són pas un element diferenciador dels tres grups d'empreses. La més habitual és l'especialització, ja sigui de producte o servei (43,5% en el conjunt de la mostra); i sembla que el Clúster 3 mostra una major tendència a la qualitat i a la diferenciació tecnològica que la resta d'empreses.

Per a l'anàlisi dels indicadors de resultats cenyim l'anàlisi a les empreses que, com a mínim, tenen un any d'antiguitat (N=235). Així, la Taula 11.13 es pot veure com la pertinença a un conglomerat no sempre està directament associada a un nivell determinat d'èxit empresarial. En primer lloc, s'observa que no hi ha diferències significatives en la previsió d'obtenció de beneficis en el conjunt de la mostra (un 65,6% té previst obtenir beneficis en l'exercici en curs); ni en l'evolució de la facturació, amb un 69,7% de les empreses que han vist augmentar la seva facturació d'un any per l'altre. Per contra, el creixement de l'empresa sí presenta un comportament diferenciat: el nombre de treballadors/es de l'empresa ha augmentat en la meitat dels casos al Clúster 3 (50,0%), se situa al voltant de la mitjana mostral en el cas del Clúster 2 (36,1%), i només arriba al 24,0% en el cas del Clúster 1.

Taula 11.13. Capacitat de generar recursos i obtenció d'èxit empresarial, per conglomerat. Percentatge d'empreses.

	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Total
Té previst obtenir beneficis aquest any ^{1 (a)}	64,0%	66,2%	66,7%	65,6%
Activitat exportadora:				
Exporta ^{2 (b)}	16,9%	36,1%	47,7%	34,0%
Alta intensitat Exportadora >25% ^{2 (c)}	1,3%	11,1%	20,9%	11,5%
Facturació:				
augmenta respecte l'any anterior ^{1 (d)}	63,9%	73,8%	71,6%	69,7%
Nombre de treballador/es:				
augmenta respecte l'any anterior ^{2 (e)}	24,0%	36,1%	50,0%	37,2%
Facturació / Treballadors (equivalent a temps complet), Ln ^{2 (f)}	10,48	10,77	11,07	10,81
Salari mitjà brut anual empleats/des: ^{1 (g)}				
< 18.000 Eur/any	44,9%	26,1%	26,6%	32,1%
18.000 -24.000 Eur/any	46,9%	50,0%	54,7%	50,9%
> 24.000 Eur/any	8,2%	23,9%	18,8%	17,0%
L'empresa crea treball de qualitat ^{2 (h)}	13,0%	39,2%	38,2%	30,6%
Indicador d'èxit empresarial: molt alt ¹⁽ⁱ⁾	49,3%	56,5%	55,0%	53,6%

1 diferències no significatives al nivells habituals; 2 diferències significatives al 1%.

(a) Ji-quadrat de Pearson= 0,136; p=0,934. (N=224); (b) Ji-quadrat de Pearson= 17,352; p=0,000; (c) Ji-quadrat de Pearson= 15,411; p=0,000; (d) Ji-quadrat de Pearson= 1,820; p=0,402 (N=218); (e) Ji-quadrat de Pearson= 11,518; p=0,003 (N=231); (f) ANOVA F=4,958; p=0,008 (N=183); (g) Ji-quadrat de Pearson= 7,634; p=0,106 (N=159, només es consideren les empreses amb al menys 1 empleat); (h) Ji-quadrat de Pearson= 11,551; p=0,003 (N=173, ídem); (i) Ji-quadrat de Pearson= 0,784; p=0,676 (N=211).

S'observa que el Clúster 1 presenta valors significativament inferiors a la mitjana en relació a l'indicador de productivitat aparent del treball (10,48 i 10,81, respectivament), mentre que el Clúster 3 es posiciona per sobre de la resta (11,07).¹⁹⁸ L'activitat exportadora, molt superior a la mitjana catalana, segueix la pauta ja vista. El Clúster 3 és el de major presència (47,7%) i ho fa amb major intensitat (20,9%) als mercats exteriors, mentre que el Clúster 1 se situa en un lloc molt discret (16,9% i 1,3%) respecte de la mitjana de la mostra d'empreses d'un any o més d'antiguitat (34,0% i 11,5%, respectivament).

Entenem que el nivell salarial és un reflex de la capacitat per generar recursos, ja que una empresa només pagarà sous alts si té capacitat suficient per generar-los. S'observa, en aquest sentit, que les empreses del Clúster 1 tenen més tendència a declarar que paguen sous en la banda mitja (46,9%) i baixa (44,9%), mentre que les dels conglomerats 2 i 3 tenen més presència als rangs salarials superiors, amb un 23,9% i un 18,8%, respectivament, d'empreses que paguen, de mitjana, sous per sobre dels 24.000 euros bruts anuals, respectivament. Aquest resultat queda reflectit en l'indicador sintètic de generació de recursos. Així, al Clúster 1 només un 13,0% de

¹⁹⁸ S'obtenen resultats similars si es treballa amb la ràtio sense transformar.

les empreses té capacitat per crear treball de qualitat, percentatge que augmenta fins al 38,2% al Clúster 3 i al 39,2% al Clúster 2.

Finalment, i a diferència del que passa amb l'indicador d'evolució de mig termini que és la capacitat per crear treball de qualitat, l'indicador dinàmic d'èxit empresarial és independent del conglomerat a què pertanyi l'empresa.

Resumint, pel que fa l'obtenció de resultats i de recursos, es comprova que en general el Clúster 3 és el que millor es comporta per bé que en alguns casos importants, com ara la previsió d'obtenció de beneficis o l'evolució de la facturació, no hi ha diferències significatives entre grups.¹⁹⁹ El Clúster 1, com ja s'ha vist anteriorment, continua mostrant un comportament discret. Destaca, així mateix, la major capacitat per crear treball de qualitat del Clúster 2. Aquest resultat apunta a la capacitat competitiva d'aquestes empreses, que s'han format sense la tutela de Barcelona Activa i que són les més capaces (o les més interessades) en relacionar-se amb el món científic, a la vegada que tenen en la subcontractació un important canal de relació amb altres empreses.

Característiques dels tres clústers d'empreses: resum

Mitjançant l'anàlisi clúster hem identificat tres conglomerats d'empreses a partir de dues dimensions: el Mode de Relació amb l'Entorn (MRE) i l'activitat innovadora.

El primer conglomerat, Clúster 1, aglutina el 35,4% dels casos. En ell s'hi concentren les empreses de la mostra amb perfil més baix. El seu MRE és molt discret, amb baixos nivells de cooperació i baixos nivells de relació amb empreses i institucions de suport a l'emprenedoria. La innovació també és baixa. Es tracta d'empreses pertanyents a sectors de baix valor afegit; composades per personal relativament menys formats que la resta de conglomerats. L'ús que fan de les TIC és baix en relació a la resta d'empreses de la mostra; i entre els seus elements organitzatius no destaca pas el treball en xarxa. Pel que fa a l'obtenció de resultats (beneficis, evolució positiva de la facturació, indicador d'èxit empresarial), no es troben pas significativament per sota de la resta d'empreses. Malgrat això, mostren una menor capacitat d'obtenció de

¹⁹⁹ Aquests dos són indicadors conjunturals o de curt termini.

recursos tant en el curt termini (ràtio de facturació sobre nombre de treballadors/es) com en el mig termini (creació de treball de qualitat).

El Clúster 2, d'altra banda, presenta molts trets similars als valors mitjans de la mostra. La composició sectorial presenta una major proporció d'activitats de major valor afegit, amb una presència substantiva d'empreses del sector TIC i de serveis empresarials. Destaca l'elevat nivell de formació del seu capital humà, tant pel que fa a la composició dels treballadors/es com de l'emprenedor/a; fet que podríem relacionar amb la major capacitat (i interès) d'aquest col·lectiu per establir acords de cooperació amb el món científic. El MRE d'aquest conglomerat està basat, d'una banda, en una relació més intensa que la mitjana amb el món científic a través de la cooperació; i d'una altra, en la relació comercial amb altres empreses a través de la subcontractació. Principalment, el servei que més aprofiten de Barcelona Activa és la XarxActiva d'empreses per bé que aprofiten molt més que la resta els serveis d'altres organismes de suport a l'emprenedoria. Tot i que aquest no és el conglomerat de perfil més destacat, la competitivitat de les seves empreses es fa evident, també, per la seva capacitat per crear treball de qualitat (altament remunerat) i el bon comportament de la ràtio de facturació sobre el nombre de treballadors/es.

El tercer conglomerat, Clúster 3, agrupa el 32,6% restant de les empreses de la mostra. En termes del Mode de Relació amb l'Entorn (MRE), és el grup amb una taxa major de cooperació; presenta bons nivells de subcontractació i és el col·lectiu que desenvolupa activitats econòmiques amb competidors més assíduament. Són les empreses que més aprofiten l'entorn creat per Barcelona Activa i els serveis que presta a l'emprenedoria. Així mateix, és el conglomerat que més innova. D'altra banda, l'ús de les TIC es presenta de forma comparativament més intensa que en els altres dos grups, característica que previsiblement està lligada a l'elevat pes del sector TIC i el sector serveis empresarials. Finalment, destaca el bon comportament dels indicadors de generació de recursos (exportacions, creació de treball de qualitat, ràtio de facturació sobre el nombre de treballadors/es) que es comporten igual, o fins i tot millor, que els del Clúster 2. En resum, és el conglomerat que millors característiques presenta.

11.4. El paper de Barcelona Activa

Segons hem vist, al Clúster 2 la cooperació de base científica està vinculada amb la consecució de competitivitat i creació de treball de qualitat. D'altra banda, al Clúster 3 l'element central del Mode de Relació amb l'Entorn (MRE) és la relació intensa amb Barcelona Activa, en concret l'experiència de viver i la participació a la XarxActiva d'empreses. En aquest darrer cas, a més, la cooperació de base científica té una presència lleugerament superior a la mitjana de la mostra però inferior a la del Clúster 2.

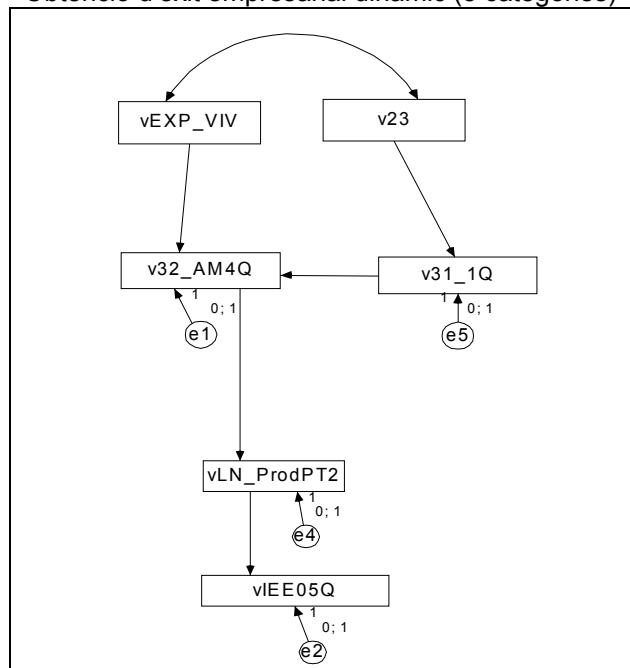
En el capítols anteriors hem comprovat la importància de la cooperació de base científica per a la innovació d'adaptació al mercat sustentada en l'ús de les TIC i per al rendiment. També hem vist com la cooperació de base científica es complementa amb altres elements de treball en xarxa per assolir millores en la competitivitat. També coneixem la importància de l'entorn d'innovació creat per Barcelona Activa i del profit que d'aquest en treuen determinades empreses en forma de capacitat per créixer i generar recursos (Castells i Vilaseca dirs, 2007; Lladós et al., 2009). En aquest context resulta pertinent validar els resultats ja coneguts amb la mostra actual, que és més àmplia, i determinar si totes dues dimensions de treball en xarxa, l'aprofitament de l'entorn i la cooperació de base científica, són complementàries o no.

Recordem, així mateix, que entenem l'establiment de relacions de col·laboració amb l'àmbit científic com un indicador de capacitat d'absorció ja que és necessari un cert grau de maduresa i un nivell determinat de capital humà per poder establir acords de cooperació amb el món científic. De forma similar, en analitzar el rol de Barcelona Activa entendrem que els instruments que aquesta institució posa a l'abast de les empreses novells les ajuda incrementar la seva capacitat d'absorció que, al seu torn, afavoreix la competitivitat empresarial. Centrarem l'atenció en el pas pels espais d'incubació de Barcelona Activa i la participació en la XarxActiva d'empreses. Aquestes dos són els principals instruments de què disposa aquesta institució per recolzar els negocis tant en la seva creació com en la seva consolidació. Pel que fa al primer, poder accedir a un espai en una incubadora o en un viver dona accés a elements tangibles i intangibles que ajuden a la supervivència del projecte empresarial (Gómez, 2002; EdAS, 2004; Urbano, 2005). Entre els elements tangibles hi ha la possibilitat d'emprar infraestructures i serveis en condicions econòmiques favorables; entre els intangibles, la pertinença a un entorn determinant, els contactes directes i informals amb altres empreses i amb la pròpia institució. La XarxActiva d'empreses

juga un paper important en aquest darrer aspecte ja que dinamitza la interacció entre empreses. Qualsevol empresa o emprenedor/a pot ser membre de XarxActiva independentment de la seva localització.

Per respondre la qüestió plantejada especificarem un model de camins crítics similars als dels apartats 10.4 i 10.5. Aquests models analitzen com una o més variables exògenes incideixen en els resultats empresarials a través de la innovació d'adaptació al mercat sustentada en l'ús de les TIC. En primer lloc, considerarem dues variables exògenes relacionades amb l'entorn d'innovació de Barcelona Activa: experiència de viver i participació a la XarxActiva. Si el paper d'aquestes dues característiques és rellevant, haurem d'obtenir un model significatiu a nivell global. A més, la influència de les dues exògenes sobre els resultats haurà de ser també positiva. En segon lloc ampliarem el model a estimar amb una tercera exògena, la cooperació amb el món científic, amb l'objectiu és determinar si les variables exògenes es complementen o si alguna desplaça la influència de les altres sobre la innovació d'adaptació al mercat o sobre els resultats empresarials.

Gràfic 11.1. Model M11.1.
Obtenció d'èxit empresarial dinàmic (3 categories)



Els elements que componen el primer model, model M11.1, es mostren al Gràfic 11.1 i a la Taula 11.14 (els resultats detallats es troben a l'annex A. 8.4). Direm que una empresa té experiència de viver (vEXP_VIV) si ha estat localitzada o encara està localitzada en els espais d'incubació de Barcelona Activa. D'altra banda, direm que

una empresa pertany a la XarxActiva d'empreses si així ho ha declarat en l'enquesta de manera que el que avaluem amb aquesta variable és la percepció de pertinença. La resta de variables del model han estat definides amb anterioritat (veure Capítol 10). Totes són dicotòmiques, de manera que s'ha optat per emprar l'estimació bayesiana MCMC. El model, que té 161 observacions a causa de la manca de valors en les dues variables de resultat, ha convergit en menys de 18.000 iteracions, assolint un p-valor a posteriori de 0,68.²⁰⁰

Tal i com es pot veure a la Taula 11.15 (pàgina 290), el model explica el 47,5% de la variabilitat de la productivitat aparent del treball (vLN_ProdPT2), i el 27,7% de la variabilitat de l'indicador d'èxit empresarial dinàmic (vIEE05Q). Aquests resultats indiquen que es tracta d'un model millorable, ja sigui perquè els indicadors de rendiment empresarial no són prou fins ja sigui perquè falten variables explicatives. En qualsevol cas, i malgrat aquest fet, entenem que el model serveix als nostres objectius i permet identificar les tendències de les influències entre les variables explicatives i explicades.

Taula 11.14. Variables en els models M11.1 i M11.2.

Nom	Etiqueta	Rol	Tipus	Model	
				M11.1	M11.2
v26_CCQ	Cooperació de base Científica per a la innovació	Exògena	Dicotòmica		X
vEXP_VIV	Experiència de viver	Exògena	Dicotòmica	X	X
V23	Participa a la XarxActiva d'empreses	Exògena	Dicotòmica	X	X
v31_1Q	Ha introduït innovacions de producte o servei amb el suport de les TIC	Intermèdia	Dicotòmica	X	X
v32_AM4Q	Ha obtingut resultats d'innovació: adaptació al mercat	Intermèdia	Dicotòmica	X	X
vLN_ProdPT2	Productivitat aparent del treball (en logaritmes)	Intermèdia	Contínua	X	X
vIEE05Q	Indicador d'èxit empresarial dinàmic (3 cat.)	Endògena	Politòmica	X	x

En primer lloc, tots els camins crítics del model tenen paràmetre significatiu i positiu, fet que confirma que recolzar-se en Barcelona Activa afavoreix els rendiments empresarials a través de la innovació d'adaptació al mercat sustentada en l'ús de les TIC (veure annex A. 8.4). A més, el model confirma que l'experiència de viver (vEXP_VIV) i la participació en la XarxActiva (v23) estan positivament correlades.²⁰¹

²⁰⁰ Veure comentaris sobre al respecte de la bondat de l'ajust del model als dos capítols anteriors.

²⁰¹ Correlació igual a 0,352, valor significatiu als nivells habituals (veure annex).

S'observa que la influència de l'experiència de viver en les variables de rendiment és superior a la influència de la participació en la XarxActiva d'empreses. D'altra banda, la participació en la XarxActiva d'empreses (v23) incideix sobre la innovació d'adaptació al mercat (v32_AM4Q) a través de la innovació desenvolupada amb el suport de les TIC (v31_1Q). No hi ha pas cap trajectòria significativa que uneixi v23 i v32_AM4Q, de manera que la primera només afecta la segona a través dels processos innovadors amb TIC.

Taula 11.15. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M11.1.

Group number 1. Standardized Total Effects (mean).					
	v23	vEXP_VIV	v31_1Q	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2
v31_1Q	0,247	0,000	0,000	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,078	0,288	0,316	0,000	0,000
vLN_ProdPT2	0,022	0,083	0,088	0,282	0,000
vIEE05Q	0,004	0,016	0,017	0,053	0,187

Paràmetres significatius al menys al 5%

Group number 1. Standardized Direct Effects (mean)					
	v23	vEXP_VIV	v31_1Q	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2
v31_1Q	0,247	0,000	0,000	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,000	0,288	0,316	0,000	0,000
vLN_ProdPT2	0,000	0,000	0,000	0,282	0,000
vIEE05Q	0,000	0,000	0,000	0,000	0,187

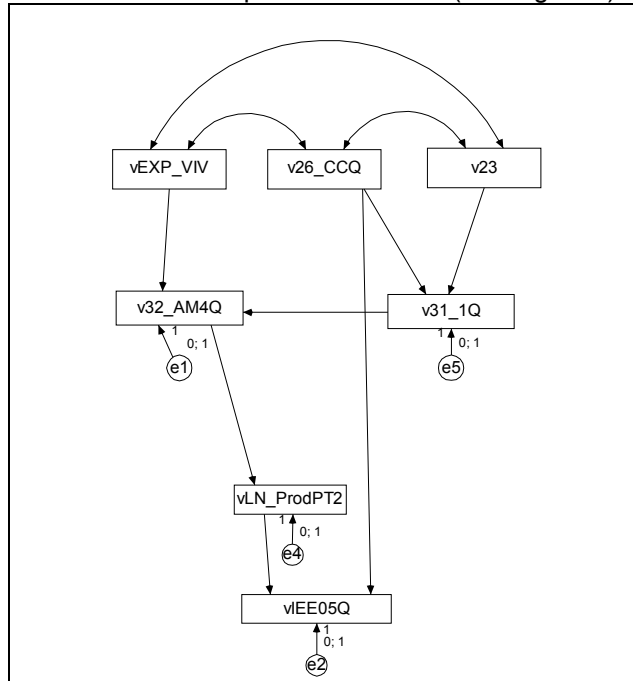
Group number 1. Standardized Indirect Effects (mean).					
	v23	vEXP_VIV	v31_1Q	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2
v31_1Q	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
v32_AM4Q	0,078	0,000	0,000	0,000	0,000
vLN_ProdPT2	0,022	0,083	0,088	0,000	0,000
vIEE05Q	0,004	0,016	0,017	0,053	0,000

Tanmateix, l'experiència de viver (vEXP_VIV) incideix directament sobre la innovació d'adaptació al mercat (v32_AM4Q) i no té cap trajectòria directa cap a v31_1Q. Podem entendre, per tot plegat, que l'associació existent entre les dues exògenes facilita que el model mostri, per a cadascuna de les dues, les trajectòries que amb més força influeixen sobre les dues variables d'innovació considerades. Finalment, el model explica el 68,2% de la variabilitat de v32_AM4Q. La principal influència és la forma d'innovar (v31_1Q presenta un efecte total estandarditzat igual a 0,316), seguida per l'experiència de viver (0,288).

Hem comprovat que l'aprofitament de l'entorn que crea Barcelona Activa afavoreix la innovació d'adaptació al mercat sustentada en l'ús de les TIC, i a través d'ella el rendiment empresarial, i per tant la competitivitat. Un cop vist això plantejem el model M11.2 (veure Gràfic 11.2, i Taula 11.16 i annex A. 8.4). per determinar si les dues

variables de relació intensa amb Barcelona Activa són complementàries, o substitutives, de la cooperació amb agents del món científic.

Gràfic 11.2. Model M11.2.
Obtenció d'èxit empresarial dinàmic (3 categories)



Taula 11.16. Efectes estandarditzats totals, directes i indirectes del model M11.2.

Group number 1. Standardized Total Effects (mean).							
	v26_CCQ	v23	vEXP_VIV	v31_1Q	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2	
v31_1Q	0,269	0,197	0,000	0,000	0,000	0,000	
v32_AM4Q	0,091	0,066	0,293	0,335	0,000	0,000	
vLN_ProdPT2	0,026	0,019	0,084	0,094	0,284	0,000	
vIEE05Q	0,232	0,003	0,015	0,017	0,052	0,181	

Paràmetres significatius al menys al 5%

Group number 1. Standardized Direct Effects (mean)							
	v26_CCQ	v23	vEXP_VIV	v31_1Q	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2	
v31_1Q	0,269	0,197	0,000	0,000	0,000	0,000	
v32_AM4Q	0,000	0,000	0,293	0,335	0,000	0,000	
vLN_ProdPT2	0,000	0,000	0,000	0,000	0,284	0,000	
vIEE05Q	0,227	0,000	0,000	0,000	0,000	0,181	

Group number 1. Standardized Indirect Effects (mean).							
	v26_CCQ	v23	vEXP_VIV	v31_1Q	v32_AM4Q	vLN_ProdPT2	
v31_1Q	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
v32_AM4Q	0,091	0,066	0,000	0,000	0,000	0,000	
vLN_ProdPT2	0,026	0,019	0,084	0,094	0,000	0,000	
vIEE05Q	0,005	0,003	0,015	0,017	0,052	0,000	

El Model M11.2 ha convergit en menys de 18.000 iteracions, assolint un p-valor a posteriori igual a 0,67.²⁰² El coeficients dels camins crítics són significatius i positius en tots els casos i s'observa que les dues exògenes del model M11.1, vEXP_VIV i v23, mantenen una influència similar sobre les dues variables de rendiment empresarial.

La cooperació de base científica (v26_CCQ) està positivament correlacionada amb la participació en la XarxActiva, per bé que no correla amb l'experiència de viver.²⁰³ La seva incorporació al model suposa un increment substantiu en la variabilitat explicada de l'indicador d'èxit empresarial dinàmic, que ara ascendeix al 50% (gairebé dobla el 27,7% del model M11.1); i un molt lleuger augment en el cas de la productivitat aparent del treball (50,7%). Segons els resultats vistos a l'apartat 11.3, les empreses més vinculades a Barcelona Activa són més madures de manera que el seu èxit es trasllada a la ràtio facturació per treballador/a (indicador que hem definit com productivitat aparent del treball i fa referència a l'exercici en curs) més que no pas a l'indicador d'èxit empresarial dinàmic, que també reflecteix l'obtenció de beneficis acompanyat per l'increment de la plantilla en relació a l'exercici anterior. Les empreses del clúster en què els acords de cooperació de base científica són els més importants són, també, més petites i més joves que les altres. Per tant, el seu bon rendiment influeix amb més força sobre l'indicador dinàmic.

En resum, observem que la presència de la cooperació de base científica en el model M11.2 no empitjora pas els estadístics de significació global del model envers el model M11.1, manté els signes esperats dels camins crítics, que són tots positius, i incrementa el percentatge explicat de la variància de l'endògena. Endemés, els resultats validen la importància de les tres exògenes considerades sobre la innovació d'adaptació al mercat sustentada en l'ús de les TIC. Finalment, les exògenes no es desplacen entre elles sinó que es complementen ja que, tal i com hem dit, la presència simultània d'experiència de viver, participació en la XarxActiva d'empreses i cooperació de base científica incrementa la variància explicada de l'endògena.

²⁰² Continuen essent vàlids els comentaris al respecte de l'ajust del model fets anteriorment.

²⁰³ Correlació amb v23 igual a 0,181, valor significativament diferent de zero a tots els nivells habituals. Correlació amb vEXP_VIV igual a 0,028, no significativa als nivells habituals (veure annex). Recordem que en aquest model el nombre total d'observacions és de 161 a causa dels valors perduts en les variables de rendiment.

11.5. Conclusions

A partir de l'anàlisi de conglomerats hem determinat l'existència de tres grups d'empreses en la mostra objecte d'estudi. Al Clúster 1 s'agrupen les empreses amb baix nivell d'innovació i baixa relació amb l'entorn que, a més, presenten el perfil més discret de la mostra pel que fa a l'obtenció de resultats empresarials. Al segon clúster les empreses innoven i es relacionen amb els agents de l'entorn força més que les del grup anterior, i destaquen perquè són les que tenen més vinculacions de cooperació amb el món científic. El tercer clúster, finalment, agrupa aquelles empreses que més estretament es relacionen amb Barcelona Activa, són les que comparativament més cooperen i més innoven. Els clústers 2 i 3 són els que millors indicadors de competitivitat obtenen, tot i que cadascun destaca en aspectes diferents. En concret, les empreses del clúster 3 són les que més exporten mentre que les del clúster 2 són les que més capacitat tenen per créixer i pagar sous elevats donant lloc al que hem anomenat creació de treball de qualitat o altament remunerat.

A partir dels resultats de l'anàlisi de conglomerats sorgeix la qüestió sobre si l'aprofitament de l'entorn d'innovació creat per Barcelona Activa i la cooperació de base científica es complementen o actuen com a substituïts. Mitjançant la modelització de camins crítics hem comprovat que els dos indicadors seleccionats de relació amb l'entorn d'innovació de Barcelona Activa, l'experiència de viver i la pertinença a la XarxaActiva d'empreses, influeixen positivament en el rendiment empresarial a través de la innovació d'adaptació a mercat sustentada en l'ús de les TIC.

L'aprofitament dels elements de l'entorn creat per Barcelona Activa i la cooperació de base científica no són pas substituïts. Quan totes dues característiques estan presents, la influència positiva sobre el rendiment de les empreses és fins i tot major que quan aquestes es consideren per separat, de manera que totes les variables exògenes contribueixen a la millora de la competitivitat de l'empresa. Com en el cas de les altres formes de cooperació (veure Capítol 9), la cooperació de base científica contribueix a millorar la influència d'altres formes de treball en xarxa.

En definitiva, podem dir que l'agència de desenvolupament local de Barcelona afavoreix la consolidació de les empreses des d'un vessant complementari a la cooperació de base científica. En concret, només un 22,8% de les empreses de la mostra que tenen experiència de viver també desenvolupen activitats de cooperació de base científica, independentment de la seva antiguitat. Es tracta, doncs, d'una opció

minoritària que representa escassament un 6,8% de la mostra. Es comprova que aquest reduït grup d'empreses s'ha conformat con un referent per a la pròpia institució municipal, així com per a la resta d'empreses que pertanyen a l'entorn d'innovació creat per Barcelona Activa.²⁰⁴

L'anàlisi clúster mostra que les empreses que opten principalment per la cooperació de base científica són més joves, tendeixen a ser més petites i acudeixen a aquest tipus de cooperació com a estratègia per recolzar el seu creixement. La cooperació de base científica esdevé un mecanisme rellevant per subsistir en el mercat. Les empreses que més s'aboquen a aquest tipus de cooperació estan en procés de consolidació, presenten un elevat grau d'usos TIC, tenen una elevada presència a Internet i estan especialitzades. D'altra banda, les empreses més vinculades a l'entorn d'innovació creat per Barcelona Activa són més madures, tendeixen a ser lleugerament més grans i el seu rendiment està més vinculat a l'indicador de rendiment referit a l'exercici en curs, és a dir la facturació per persona ocupada. També tenen una major presència als mercats internacionals. El bon comportament d'aquestes empreses era previsible atès que es tracta d'un col·lectiu que, en una gran proporció, ha passat pels espais d'incubació de Barcelona Activa.

En resum, podem concloure que la cooperació amb universitats i centres de recerca i la relació intensa amb Barcelona Activa són dues formes de treball en xarxa complementàries ja que la seva presència conjunta afavoreix la innovació i els bons resultats empresarials. Així mateix, podem dir que no només es complementen sinó que l'establiment d'una relació estreta amb Barcelona Activa i la cooperació de base científica es poden interpretar com estratègies alternatives per adquirir aquells elements relacionats amb la capacitat d'absorció que afavoreixen el rendiment empresarial i, en conseqüència, la competitivitat.

²⁰⁴ No indiquem els noms d'aquestes empreses per privacitat.

12 Conclusions

Tal i com les persones som individus socials que en general no podem viure de forma aïllada, les empreses també necessiten relacionar-se amb l'entorn per tal de desenvolupar-se com a organitzacions. Per tant, dir que les empreses no són illes (Håkansson i Snehota, 1989) és afirmar la necessitat de fer una bona gestió de les relacions amb els agents externs per tal d'obtenir-ne el màxim rendiment. La relació amb altres agents econòmics s'ha convertit en un element cada vegada més rellevant, i és precisament aquest aspecte el que hem estudiat en analitzar els factors de la competitivitat de les petites i micro empreses d'un entorn innovador com el que ha creat Barcelona Activa.

Per a l'anàlisi empírica hem disposat d'una mostra única d'empreses eminentment joves, que majoritàriament tenen una antiguitat màxima de 5 anys. Principalment pertanyen al sector serveis i estan configurades amb una elevada presència d'activitats de valor afegit. Per la seva especialització, es tracta de negocis on destaquen uns nivells de treball en xarxa i d'innovació superiors a la mitjana de l'economia catalana.

Un primer resultat obtingut és que les empreses que han establert acords de cooperació presenten una major propensió a innovar, tant si considerem la innovació com un resultat com si considerem la innovació com un procés, en aquest cas la innovació desenvolupada amb l'ús de les TIC.

Tanmateix, ni totes les formes de cooperació afavoreixen les mateixes innovacions ni totes les formes d'innovació milloren d'igual manera la competitivitat. Per aquesta raó seleccionem una tipologia concreta d'innovació, l'adaptació al mercat, perquè proporciona competitivitat en un entorn canviant com l'actual en què l'acceleració del canvi tecnològic, entre d'altres, fa que el cicle de vida dels productes sigui més curt. Diem que l'adaptació al mercat es produeix quan l'empresa amplia l'oferta de productes, béns o serveis, o respon més ràpidament a la demanda gràcies a l'activitat innovadora. D'altra banda, entre les diferents formes de cooperació per innovar comprovem que la que més afavoreix els resultats econòmics i d'innovació en el si de la mostra és la que s'estableix amb universitats i centres de recerca. Així, tot i que es tracta d'una opció minoritària, la cooperació de base científica enriqueix les altres tipologies d'acords per a la innovació.

Decidim, doncs, centrar l'anàlisi en la innovació d'adaptació al mercat i en la cooperació de base científica per tal de poder analitzar els seus determinants i els efectes que causen. Optem per aquesta estratègia atès que les reduïdes dimensions de la mostra no permetrien l'estudi conjunt en un únic model de les diferents categories disponibles d'innovació i de cooperació. L'alternativa possible seria considerar la innovació i la cooperació de forma agregada però es descarta perquè no permetria discriminar els efectes de cada tipus de cooperació i d'innovació sobre el rendiment empresarial.

A través de la innovació d'adaptació al mercat i dels processos innovadors que fan ús de les TIC, la cooperació de base científica influeix positivament en diferents indicadors de diversificació i de rendiment empresarial. Així, pel que fa a la diversificació de mercats, afavoreix la presència als mercats internacionals; la presència comercial a Internet (és a dir, les vendes *on line*); i l'obertura de nous canals de comercialització com a resultat de la innovació. Aquesta darrera, en concret, és complementària de la innovació d'adaptació al mercat. També afavoreix els diferents indicadors de rendiment empresarial emprats. En aquest sentit, hem considerat dos indicadors qualitius dinàmics que recullen la capacitat de l'empresa per millorar, d'un any per l'altre, els nivells d'ocupació amb un bon nivell salarial i la capacitat d'obtenir beneficis augmentant la facturació. També hem considerat un indicador no dinàmic, la productivitat aparent del treball que, per manca de dades més precises s'ha calculat com el quocient entre la facturació i el nombre de persones que treballen a l'empresa, en equivalent a temps complet. La influència sobre totes elles és positiva.

En general, l'efecte de la cooperació de base científica sobre les variables de diversificació de mercats i de rendiment està mediat, determinat, per la innovació. Dit d'una altra manera, si la cooperació de base científica no és capaç de generar innovació d'adaptació al mercat no afavorirà, tampoc, la competitivitat de l'empresa. Si aquesta cooperació no millora la posició de l'empresa en els mercats, no contribueix tampoc a l'obtenció de resultats ni a la competitivitat.

Així doncs, la trajectòria habitual uneix la cooperació de base científica amb els diferents indicadors de diversificació de mercats i de rendiment a través de la innovació d'adaptació al mercat sustentada en l'ús de les TIC. Però hi ha una excepció ja que la cooperació de base científica influeix directament en l'indicador dinàmic d'èxit empresarial. Aquest resultat indica dues coses:

- (a) no tota la competitivitat s'aconsegueix a través de la innovació d'adaptació al mercat, o fins i tot de la innovació en general; i
- (b) en aquests models, on participa com a exògena, la cooperació de base científica està exercint d'indicador de tots els elements que la determinen.

Hi ha, així mateix, altres elements que afavoreixen la competitivitat i que complementen el paper de la cooperació amb el món científic a través del canal ja vist, és a dir a través de la innovació d'adaptació al mercat sustentada en l'ús de les TIC. Es tracta d'altres formes de relació amb actors presents a l'entorn, en aquest cas agents econòmics. La primera és la subcontractació, independentment de si és l'empresa qui contracta o qui és contractada per desenvolupar una tasca externalitzada. La segona és l'orientació estratègica cap al marketing de relacions, és a dir cap a les relacions individualitzades amb clients. La presència de les dues, juntament amb la cooperació de base científica, influeixen positivament sobre els resultats empresarials, tot i que cadascuna d'elles presenta trajectòries d'influència diferenciades.

Tornant a la cooperació de base científica, l'estudi dels seus determinants mostra la importància de la capacitat d'absorció, tant interna com externa. La propensió a cooperar amb universitats i centres de recerca augmenta en fer-ho el nivell de formació del personal de l'empresa, quan existeix departament d'R+D+i i quan l'empresa es recolza i aprofita de forma intensa els serveis prestats per les institucions de suport a l'emprenedoria. La dimensió, finalment, també hi influeix positivament. Val a dir, però, que la manca d'informació al respecte no ens ha permès validar la influència de la pressió competitiva que exerceix l'entorn en l'establiment d'aquests acords de cooperació.

Podríem dir que, pel tipus d'interlocutor, la cooperació amb el món científic és més sofisticada que la cooperació amb clients, proveïdors o altres empreses. Els determinants de la cooperació de base científica, juntament amb les característiques de les empreses de la mostra que desenvolupen aquests tipus d'acords, suggereixen que l'establiment d'acords de cooperació amb el món científic és un indicador de capacitats o competències internes. En concret, així ho suggereix la vinculació directa existent entre la cooperació de base científica i l'indicador dinàmic d'èxit empresarial present en la majoria de models de camins crítics estimats. Per aquesta raó considerarem que en el si de la mostra objecte d'estudi la cooperació de base científica és, també, un indicador de capacitat d'absorció. Les empreses que cooperen

amb universitats i centres de recerca mostren que, en general, tenen capacitat per reconèixer i avaluar el coneixement extern, assimilar-lo i convertir-lo en innovacions o en bons resultats empresarials.

En el darrer pas de l'anàlisi empírica hem volgut verificar la hipòtesi segons la qual la forma en què les empreses es relacionen amb l'entorn i aprofiten els recursos externs està vinculada amb l'activitat innovadora i amb les seves característiques estructurals i organitzatives. Mitjançant una anàlisi clúster es comprova que les empreses de la mostra responen a tres perfils diferenciats en funció de dues dimensions: d'una banda la forma com es relacionen amb l'entorn; i d'una altra, l'obtenció d'innovacions. En el primer clúster s'agrupen aquelles que, en termes relatius, presenten un perfil més baix tant pel que fa a les dues dimensions considerades com pel que fa al rendiment empresarial i a les activitats de valor afegit.

En els altres dos perfils es concentren les empreses de la mostra que més treballen en xarxa, per bé que cadascú presenta estratègies de relació amb l'entorn diferenciades. Els dos clústers estan per sobre de la mitjana de la mostra en termes de rendiment, de nivells de formació, d'ús de les tecnologies de la informació i les comunicacions i, per tant, d'ús i comprensió del coneixement que aquestes incorporen. La principal diferència és que el clúster número dos coopera més amb el món científic; aprofita el recolzament institucional tant dins com fora de Barcelona activa; i té més vinculacions de subcontractació, de manera que participa de forma més intensiva en xarxes de tipus vertical. El tercer clúster, finalment, és el que més innova i el que més coopera, excepte en cooperació de base científica. Es tracta del col·lectiu més estretament vinculat a Barcelona Activa, tant en termes d'accés als espais físics d'incubació com als virtuals i la resta de serveis.

Sembla clar, a la vista d'aquests resultats, que la cooperació de base científica és l'indicador d'un tipus d'estratègia empresarial, de la qual ja hem analitzat els seus determinants i alguns dels efectes. L'altra estratègia detectada és l'aprofitament de l'entorn d'innovació creat per Barcelona Activa que, tal i com també hem comprovat, afavoreix l'obtenció de rendiment empresarial a través de la innovació d'adaptació al mercat sustentada en l'ús de les TIC. Per validar aquesta relació s'han emprat dos indicadors de relació intensa amb Barcelona Activa, l'experiència de viver i la participació en la XarxaActiva d'empreses. Una empresa amb experiència de viver és aquella que ha estat localitzada o actualment està ubicada en els espais d'incubació de l'agència de desenvolupament local de Barcelona. La participació en la XarxaActiva

d'empreses és, d'altra banda, una variable obtinguda de la declaració de les empreses de manera que denota una percepció de pertinença a aquest col·lectiu, aquesta xarxa, gestionada i dinamitzada per la mateixa entitat pública.

L'aprofitament de l'entorn d'innovació creat per Barcelona Activa i la cooperació de base científica es complementen propiciant, de forma conjunta, la innovació d'adaptació al mercat sustentada en l'ús de les TIC i l'obtenció de bons resultats empresarials. Les empreses que més vinculades estan amb Barcelona Activa han obtingut suport, formació, recursos i altres eines de la seva relació amb l'entorn d'innovació de manera que podem pensar que, igual que en el cas de la cooperació de base científica, els indicadors respectius (participació a la XarxActiva d'empreses i, en particular, experiència de viver) són també indicadors de la capacitat d'absorció d'aquests negocis, tal i com es pot desprendre de l'anàlisi clúster en analitzar les característiques de les empreses que els conformen.

Els resultats obtinguts verifiquen, en general, les principals hipòtesis que articulen la recerca per bé que també ens suggereixen la necessitat de modificar-ne alguna i plantejar-ne de noves. Així, en primer lloc hem contrastat un resultat conegut i habitual a la literatura:

H1: La cooperació és un determinant de la innovació.

Més en concret, hem falsat la transcendència de la cooperació de base científica com a determinant de la innovació, tot i que també hem vist que la influència és diferent, en magnitud i en la forma com es transmet, en funció del tipus d'innovació. En conseqüència reformulem la segona hipòtesi:

H2: En el context de la mostra objecte d'estudi, la cooperació de base científica té una rellevància especial com a element afavoridor d'algunes formes d'innovació. La forma i la intensitat de la influència varia en funció del tipus d'innovació.

Aprofundint més en el tema, també hem verificat que:

H3: Entre els determinants de la cooperació de base científica, la capacitat d'absorció definida aquesta tant per factors externs com interns a l'organització, és d'especial importància. En conseqüència, les empreses que cooperen amb universitats i centres de recerca presenten característiques estructurals i organitzatives diferenciades.

A partir de la hipòtesi H2 i de l'evidència empírica obtinguda adaptem la formulació de la quarta hipòtesi de treball, que queda com segueix:

H4: La innovació d'adaptació al mercat sustentada en la cooperació de base científica facilita la diversificació i contribueix a millorar el rendiment empresarial.

D'altra banda hem pogut verificar la darrera hipòtesi plantejada:

H5: La forma en què l'empresa es relaciona amb l'entorn i aprofita els recursos externs està vinculada amb la seva activitat innovadora i amb les seves característiques estructurals i organitzatives. Per tant, empreses diferents es recolzaran en tipus diferents d'agents i institucions per tal de ser més competitives a través de la innovació.

Finalment, els resultats obtinguts també suggereixen que:

L'establiment d'acords de cooperació per innovar amb el món científic i l'existència de lligams de relació forts amb Barcelona Activa són, en el context de la mostra objecte d'estudi, dos indicadors complementaris de la capacitat d'absorció de les empreses.

En conseqüència podem dir que la contribució de la nostra recerca a la literatura econòmica es pot resumir en tres grans punts relatius a l'evidència empírica obtinguda gràcies a la metodologia emprada. En primer lloc hem pogut analitzar i establir les trajectòries a través de les quals operen alguns determinants seleccionats de la competitivitat. En concret, cal destacar que la importància de la cooperació amb el món científic es verifica en el si d'un entorn innovador creat per Barcelona Activa, un referent a nivell internacional, que treballa des de l'àmbit de l'administració pública local i que no forma part del sistema universitari.

En segon lloc, hem confirmat que la innovació, procés complex, no lineal, en xarxa i que condiona i està condicionat per la trajectòria prèvia de l'organització, depèn de diferents determinants en funció de les característiques de les empreses. En concret hem estudiat la innovació d'adaptació al mercat, que és aquella gràcies a la qual l'empresa amplia la seva oferta o dona una resposta més ràpida a la demanda. I hem comprovat que hi ha empreses que opten per la cooperació de base científica per adaptar-se al mercat mitjançant la innovació, mentre que d'altres se sustenten en elements de xarxa propis de l'entorn en què estan arrelades. Cada tipologia d'empresa, doncs, sustenta la seva innovació en aquells elements que millor s'adiuen

a les seves característiques; és a dir als actius i recursos propis, les competències o capacitats internes, les relacions de xarxa, i l'orientació estratègica. En concret, les més joves opten per la cooperació amb institucions científiques per créixer de forma rendible. Aquestes innovacions radicals per part de les empreses intensives en coneixement permeten crear treball de remuneració elevada. Les més madures de la mostra, per la seva banda, continuen vinculades a Barcelona Activa i aprofiten els recursos que aquest entorn d'innovació posa al seu abast per continuar obtenint bons resultats.

En tercer lloc hem aprofundit en l'estudi de la capacitat d'absorció de les empreses de reduïdes dimensions. A més de confirmar alguns resultats habituals, hem contribuït a la discussió sobre els seus determinants verificant que, en el cas d'aquesta mostra de micro i petites empreses, la dimensió de l'empresa hi influeix de forma directa ja que l'aportació de cada individu a la base de coneixement de l'organització és significativa i rellevant. D'altra banda, podem dir que l'establiment d'una relació estreta amb l'entorn creat per Barcelona Activa i la cooperació de base científica són formes de treball en xarxa complementàries. Així mateix, aquestes es poden interpretar com estratègies alternatives per adquirir aquells elements relacionats amb la capacitat d'absorció que afavoreixen el rendiment empresarial i, en conseqüència, la competitivitat.

Finalment, i a nivell metodològic, l'ús de models d'equacions estructurals permet l'especificació de relacions causals multinivell i, per tant, l'estimació dels efectes directes i indirectes entre variables. A més l'estimació bayesiana MCMC (Cadenes de Markov Monte Carlo) ens ha permès tractar dades qualitatives, habituals quan l'objecte d'estudi són empreses de petites dimensions. La possibilitat de disposar d'aquesta informació enriqueix l'anàlisi, fet d'especial importància en el cas que ens ocupa.

A partir dels resultats obtinguts es poden inferir algunes implicacions per a la pràctica empresarial i per a la política de recolzament de les petites i micro empreses. En primer lloc sembla clara la necessitat de formar part o constituir xarxes estratègiques d'innovació, però cada empresa ha de construir la seva xarxa en funció de les característiques estructurals, l'estratègia i les capacitats internes. En el nostre cas hem detectat dues estratègies diferenciades de treball en xarxa, una que es recolza bàsicament en l'entorn propiciat per Barcelona Activa i una altra que es recolza en la cooperació de base científica. Les relacions en xarxa han de respondre a una orientació estratègica i, tant si es tracta de vinculacions formals com informals o de lligams forts o febles, la xarxa ha de ser operativa i funcional per a l'organització.

De la mateixa manera que no hi ha una prescripció única per innovar (Hobday, 2005) tampoc no hi ha una prescripció única per aprofitar els elements de l'entorn a través de l'establiment de relacions de xarxa. Per aquesta raó els organismes de suport a les petites i micro empreses han de posar a l'abast dels seus responsables els instruments necessaris per establir i gestionar relacions amb altres agents econòmics de manera que siguin els emprenedors i les emprenedores qui, en última instància, prenguin les decisions al respecte.

En segon lloc, el resultat segons el qual la cooperació de base científica i el suport de Barcelona Activa són alternatives estratègiques complementàries suggereix la necessitat d'aprofundir en la creació de sinèrgies entre les institucions que presten serveis i donen suport a l'emprenedoria. De fet, al clúster dos es comprova que les empreses que més cooperen amb el món científic són les que més s'han recolzat en les institucions de suport. La creació de sinèrgies i la compartició d'informació encara més efectiva entre aquestes institucions podria contribuir a minvar els costos de transacció associats a l'existència d'un gran nombre d'interlocutors, que en el cas de les organitzacions molt petites pot suposar la impossibilitat d'accedir-hi.

En síntesi, la relació amb universitats i altres centres de recerca surt a compte si es concreta en innovacions. La innovació és, en definitiva, la que afavoreixen els resultats empresarials, la capacitat d'adaptació als mercats i la posició competitiva dels negocis. Hem comprovat que aquest resultat també es produeix en entorns no universitaris, i en aquest context hem vist que és necessari disposar de suficient nivell de formació en la plantilla, activitat d'R+D, i finalment cal fer un bon aprofitament de l'entorn d'innovació en què l'empresa desenvolupa la seva activitat. La cooperació de base científica, doncs, contribueix a l'obtenció de rendiment i a la creació de treball de remuneració alta mitjançant la innovació, sempre i quan les empreses disposin d'una capacitat suficient per aprofitar-la.

Els resultats obtinguts constitueixen una aportació empírica al coneixement dels processos innovadors en les petites i micro empreses, i arran dels mateixos s'obren noves preguntes al voltant de les quals cal continuar investigant per tal de contribuir a la literatura en aquest camp. En concret, esperem que aquesta recerca contribueixi a millorar el coneixement disponible sobre les relacions estructurals i causals existents entre les diferents formes de treball en xarxa, la innovació i el rendiment i la competitivitat empresarials.

13 Futures línies de treball

A partir dels resultats obtinguts es plantegen dues línies futures de recerca diferenciades. La primera passa per aprofundir en l'anàlisi de la mostra d'empreses objecte d'estudi, mentre que la segona seria replicar l'anàlisi en altres entorns de característiques similars a l'estudiat.

Respecte de la mostra objecte d'estudi, i a la vista dels resultats obtinguts, resultaria pertinent estudiar les empreses consolidades de la mostra, és a dir les que tenen tres o més anys d'antiguitat. Seria interessant aprofundir en l'anàlisi sobre com han emprat la cooperació, en especial la cooperació de base científica, i els recursos disponibles a l'entorn d'innovació de Barcelona Activa i comparar la situació amb el conjunt de la mostra per tal de determinar si s'està produint algun patró de comportament significativament diferent. En concret resultaria rellevant determinar si la cooperació amb universitats i centres de recerca juga un paper significatiu en el creixement i la consolidació de les empreses.

D'altra banda, l'estudi de cas que hem desenvolupat al llarg d'aquesta recerca es pot complementar i nodrir replicant la mateixa anàlisi en altres entorns creats per administracions públiques o per institucions universitàries l'objectiu dels quals sigui recolzar els processos de creació i consolidació de les empreses. La reproducció del mateix estudi hauria de permetre verificar l'existència de tendències comunes o, alternativament, la identificació d'especificitats pròpies de cadascun dels entorns en la forma com les empreses aprofiten les relacions en xarxa amb diferents agents per tal d'innovar i millorar la seva posició competitiva als mercats. Seria interessant, finalment, explorar la possibilitat d'obtenir dades més precises per calcular el rendiment empresarial.

En aquest cas, per homogeneïtzar les observacions en el temps, seria recomanable replicar també la recerca a l'entorn de Barcelona Activa. Això ens permetria, en aquest cas concret, fer una anàlisi dinàmica del comportament de les empreses que responguessin les dues onades.

14 Bibliografia

- Acs, Z. J.; Audretsch, D. B. (2003): Innovation and Technological Change, Acs, Z. J. and Audretsch, D. B. (eds.): Handbook of Entrepreneurship Research, Kluwer Academic Publishers, London, 55–79.
- Adams, J. D. (1990): Fundamental stocks of knowledge and productivity growth, *Journal of Political Economy*, 98, 673-702.
- Aghion, P.; Howitt, P. (1992): A model of growth through creative destruction, *Econometrica*, 60, 323–351.
- Akaike, H. (1974): A new look at the statistical model identification, *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19,6, 716–723.
- Albert, J. H.; Chib, S. (1993): Bayesian analysis of binary and polychotomous response data, *Journal of the American Statistical Association*, 88, 669-679.
- Amir, R.; Evstigneev, I.; Wooders, J. (2003): Noncooperative versus cooperative R&D with endogenous spillover rates, *Games and Economic Behavior*, 42, 184–207.
- Amit, R.; Schoemaker, P. (1993): Strategic assets and organizational rent. *Strategic Management Journal* 14,1, 33–46.
- Andersen, E. S. (1996): *Evolutionary Economics: Post-Schumpeterian Contributions*, Routledge.
- Angel D. (2002): Inter-firm collaboration and technological development partnerships within US manufacturing industries, *Regional Studies* 36, 333–344.
- Arbuckle, J. L. (2006): *Amos7.0 User's Guide*, Amos Development Corporation, SPSS.
- Arbussà, A.; Coenders, G. (2005): Innovation strategies in the presence of technology markets: evidence from Spanish innovative firms, WP 15, July, Dept. Economics, University of Girona, 28p. (<http://www.recercat.net/bitstream/2072/2232/1/n15.pdf>, juliol 2008)
- Arndt, O.; Sternberg, R. (2000): Do Manufacturing Firms Profit from Intraregional Innovation Linkages? An Empirical Based Answer, *European Planning Studies*, 8, 4, 465-485.
- Arora, A.; Gambardella, A. (1994): Evaluating technological information and utilizing it. Scientific knowledge, technological capability, and external linkages in biotechnology, *Journal of Economic Behavior and Organization*, 24, 91-114.
- Arrow, K. J. (1962): Economic welfare and the allocation of resources for invention, Nelson, R. R. (ed.): *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press.
- Arthur, W. B. (1989): Competing Technologies, Increasing Returns, and Lock-in by Historical Events, *Economic Journal*, 99, 116-31.
- Arthur, W. B. (1990): Positive Feedbacks in the Economy, *Scientific American*, 262, 92-99.
- Arthur, W. B. (1994): *Increasing Returns and Path Dependency in the Economy*, Ann Arbor, University of Michigan Press.
- Arundel, A.; Geuna, A. (2004): Proximity and the use of public science by Innovative European firms, *Economics of Innovation and New Technology* 13, 559–580.

- Audretsch, D. B.; Feldman, M. P. (2003): Small-Firm Strategic Research Partnerships: The Case of Biotechnology, *Technology Analysis & Strategic Management*, 15, 2, 273-288.
- Audretsch, D. B.; Thurik, A. R. (2001): What's New about the New Economy?, *Sources of Growth in the Managed and Entrepreneurial Economies; Industrial and Corporate Change*, 2001, 10, 1, 267-315; reproduit a Audretsch, D. B (ed.) (2003): *SMEs in the Age of Globalization*; Edward Elgar.
- Augsdorfer, P. (2005): Bootlegging and Path Dependency, *Research Policy*, 34, 1-11.
- Aydalot, P. (ed.) (1986): *Milieux innovateurs en Europe*, Paris, Gremi.
- Azagra-Caro, J. M.; Archontakis, F.; Gutiérrez-García, A.; Fernández-de-Lucio, I. (2006): Faculty support for the objectives of university–industry relations versus degree of R&D cooperation: The importance of regional absorptive capacity, *Research Policy*, 35, 37-55.
- Babakus, E.; Yavas, U.; Haahti, A. (2006): Perceived uncertainty, networking and export performance: A study of Nordic SMEs, *European Business Review*, 18, 1, 4-13.
- Backhaus, J. G. (ed.) (2003): *Joseph Alois Schumpeter: entrepreneurship, style and vision, European heritage in economics and the social sciences Series*, vol. 1, Kluwer Academic Publishers.
- Bain J. (1956): *Barriers to New Competition*. Harvard University Press: Cambridge, MA.
- Barney J. B. (1986a): Strategic factor markets: expectations, luck and business strategy, *Management Science* 32, 1231–1241.
- Barney J. B. (1986b): Organizational culture: can it be a source of competitive advantage? *Academy of Management Review* ,11, 3, 656–665.
- Barney, J. B. (1991): Firm resources and sustained competitive advantage, *Journal of Management*, 17, 99–120.
- Barringer, B. R.; Harrison, J. S. (2000): Walking a Tightrope: Creating Value through Interorganizational Relationships, *Journal of Management*, 26,3, 367-403.
- Barro, R. (1991): Economics of growth in a cross-section of countries, *Quarterly Journal of Economics*, 106, 2, 407-443.
- Baum, J. A. C.; Calabrese, T.; Silverman, B. S. (2000): Don't go it alone: Alliance network composition and startups' performance in Canadian biotechnology, *Strategic Management Journal*, 21, 267–294.
- Baumol, W. J. (2002): *The Free-market Innovation Machine: Analyzing the Growth Miracle of Capitalism*, Princeton University Press.
- Bayona, C.; García Marco, T.; Huerta, E. (2001): Firms' motivations for cooperative R&D: an empirical analysis of Spanish firms, *Research Policy*, 30, 1289-1307.
- Bayona, C.; García Marco, T.; Huerta, E. (2003): ¿Cooperar en I+D? Con quién y para qué, *Revista de Economía Aplicada*, 31, 103-134.
- Becattini, G. (1979): Dal Settore Industriale al Distretto Industriale. Alcune considerazioni sull'unità di indagine dell'economia industriale, *Revista di Economia e Politica Industriale*, 1, 1–8.
- Becker, W.; Dietz, J. (2004): R&D cooperation and innovation activities of firms—evidence for the German manufacturing industry, *Research Policy*, 33, 209–223.

- Belderbos, R.; Carree, M.; Diederer, B. Lokshin, B.; Veugelers R. (2004): Heterogeneity in R&D cooperation strategies, *International Journal of Industrial Organization*, 22, 1237-1263.
- Benavente, J. M. (2006): The Role of Research and Innovation in Promoting Productivity In Chile. *Economics of Innovation and New Technology*, 2006, 15, 301-315.
- Berger, J. O. (1985): *Statistical decision theory and Bayesian analysis*, Springer-Verlag.
- Bernardo, J. M.; Smith, A. F. M. (2000): *Bayesian Theory*, John Wiley & Sons, reprinted 2004.
- Bhattacharya, R. N.; Waymire E. C. (1990): *Stochastic Processes with Applications*, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics – Applied Probability and Statistics, John Wiley & Sons.
- Biggadike, R. (1979): The risky business of diversification, *Harvard Business Review* 57, 103-111.
- Birch, D. L. (1981): Who Creates Jobs?, *The Public Interest*, 65, 3-14.
- Birch, D. L. (1987): *Job creation in America :How our smallest companies put the most people to work*, New York, Free Press.
- Bollen, K. A. (1989): *Structural Equations with Latent Variables*, New York, Wiley-Interscience.
- Bönte, W.; Keilbach, M. (2005): Concubinage or marriage? Informal and formal cooperation for innovation, *International Journal of Industrial Organization*, 23, 279-302.
- Boomsma, A. (2000): Reporting analyses of covariance structures, *Structural Equation Modeling*, 7, 461-483.
- Bosch, van den F. A. J.; Wijk, van R.; Volverda, H. W. (2003): Absorptive Capacity: Antecedents, Models and Outcomes, Easterby-Smith, M.; Lyles, M. A. (eds.): *Blackwell Handbook of Organizational Learning and Knowledge Management*, Blackwell.
- Bougrain, F.; Haudeville, B. (2002): Innovation, collaboration and SMEs internal research capacities, *Research Policy*, 31, 735-747.
- Boyle, B.; Kumar, V.; Kumar, U. (2006): Determinants of integrated product development diffusion, *R&D Management*, 36, 1, 37-54.
- Breschi, S.; Malerba, F. (1997): Sectoral innovation systems, Edquist, C. (ed.): *Systems of innovation: Technologies, institutions and organizations*, London, Pinter Publishers.
- Buesa, M.; Baumert, T.; Heijs, J.; Martínez, M. (2002): Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico, *Economía Industrial*, 347, V, 67-84.
- Busom, I.; Fernández-Ribas, A. (2008): The impact of firm participation in R&D programmes on R&D partnerships, *Research Policy*, 37, 240-257.
- Byrne, B. M. (2001): *Structural equation modeling with AMOS: basic concepts, applications and programming*, Lawrence Erlbaum Associated.
- Camisón, C.; Forés, B. (2007): Factores antecedentes de la capacidad de absorción de conocimiento: un estudio teórico, Mercado Idoeta, C. (ed.): *Empresa Global y Mercados Locales: XXI Congreso Anual AEDEM. Comunicaciones*, Universidad Rey Juan Carlos I, Madrid, 6-8 Junio; vol. 2, p.48-65 (<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2527666>, juliol, 2008).

- Carlsson B.; Jacobsson, S. (1997): Diversity Creation and Technological Systems: A Technology Policy Perspective, Edquist C. (ed.): Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations, London: Pinter Publishers.
- Carmeli, A.; Meitar, R.; Weisberg, J. (2006): Self-leadership skills and innovative behavior at work, *International Journal of Manpower*, 27, 1, 75-90.
- Casper, S.; Waarde, van F. (eds.) (2005): Innovation and Institutions: A Multidisciplinary Review of the Study of Innovation System, Edward Elgar.
- Cassiman, B. (1999): Cooperación en investigación y desarrollo. Evidencia para la industria manufacturera española, *Papeles de Economía Española*, 81, 143-154.
- Cassiman, B.; Veugelers, R. (2000): External technology sources: embodied or disembodied technology acquisition, Working Paper, UPF, 444.
- Cassiman, B.; Veugelers, R. (2002): R&D Cooperation and Spillovers: Some Empirical Evidence from Belgium, *American Economic Review*, 92, 4, 1169–1184.
- Cassiman, B.; Veugelers, R.; Zuniga, P. (2006): In search of performance effects of (in) direct industry science links, MSI 0610, Department of Managerial Economics, Strategy and Innovation (MSI), Faculty of Economics and Applied Economics, Katholieke Universiteit Leuven (http://www.econ.kuleuven.be/fetew/pdf_publicaties/MSI_0610.pdf, juliol 2008)
- Castells (2000): *The Rise of the Network Society*, second edition., Oxford, Blackwell.
- Castells, M.; Vilaseca, J. (dirs.) (2006): Entorn innovador, iniciativa emprendedora i desenvolupament local: Una anàlisi de les empreses creades amb el suport de Barcelona Activa, Informe de Recerca, IN3 – UOC, maig, 327 p.
- Castells, M.; Vilaseca, J. (dirs.) (2007): Entorn innovador, iniciativa emprendedora i desenvolupament local, Ed. Octaedro, Barcelona.
- Caves, R. E. (1998): Industrial Organization and New Findings on the Turnover and Mobility of Firms, *Journal of Economic Literature*, 36, 4, 1947–1982.
- Caves, R. E.; Porter, M. E. (1978): Market Structure, Oligopoly, and Stability of Market Shares, *Journal of Industrial Economics*, 26, 289–314.
- Cefis, E.; Ciccarelli, M. (2005): Profit Differentials and Innovation, *Economics of Innovation and New Technology*, 14, 43-61.
- Chib, S.; Greenberg, E. (1995): Understanding the Metropolis-Hastings Algorithm, *The American Statistician*, 49, 4, 327-335.
- Clark, G. L.; Feldman, M. P.; Gertler, M. S. (eds.) (2003): *The Oxford Handbook of Economic Geography*, Oxford University Press.
- Cliquet, G.; Hendrikse, G.; Tuunanen, M.; Windsperger, J. (eds.) (2007): *Economics and Management of Networks: Franchising, Strategic Alliances, and Cooperatives*, Phisica-Verlag, Heidelberg.
- Coase, R. H. (1937): The nature of the firm, *Economica*, 4, 386-405.
- Cohen, W. M.; Florida, R.; Randazzese, L.; Walsh, J. (1998): Industry and the Academy: uneasy patterns in the cause of technological advance, Noll, R. (ed.): *Challenges to the research university*, Brookings Institution.
- Cohen, W. M.; Levinthal, D. A. (1989): Innovation and Learning: The Two Faces of R&D, *The Economic Journal*, 99, 569-596.

- Cohen, W. M.; Levinthal, D. A. (1990): Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, *Administrative Science Quarterly*, 35, 128-152.
- Cohen, W. M.; Levinthal, D. A. (1994): Fortune favours the prepared firm, *Management Science*, 40, 227-251.
- Cohen, W. M.; Nelson, R. R.; Walsh, J. P. (2002): Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D, *Management Science*, 48, 1, 1–23.
- Collins, D. (1994): How valuable are organizational capabilities?, *Strategic Management Journal*, 15, 143–152.
- Colombo, M. G.; Garrone, P. (1996): Technological cooperative agreements and firm's R & D intensity. A note on causality relations, *Research Policy*, 25, 6, 923-932.
- Cooke, P.; Wills, D. (1999): Small Firms, Social Capital and the Enhancement of Business Performance through Innovation Programmes, *Small Business Economics*, 13, 3, 219-234.
- Coombs, J. E.; Bierly, P. E. III (2006): Measuring technological capability and performance, *R&D Management*, 36, 4, 421-438.
- Cordella, A. (2001): Does Information Technology Always Lead to Lower Transaction Costs?, The 9th European Conference on Information Systems, Bled, Slovenia, 27-29 June (<http://is2.lse.ac.uk/asp/aspecis/20010024.pdf>, juliol, 2008).
- Coriat, B.; Weinstein, O. (2002): Organizations, firms and institutions in the generation of innovation, *Research Policy*, 31, 2, 273-290.
- Coviello, N.; Winklhofer, H.; Hamilton, K. (2006): Marketing practices and performance of small service firms, *Journal of Service Research*, 9, 1, 38-58.
- Crépon, B.; Duguet, E. and Mairesse, J. (1998): Research, Innovation, and Productivity: an Econometric Analysis at the Firm Level, *Economics of Innovation and New Technology*, 7, 2, 115–158.
- Dahl, M. S. (2001): What is essence of geographic clustering, paper presented in the DRUID Nelson & Winter Conference, 12-15 juny, Aalborg, Dinamarca.
- DeBresson, C.; Amesse, F. (1991): Networks of innovators. A review and introduction to the issue, *Research Policy*, 20, 363-379.
- Dhanaraj C.; Parkhe, A. (2006): Orchestrating innovation networks, *Academy of Management Review*, 31, 3, 659-669.
- Dixit, A. K.; Sitglitz, J. E. (1977): Monopolistic competition and optimum product diversity, *American Economic Review*, 67, 3, 297-308.
- Donselaar, P.; Erken, H.; Klomp, L. (2004): R&D and innovation: drivers of productivity growth; Gelauff, G. M. M. ; Klomp, L. ; Raes, S.; Roelandt, T. (eds.): *Fostering productivity: patterns, determinants, and policy implications*, Amsterdam, Boston Elsevier, p. 75-91.
- Dosi, G (1984): *Technical change and economic performance*, London, Macmillan.
- Dosi, G. (1988): Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation, *Journal of Economic Literature*, 26, 3, 1120-1171.
- Dunson, D. B. (2000): Bayesian latent variable models for clustered mixed outcomes, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 62, 355-366.

- Dutta, D.; Magableh, I. (2006): A Socio-Economic Study of the Borrowing Process: The Case of Microentrepreneurs in Jordan, *Applied Economics*, 38, 1672-40.
- Duysters, G.; Lokshin, B. (2007): Determinants of alliance portfolio complexity and its effect on innovative performance of companies, UNU-MERIT Working Paper Series, 2007-033, (<http://www.merit.unu.edu/publications/wppdf/2007/wp2007-033.pdf>, novembre 2007).
- Dyer, J. H.; Nobeoka, K. (2000): Creating and managing a high-performance knowledge-sharing network: The Toyota case, *Strategic Management Journal*, 21, 345-367.
- EdAS (2004): Anàlisi del grau de supervivència de les empreses usuàries del viver d'empreses de Barcelona Activa (1998-2003), Espai d'Anàlisi Social, SLL.
- Edquist, C. (1997): Systems of Innovation Approaches – Their Emergence and Characteristics, Edquist, C. (ed.): *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, London: Pinter, 1-35.
- Eisenhardt, K.; Schoonhoven, C. (1996): Resource-based view of strategic alliance formation: strategic and social effects in entrepreneurial firms, *Organization Science*, 7, 136-150.
- Encaoua, D.; Hall, B. H.; Laisney, F.; Mairesse, J. (2000): The economics and econometrics of innovation: Overview. Encaoua, D.; Hall, B. H.; Laisney, F.; Mairesse, J. (eds.): *The economics and econometrics of innovation*, Boston, Kluwer Academic Publishers, 1-25.
- Eurostat (2006): Fourth community innovation survey, Eurostat Metadata in SDDS format: Summary Methodology, 23 d'octubre (http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_SD/DS/EN/inn_cis4_sm1.htm, juliol 2008)
- Evangelista, E. R.; Mastrostefano, V. (2006): Firm Size, Sectors and Countries as Sources of Variety in Innovation, *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 247-270.
- Fagerberg, J. (2003): Schumpeter and the revival of evolutionary economics: an appraisal of the literature, *Journal of Evolutionary Economics*, 13, 125-159.
- Fagerberg, J. (2005): *Innovation: A Guide to the Literature*, Fagerberg, J.; Mowery, D. C.; Nelson, R. (eds): *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, 1-28.
- Fagerberg, J.; Mowery, D. C.; Verspagen, B. (2008): Innovation-systems, path-dependency and policy: the co-evolution of science, technology and innovation policy and industrial structure in a small, resource-based economy, DIME Working paper 2008.1, June (<http://www.dime-eu.org/files/active/0/FagMowVer.pdf>, setembre 2008).
- Fernández de Arroyabe, J. C.; Arranz Peña, N. (2001): La cooperación empresarial para la internalización. Evidencia empírica desde la experiencia de las PYME y las microempresas, *Papeles de Economía Española*, 89-90, 117-137.
- Finetti de, B. (1990): *Theory of Probability*, John Wiley & Sons.
- Fontana, R.; Geuna, A.; Matt, M. (2006): Factors affecting university-industry R&D projects: The importance of searching, screening and signaling, *Research Policy*, 35, 309-323.
- Foray, D.; Lundvall, B. - Å. (1998): The knowledge-based economy: from economics of knowledge to the learning economy, Neef, D.; Siesfeld, G. A.; Cefola (eds.): *The Economic Impact of Knowledge*, Butterworth-Heinemann, 115-121.
- Forbes, N.; Wield, D. (2008): Innovation Dynamics in Catch-Up Firms: Process, Product and Proprietary Capabilities for Development, *Industry and Innovation*, 15, 1, 69-92.
- Forrest, J. A. (1991): Models of the process of technological innovations, *Technology Analysis and Strategic Management*, 3, 4, 439-453.

- Foss, N. (1993): Theories of the Firm: Contractual and Competence Perspectives, *Journal of Evolutionary Economics*, 3, 2, 127-144.
- Foss, N. J. (1997): The Resource-Based Perspective: An Assessment and Diagnosis of Problems, DRUID Working Papers, 97-1.
- Foss, N. J. (1999): Networks, Capabilities, and Competitive Advantage, *Scandinavian Journal of Management*, 15, 1, 1-15.
- Fransman, M. (2008): Disaggregating firms in analysing the costs and benefits of the university-industry relationship: based on an analytical and empirical study from Scotland, *Economics of Innovation & New Technology*, 17, 1/2, 123-136.
- Freel, M. (1998): Evolution, innovation and learning: evidence from case studies, *Entrepreneurship & Regional Development*, 10, 137-49.
- Freel, M. S. (2003): Sector Specific Patterns of Innovation-Related Networking in Small Manufacturing Firms, *Wirtschaftspolitische Blätter*, 50, 3, 321-330.
- Freel, M. S. (2006): Patterns of Technological Innovation in Knowledge-Intensive Business Services, *Industry and Innovation*, 13, 3, 335-358.
- Freel, M. S.; Harrison, R. T. (2006): Innovation and Cooperation in the Small Firm Sector: Evidence from 'Northern Britain', *Regional Studies*, 40, 4, 289-305.
- Freeman, C. (1988): Japan: A new National Innovation Systems?; Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R. R.; Silverberg, G.; Soete, L. (eds.): *Technology and economic theory*, London, Pinter Publishers.
- Freeman, C. (1995): The National Innovation Systems in historical perspective, *Cambridge Journal of Economics*, 19, 1, 5-24.
- Freeman, C.; Soete, L. (1997): *The Economics of Industrial Innovation*, 3rd ed., London, Pinter.
- Frenz, M.; Michie, J.; Oughton, C. (2003): Regional Dimension of Innovation: Results From the Third Community Innovation Survey, Paper for SIEPI conference, December.
- Fritsch, M.; Lukas, R. (2001): Who cooperates on R&D?, *Research Policy*, 30, 297-312.
- Gallouj, F.; Weinstein, O. (1997): Innovation in Services, *Research Policy*, 26, 537-556.
- Gelman, A. (1996): Inference and monitoring convergence, Gilks, W. R.; Richardson, S.; Spiegelhalter, D. J. (eds.): *Markov Chain Monte Carlo in practice*, Chapman and Hall, 131-144.
- Gelman, A.; Carlin, J. B.; Stern, H. S.; Rubin, D. B. (2004): *Bayesian Data Analysis*, Second Edition, Chapman & Hall / CRC.
- Gelman, A.; Meng, X. L.; Stern, H. (1996): Posterior predictive assessment of model fitness via realized discrepancies, *Statistica Sinica*, 6, 733-759.
- Gelman, A.; Stern, H. (2006): The Difference between "Significant" and "Not Significant" is not Itself Statistically Significant, *The American Statistician*, 60, 4, 328-331.
- Geman, S.; Geman, D. (1984): Stochastic relaxation, Gibbs distribution and the Bayesian restoration of images, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 6, 721-741.
- Geroski, P.; Machin, S. J.; van Reenen, J. (1993): The Profitability of Innovating Firms, *RAND Journal of Economics*, 24, 2, 198-211.

- Geyer, C. J. (1992): Practical Markov Chain Monte Carlo, *Statistical Science*, 7, 473-511.
- Giuliani, E.; Bell, M. (2005): The micro-determinants of meso-level learning and innovation: evidence from a Chilean wine cluster, *Research Policy*, 34, 47-68.
- Gomes-Casseres, B. (1996): *The Alliance Revolution*, Harvard University Press, New York.
- Gomes-Casseres, B. (1998): *The Alliance Revolution: The New Shape of Business Rivalry*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Gómez, L. (2002): Evaluación del impacto de las incubadoras de empresas: estudios realizados, *Pensamiento & Gestión*, 13, 1-22.
- González Benito, J.; Suárez González, I. (2006): Estrategia competitiva y rendimiento del negocio: el papel mediador de la estrategia y las capacidades productivas, *Doc. Trab.* 299/2009 Fundación de las Cajas de Ahorro.
- Greenberg, E. (2008): *Introduction to Bayesian Econometrics*, Cambridge University Press.
- Grossman, G. M.; Helpman, E. (1991): *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge MA, MIT Press.
- Gu, W.; Tang, J. (2004): Link between Innovation and Productivity in Canadian Manufacturing Industries, *Economics of Innovation and New Technology*, 13, 671-686.
- Guallarte, C. (dir.) (2006): *Global Entrepreneurship Monitor. Cataluña 2005. Informe ejecutivo*, Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona, Departament d'Economia de l'empresa (UAB) i Departament de Treball, Generalitat de Catalunya (<http://www.ie.edu/gem/>, abril, 2007).
- Gujarati, D. N. (1997): *Econometría*, tercera edición, Ed. McGraw-Hill.
- Gulati, R. (1998): Alliances and networks, *Strategic Management Journal*, 19, 293-317.
- Gupta, A. K.; Govindarajan, V. (2000): Knowledge flows within multinational corporations, *Strategic Management Journal*, 21, 473-496.
- Ha, H.-Y. (2006): An integrative model of consumer satisfaction in the context of e-services, *International Journal of Consumer Studies*, 30, 2, 137-149.
- Hagedoorn, J. (1993): Understanding the rationale of strategic technology partnering: interorganizational modes of cooperation and sectoral differences, *Strategic Management Journal*, 14, 371-385.
- Hagedoorn, J. (2002): Inter-Firm R&D Partnership: An Overview of Major Trends and Patterns since 1960, *Research Policy*, 31, 477-492.
- Hagedoorn, J.; Link, A. N.; Vonortas, N. S. (2000): Research partnerships, *Research Policy*, 29, 4-5, 567-586.
- Hägerstrand, T. (1952): *The Propagation of Innovation Waves*, University of Lund.
- Hägerstrand, T. (1967): *Innovation Diffusion as a Spatial Process*, Chicago University Press.
- Håkansson, H.; Snehota, I. (1989): No Business is an Island: The Network Concept of Business Strategy, *Scandinavian Journal of Management*, 5, 187-200.
- Hall, B. H.; Link, A. N.; Scott, J. T. (2001): Barriers inhibiting industry from partnering with universities: evidence from the Advanced Technology Program, *Journal of Technology Transfer*, 26, 87-98.

- Hall, B. H.; Link, A. N.; Scott, J. T. (2003): Universities as research partners, *The Review of Economics and Statistics*, 85, 2, 485–491.
- Hall, B. H.; Mairesse, J. (2006): Empirical studies of innovation in the knowledge-driven economy, *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 4-5, 289-299.
- Hall, P. (1990): The generation of innovative milieux: An essay in theoretical synthesis, Working Paper 505, Berkeley: Institute of Urban and Regional Development, University of California at Berkeley.
- Hall, P. (1994): Innovation, Economics and Evolution, *Theoretical Perspectives on Changing Technology in Economic Systems*, Harvester Wheatsheaf.
- Hamel, G.; Doz, Y. L.; Prahalad, C. K. (1989): Collaborate with your competitors and win, *Harvard Business Review*, 89, 1, 133-139.
- Hanna, V.; Walsh, K. (2002): Small firm networks: a successful approach to innovation?, *R & D Management*, 32, 3, 201-207.
- Hansen, O. E.; Sondergard, B.; Meredith, S. (2002): Environmental Innovations in Small and Medium Sized Enterprises. *Technology Analysis & Strategic Management*, 14, 1, 37-57.
- Hanson, K. M. (2001): Markov Chain Monte Carlo posterior sampling with the Hamiltonian method, Sonka, M.; Hanson, K. M. (eds.): *Medical Imaging: Image Processing*, Proc. SPIE 4322, 456-467 (<http://public.lanl.gov/kmh/publications/medim01.pdf>, octubre 2008)
- Harabi, N. (2002): The Impact of Vertical R&D Cooperation on Firm Innovation: an Empirical Investigation, *Economics of Innovation and New Technology*, 2002, 11, 93-108.
- Harris, L.; Coles, A.; Dickson, K. (2000): Building Innovation Networks: Issues of Strategy and Expertise, *Technology Analysis and Strategic Management*, 12, 2, 229-241.
- Hartl, R. (2003): Industry, Enterprise and Behavioral Predictors for Inter-firm Cooperation in Small and Medium-sized Enterprises, *The Office of Advocacy Small Business Working Papers*, 1-9 (<http://www.sba.gov/advo/stats/wkp03rh.pdf>, novembre 2006).
- Hastings, W. K. (1970): Monte Carlo Sampling Methods Using Markov Chains and their Applications, *Bioamietrika*, 57, 97-109.
- Hayek, F. (1937): Economics and knowledge, *Economica*, 4, 33-54.
- Heijs, J. (2002): Efectividad de las políticas de innovación en el fomento de la cooperación, *Economía Industrial*, 346, IV, 97-114.
- Hempell, T. (2005): Does Experience Matter? Innovations and the Productivity of Information and Communication Technologies in German Services, *Economics of Innovation and New Technology*, 14, 277-303.
- Hernán, R.; Marín, P.; Siotis, G. (2003): An empirical evaluation of the determinants of research joint venture formation, *The Journal of Industrial Economics*, 51, 75– 89.
- Hipp, C.; Grupp, H. (2005): Innovation in the service sector: The demand for service-specific innovation measurement concepts and typologies, *Research Policy*, 34, 4, 517–535.
- Hirschleifer, J. (1971): The private and social value of information and the reward to inventive activity, *American Economic Review*, 61, 561–574.
- Hobday, M. (2005): Firm-level Innovation Models: Perspectives on Research in Developed and Developing Countries, *Technology Analysis & Strategic Management*, 17, 2, 121-146.

- Hollanders, H. (2007): 2006 European Regional Innovation Scoreboard (2006 RIS), Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology (MERIT), European Trend Chart on Innovation, (http://trendchart.cordis.lu/scoreboards/scoreboard2006/pdf/eis_2006_regional_innovation_scoreboard.pdf, febrer 2007).
- Hollenstein, H. (2003): Innovation modes in the Swiss service sector: A cluster analysis based on firm-level data. *Research Policy*, 32, 845-836.
- Hoyle, R. H.; Panter, A. T. (1995): Writing about structural equation models, Hoyle, R. H. (ed.): *Structural equation modeling*, Thousand Oaks, Sage, 158-176.
- ICEX (2008): La empresa exportadora española, 2003-2006, ICEX, Secretaría de Estado de Turismo y Comercio, Consejo Superior de Cámaras de Comercio, Industria y Navegación (http://www.icex.es/documentos/empresaexportadora_2008_04_08.pdf, setembre 2008).
- INE (2007): Encuesta de Innovación Tecnológica en las Empresas (ITE). Metodología. Año 2005 (<http://www.ine.es/daco/daco43/metoite2005.pdf> , maig 2007).
- INE (2008): Encuesta de Innovación Tecnológica en las Empresas (ITE). Metodología. Año 2006 (<http://www.ine.es/daco/daco43/metoite2006.pdf>, setembre 2008).
- Jaffe, A. B. (1989): Real Effects of Academic Research, *The American Economic Review*, 79, 5, 957-970.
- Jeppesen, L. B.; Molin, M. J. (2003): Consumers as Co-developers: Learning and Innovation outside the Firm, *Technology Analysis & Strategic Management*, 15, 3, 363-383.
- Jong, G. de; Woolthuis, R. K. (2008): The Institutional Arrangements of Innovation: Antecedents and Performance Effects of Trust in High-Tech Alliances, *Industry & Innovation*, 15, 1, 45-67.
- Jong, J. P. J. de, Vermeulen, P. A. M. (2004): Determinants of product innovation in small firms: A Comparison Across Industries: 36 p (<http://isb.sagepub.com/cgi/reprint/24/6/587>, juliol 2006)
- Jöreskog, K. G. (1970): A general method for analysis of covariance structures, *Biometrika*, 57, 239-251.
- Jöreskog, K. G.; Sörbom, D. (1986): LISREL VI: Analysis of Linear Structural Relationships by Maximum Likelihoods and Least Square Methods, Scientific Software International.
- Jovanovic, B. (1982): Selection and the Evolution of Industry, *Econometrica*, 50, 649-670.
- Julien, P. A.; Andriambeloson, E.; Ramangalahy, C. (2004): Networks, weak signals and technological innovations among SMEs in the land-based transportation equipment sector, *Entrepreneurship & Regional Development*, 16, 251-269.
- Juniper, J. (2002): Universities and Collaboration within Complex, Uncertain Knowledge-Based Economies, *Critical Perspectives on Accounting*, 12, 747-778.
- Kaiser, U. (2002): An empirical test of models explaining research expenditures and research cooperation: evidence for the German service sector, *International Journal of Industrial Organization* 20, 747-774.
- Kamien, M.; Muller, E.; Zang, I. (1992): Research joint ventures and R&D cartels, *American Economic Review*, 82, 5, 1293-1992.
- Kamien, M.; Zang, I. (2000): Meet me halfway: research joint ventures and absorptive capacity, *International Journal of Industrial Organization*, 18, 996-1012.

- Kass, R. E.; Raftery, A. E. (1995): Bayes factors, *Journal of the American Statistical Association*, 90, 773-795.
- Katsoulacos, Y.; Ulph, D. (1998): Endogenous spillovers and the performance of research joint ventures, *Journal of Industrial Economics*, 46, 333– 357.
- Kauffmann, A.; Lehner, P.; Tödtling, F. (2003): Effects of the Internet on the spatial structure of innovation networks, *Information Economics and Policy*, 15, 402-424.
- Kauffmann, A.; Tödtling, F. (2001): Science-industry interaction in the process of innovation: the importance of boundary-crossing between systems, *Research Policy*, 30, 791-804.
- Kim, J.; Lee, S. J.; Marschke, G. (2005): The Influence of University Research on Industrial Innovation, NBER Working Paper Series, WP 11447 (<http://www.nber.org/papers/w11447>, juliol 2007).
- Kleinknecht, A.; Reijnen, J. O. N. (1992): Why do firms cooperate on R&D? An empirical study, *Research Policy*, 21, 347–360.
- Kleinknecht, A.; Van Montfort, K.; Brouwer, E. (2002): The Non-Trivial Choice between Innovation Indicators, *Economics of Innovation and New Technology*, 2002, 11, 109-121.
- Klette, T. J.; Kortum, S. (2002): Innovating Firms and Aggregate Innovation, NBER Working Paper Series, WP 8819 (<http://www.nber.org/papers/w8819>, novembre, 2006).
- Kline, R. B. (2005): Principles and practice of structural equation modeling, Second edition, Guilford Press.
- Kline, S. (1985): Research, Invention, Innovation and Production: Models and Reality, Working paper INN – 1, Stanford University.
- Kline, S.; Rosenberg, N. (1986): An Overview of Innovation, Landau, R.; Rosenberg, N. (eds.): The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth, National Academic Press, 275-305.
- Kogut, B. (1988): Joint Ventures: theoretical and empirical perspectives, *Strategic Management Journal*, 9, 319-322.
- Kogut, B. (1991): Joint Ventures and the Option to Expand and Acquire, *Management Science*, 37, 19-33.
- Kogut, B.; Zander, U. (1992): Knowledge of the firm, combinative capabilities, and the replication of technology, *Organization Science*, 3, 383–397.
- Kogut, B.; Zander, U. (1996): What Firms do? Coordination, Identity, and Learning, *Organization Science*, 7, 5, 502-18.
- Koop, G.; Poirier, D. L.; Tobias, J. (2007): Bayesian Econometric Methods, *Econometric Exercises* vol. 7, Cambridge University Press.
- Koschatzky, K. (2002): Fundamentos de la economía de redes. Especial enfoque a la innovación, *Economía Industrial*, 346, IV, 15-26.
- Koza, M. P.; Lewin, A. Y. (1998): The Co-evolution of Strategic Alliances, *Organization Science*, 9, 3, 255.
- Krugman, P. R. (1979): Increasing Returns, Monopolistic Competition and International Trade, *Journal of International Economics*, 9, 469-479.

- Lambooy, J. (2005): Innovation and knowledge: Theory and regional policy, *European Planning Studies*, 13, 8, 1137-1152.
- Lane, P. L.; Koka, B.; Pathak, S. (2002): A thematic analysis and critical assessment of absorptive capacity research, *Academy of Management Proceedings*, BPS: M1-M6 (<http://helios.univ-reims.fr/Labos/EUROP/Karama/7516527.pdf>, juliol 2008).
- Lane, P. L.; Koka, B.; Pathak, S. (2006): The reification of absorptive capacity: a critical review and rejuvenation of the construct, *Academy of Management Review*, 31, 4, 833-863.
- Lanjouw, J. O.; Schankerman, M. (1999): The Quality of Ideas: Measuring Innovation with Multiple Indicators. NBER Working Paper Series, WP 7345 (<http://www.nber.org/papers/w7345>, juliol 2007).
- Lanjouw, J. O.; Schankerman, M. (2004): Patent Quality and Research Productivity: Measuring Innovation with Multiple Indicators, *The Economic Journal*, 114, 441-465.
- Laursen, K.; Salter, A. (2004): Searching low and high: what types of firms use universities as a source of innovation?, *Research Policy*, 33, 1201-1215.
- Lawley, D. N.; Maxwell, A. E. (1971): *Factor analysis as a statistical method*, 2nd edition, Elsevier.
- Lechner, C.; Dowling, M. (2003): Firm networks: external relationships as sources for the growth and competitiveness of entrepreneurial firms, *Entrepreneurship & Regional Development*, 15, 1-26.
- Lee, C.; Lee, K.; Pennings, J. M. (2001): Internal Capabilities, External Networks, and Performance: A Study on Technology Based Ventures, *Strategic Management Journal*, 22, 615-640.
- Lee, S.-Y. (2007): *Structural Equation Modeling: A Bayesian Approach*. Wiley Series in Probability and Statistics, Wiley & Sons.
- Lee, S.-Y.; Song X. Y. (2004): Evaluation of Bayesian and maximum likelihood approaches in analyzing structural equation models with small sample sizes, *Multivariate Behavioral Research*, 39, 653-686.
- Leeuwen van, G.; Klomp, L. (2006): On the Contribution of Innovation to Multi-Factor Productivity Growth, *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 367-390.
- Liao, T. F. (1994): *Interpreting probability models: logit, probit, and other generalized linear models*, Quantitative applications in the social sciences, Sage University Papers Series, 07-101, Sage Publications.
- Lim, K. (2004): The relationship between research and innovation in the semiconductor and pharmaceutical industries (1981-1997), *Research Policy*, 33, 287-321.
- Little, R. J. A.; Rubin, D. B. (1987): *Statistical Analysis with Missing Data*, John Willey and Sons, New York.
- Lladós, J. (2008): Influencia de las tecnologías digitales en los procesos de innovación y la competitividad de la economía catalana, *Boletín Económico Información Comercial Española*, 2952, 197-208.
- Lladós, J.; Fernández-Ardèvol, M.; Vilaseca, J. (2009): Innovative milieu, micro firms and local development in Barcelona, IECER special issue, *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*.

- Loasby, B. J. (1971): Hypothesis and Paradigm in the Theory of the Firm, *The Economic Journal*, 324, 863-885.
- Loehlin, J. C. (2004): *Latent variables models: an introduction to factor, path, and structural equation analysis*, Fourth edition, Lawrence Erlbaum Associates.
- Lööf, H.; Heshmati, A. (2006): On the Relationship between Innovation and Performance: A Sensitivity Analysis, *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 317-344.
- López, A. (2008): Determinants for R&D Cooperation: Evidence from Spanish Manufacturing Firms, *International Journal of Industrial Organization*, 26, 1, 113-136.
- Lösch, A. (1954): *The Economics of Location*, English Edition, Yale University Press.
- Love J.; Roper S. (1999): The determinants of innovation: R&D, technology transfer and networking effects, *Review of Industrial Organisation* 15, 43-64.
- Love J; Roper S. (2001): Location and network effects on innovation success: evidence for UK, German and Irish manufacturing plants, *Research Policy*, 30, 643-662.
- Love, J. H.; Roper, S. (2004): The organisation of innovation: collaboration, cooperation and multifunctional groups in UK and German manufacturing, *Cambridge Journal of Economics*, 28, 379-395.
- Lu, J. W.; Beamish, P. W. (2001): The Internationalization and Performance of SMEs, *Strategic Management Journal*, 22, 565-586.
- Lucas, R. E. (1988): On the mechanics of development planning, *Journal of Monetary Economics*, 22, 1, 3-42.
- Lucas, R. E. (1993): Making a miracle, *Econometrica*, 61, 251-272.
- Lundvall, B. - Å. (1988): Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the National System of Innovation, Dosi, G.; Freeman, C.; Soete, L. (eds.): *Technical change and economic theory*, London, Pinter.
- Lundvall, B. - Å. (1992a): User-producer relationships, National Systems of Innovation and internationalization, Lundvall, B. - Å. (ed.): *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
- Lundvall, B. - Å. (ed.) (1992b): *National Innovation Systems: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter Publishers.
- Maddala, G. S. (2001): *Introduction to Econometrics*, Third edition, John Wiley & Sons.
- Maijor, S.; Witteloostuijn, van A. (1996): An empirical test of the resource-based theory: strategic regulation in the Dutch audit industry, *Strategic Management Journal*, 17, 7, 549-569.
- Maillat, D. (1988): La revitalisation des régions de tradition industrielle: le rôle des PME et du milieu, *Revue International PME*, 1, 1.
- Malecki, E. J. (1991): *Technology and Economic Development: The dynamics of local, regional and national change*, London, Longman.
- Malecki, E. J.; Tootle, D. (1996): The role of networks in small firms' competitiveness, *International Journal of Technology Management*, 11, 43-57.
- Malerba, F. (2002): Sectoral systems of innovation and production, *Research Policy*, 31, 247-264.

- Malerba, F. (2004): Sectoral Systems of Innovation: Basic Concepts, Malerba, F. (ed.): Sectoral Systems of Innovation: Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe, Cambridge University Press, 9-41.
- Manev, I. M.; Goyshev, B. S.; Manolova, T. S. (2005): The role of human and social capital and entrepreneurial orientation for small business performance in a transitional economy, *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 5, 3-4, 298-318.
- Mankiw, N. G.; Romer, D.; Weil, D. N. (1992): A contribution to the empirics of economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, 107, 2, 407-437.
- Mansfield, E. (1986): Microeconomics of Technological Innovation, Landau, R.; Rosenberg, N. (eds.): *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth*, National Academic Press, 307-325.
- Mansfield, E. (1991): Academic research and industrial innovation, *Research Policy*, 20, 1, 1-12.
- Mansfield, E. (1998): Academic research and industrial innovation: An update of empirical findings. *Research Policy*, 26, 7-8, 773-776.
- Marino L.; Strandholm, K.; Steensma H. K.; Weaver, K. M. (2002): Harnessing complexity: the moderating effect of national culture on entrepreneurial orientation and strategic alliance portfolio complexity, *Entrepreneurship Theory and Practice*, 26, 4, 145-161.
- Markman, G. D.; Gianiodis, P. T.; Phan, P. H.; Balkin, D. B. (2005): Innovation speed: transferring university technology to market, *Research Policy*, 34, 1058-1075.
- Marshall (1920): *Principles of Economics*, 8th ed., London, Macmillan, 1st edited 1890.
- Marsili, O.; Salter, A. (2005): 'Inequality' of Innovation: Skewed Distributions and the Returns to Innovation In Dutch Manufacturing, *Economics of Innovation and New Technology*, 14, 83-102.
- Martin, S. (2002): Spillovers, appropriability, and R&D, *Journal of Economics*, 75, 1, 1– 32.
- Marxt, C.; Link, P. (2002): Success factors for cooperative ventures in innovation and production systems, *International Journal of Production Economics*, 77, 219-229.
- Mason E. (1939): Price and production policies of large scale enterprises, *American Economic Review*, 29, 61–74.
- Matsuno, K.; Mentzer, J. T.; Özsoy, A. (2002): The effects of entrepreneurial proclivity and market orientation on business performance, *Journal of Marketing*, 65, 18-32.
- McDonald, R. P.; Ho, M.-H. R. (2002): Principles and practice in reporting structural equation analyses, *Psychological Methods*, 7, 64-82.
- McDougall, P. P. (2003): International versus Domestic Entrepreneurship: New Venture Strategic Behavior and Industry Structure, *Journal of Business Venturing*, 4, 6, 387-400 (1989), reproduced in Audretsch, D. B. (ed.): *SMEs in the age of globalization*, Col. The Globalization of the world economy.
- Meeus, M. T. H.; Oerlemans, L. A. G.; Hage, J. (2001): Patterns of interactive learning in a high-tech region, *Organization Studies*, 22, 145–172.
- Meng, X. L. (1994): Posterior predictive p-values, *The Annals of Statistics*, 22, 1142-1160.
- MERIT (2006): European Innovation Scoreboard (EIS), 6th edition. European Commission, DG Enterprise (http://www.proinno-europe.eu/doc/EIS2006_final.pdf, març 2007).

- Metropolis, N.; Rosenbluth, A. W.; Rosenbluth, M. N.; Teller, A. H.; Teller, E. (1953): Equations of State Calculations by Fast Computing Machines, *Journal of Chemical Physics*, 21, 1087-1092.
- Metropolis, N.; Ulan, S. (1949): The Monte Carlo method, *Journal of the American Statistical Association*, 44, 335-341.
- Meyer-Krahmer, F.; Schmoch, U. (1998): Science-based technologies: university–industry interactions in four fields, *Research Policy*, 27, 835–851.
- Miller, A.; Camp, B. (1985) Exploring the determinants of success in corporate ventures, *Journal of Business Venturing*, 1, 87-105.
- Miotti, L.; Sachwald, S. (2003): Co-operative R&D: why and with whom? An integrated framework of analysis, *Research Policy*, 32, 1481-1499.
- Mohnen, P.; Hoareau, C. (2003): What type of enterprise forges close links with universities and government labs? Evidence from CIS 2, *Managerial and Decision Economics*, 24, 133–145.
- Mohnen, P.; Mairesse, J.; Dagenais, M. (2006): Innovativity: A Comparison Across Seven European Countries, *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 391-413.
- Monjon, S.; Waelbroeck, P. (2003): Assessing spillovers from universities to firms: evidence from French firm-level data, *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1255–1270.
- Mowery, D. C. (1999): America's Industrial Resurgence (?): An Overview, Mowery, D. C. (ed.): *U.S. Industry in 2000: Studies in Competitive Performance*, Washington DC, National Academy Press, p. 1-16.
- Mowery, D. C.; Sampat, B. N. (2005): Universities in National Innovation Systems, Fagerberg, J.; Mowery, D.; Nelson, R. L. (eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, p. 209-239.
- Mulaik, S. A. (1972): *The foundations of factor analysis*, McGraw-Hill.
- Muller, P.; Pénin, J. (2006): Why do firms disclose knowledge and how does it matter?, *Journal of Evolutionary Economics*, 16, 85-108.
- Munier, F. (2006): Firm Size, Technological Intensity of Sectors and Relational Competencies to Innovate: Evidence From French Industrial Innovating Firms, *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 493-505.
- Muscio, A. (2007): The impact of absorptive capacity on SMEs' collaboration, *Economics of Innovation and New Technology*, 16, 8, 653-668.
- Naghavi, A.; Ottaviano, G. I. P. (2006): Outsourcing, Contracts and Innovation Networks, CEPR Discussion Papers, CEPR Discussion Papers: 5681.
- Narula, R. (2004): Understanding absorptive capacities in an “innovation system” context: consequences for economic and employment growth, Prepared for the ILO, background paper for the World Employment Report 2004, DRUID Working Paper No 04-02 (http://www.druid.dk/wp/pdf_files/04-02.pdf, juliol 2008).
- Navarro Arancegui, M. (2002): La cooperación para la innovación en la empresa española desde una perspectiva internacional comparada, *Economía Industrial*, 346, IV, 43-66.
- Nelson, R. R. (1991): Why do firms differ, and how does it matter?, *Strategic Management Review*, 12, 61–74.

- Nelson, R. R. (ed.) (1993): *National Innovation Systems: A Comparative Analysis*, Oxford, Oxford University Press.
- Nelson, R. R.; Rosenberg, N. (1993): *Technical Innovation and National Systems*, Nelson, R. R. (ed.): *National Systems of Innovation. A Comparative Analysis*. Oxford University Press: Oxford, 3-21.
- Nelson, R. R.; Winter, S. G. (1982): *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge, Harvard University Press.
- Newman, H. H. (1978): *Strategic Groups and the Structure Performance Relationship*, *Review of Economics and Statistics*, 60, 417-427.
- Nishiguchi, T. (1994): *Strategic industrial sourcing: The Japanese advantage*, New York, Oxford University Press.
- Nonaka, I. (1991): *The Knowledge Creating Company*, *Harvard Business Review*, 28-47.
- Nonaka, I. (1994): *A Dynamic Theory of organizational Knowledge Creation*, *Organisation Science*, 5, 1, 4-37.
- Observatory of European SMEs (2004): *SMEs and Cooperation*, Observatory, 2003/5, Comissió Europea (http://ec.europa.eu/enterprise/enterprise_policy/analysis/doc/smes_observatory_2003_report5_en.pdf, febrer 2007).
- OECD (1992): *The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation: Oslo Manual*, Committee for Scientific and Technological Policy, OECD, Paris.
- OECD (1997): *The Measurement of Scientific and Technological Activities. Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation: Oslo Manual*, Committee for Scientific and Technological Policy, OECD, Paris (<http://213.253.134.43/oecd/pdfs/browseit/9297031E.PDF>, setembre 2008).
- OECD (2002): *Dynamizing National Innovation Systems*, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2005): *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd edition, OECD-Eurostat, OECD Publishing, France.
- Oerlemans, L. A. G.; Meeus, M. T. H.; Boekema, F. W. M. (1998): *Do networks matter for innovation? The usefulness of the economic network approach in analyzing innovation*, *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, 89, 3, 298-309.
- Oerlemans, L. A. G.; Meeus, M. T. H.; Boekema, F. W. M. (2001): *Firm Clustering and Innovation: Determinants and Effects*, *Papers in Regional Science*, 80, 3, 337-356.
- Okamuro, H. (2004): *Determinants of Successful R&D Cooperation of the Japanese Small Business: Impact of Organizational and Contractual Characteristics*, Seminar Series, Center for Economic Institutions, Hitotsubashi University, June. (<http://cei.ier.hit-u.ac.jp/working/2006/2006WorkingPapers/wp2006-2.pdf>, maig 2007).
- Okamuro, H. (2006): *Determinants of R&D Activities by Start-up Firms: Evidence from Japan*, CEI Working Paper Series, 2006-2, Center for Economic Institutions, Hitotsubashi University (<http://cei.ier.hit-u.ac.jp/working/2006/2006WorkingPapers/wp2006-2.pdf>, maig 2007).
- Ontiveros, E.; Rojas, A.; Serrano, B.; Amor, A. (2005): *Innovación y capacidad para emprender: diagnóstico de la situación en España y líneas de acción*, Indra Sistemas i Analistas Financieros, Madrid.

- Pavitt, K. (1984): Sectoral patterns of technical change: towards an taxonomy and a theory, *Research Policy*, 16, 6, 343-373.
- Pavitt, K. (2005): Innovation Process, Faberger, J.; Mowery, D. C.; Nelson, R. R. (eds.): *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, 86-114.
- Peña Legazkue, I.; Aranguren Querejeta, M. J. (2002): Transferencia de conocimiento mediante acuerdos de colaboración, *Economía Industrial*, 346, 67-80.
- Penrose, E. T. (1959): *The Theory of the Growth of the Firm*, Oxford University Press: Oxford.
- Pini, P.; Santangelo, G. D. (2005): Innovation Types and Labour Organisational Practices: A Comparison of Foreign and Domestic Firms in the Reggio Emilia Industrial Districts, *Economics of Innovation and New Technology*, 2005, 14, 251-276.
- Piore, M. J.; Sabel, C. F. (1984): *The second industrial divide: possibilities for prosperity*. New York, Basic Books.
- Podolny, J. M.; Page, K. L. (1998): Network forms of organization, *Annual Review of Sociology*, 24, 57-76.
- Polanyi, M. (1966): *The tacit dimension*, Doubleday Anchor.
- Porter M. (1980): *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, Free Press, New York.
- Porter M. (1991): Towards a dynamic theory of strategy, *Strategic Management Journal*, Winter Special Issue, 12, 95-117.
- Porter, M. (1985): *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*, New York, Free Press.
- Porter, M. (1990): *The Competitive Advantage of Nations*, London, Macmillan.
- Powell, W. W. (1990): Neither market nor hierarchy, *Network forms of organization*, *Research in Organizational Behavior*, 12, 295-336.
- Powell, W. W.; Grodal, S. (2005): Networks of Innovators, Faberger, J.; Mowery, D. C.; Nelson, R. R. (eds.): *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, 56-85.
- Powell, W. W.; Koput, K. W.; Smith-Doerr, L. (1996): Interorganizational collaboration and the locus of innovation: networks of learning in biotechnology, *Administrative Science Quarterly*, 41, 1, 116-145.
- Prahalad, C. K.; Hamel, G. (1990): The Core Competence of the Corporation, *Harvard Business Review*, 68, 3, 76-91.
- Quéré, M. (2008): Knowledge and innovation: promoting a system approach of innovation processes, *Economics of Innovation and New Technology*, 17, 1-2, 137-152.
- Revilla Díez, J. (2002): Metropolitan Innovation Systems: A Comparison between Barcelona, Stockholm, and Vienna, *International Regional Science Review*, 25,1, 63-85.
- Riedel, A. F. (1839): *Nationaleconomie Oder Volkswirtschaft?* (2 vol.), Berlín, F. H. Morin.
- Rogers, E. M. (1995): *Diffusion of Innovations*, New York: Free Press.
- Röller, L. - H.; Siebert, R.; Tombak, M. M. (2007): Why firms form (or do not form) RJVS, *The Economic Journal*, 117, 1122-1144.

- Romer, P. M. (1986): Increasing returns and long-run growth, *Journal of Political Economy*, 94, 5, 1002-1037.
- Romer, P. M. (1990): Endogenous technological change, *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.
- Roper, S.; Hewitt-Dundas, N. (2008): Innovation persistence: Survey and case-study evidence, *Research Policy*, 37, 1, 149-162.
- Rosenberg, N.; Nelson, R. R. (1994): American universities and technical advance in industry, *Research Policy*, 23, 323-348.
- Rossi, F. (2002): An introductory overview of innovation studies, MPRA Paper No. 9106 (<http://mpra.ub.uni-muenchen.de/9106/>, setembre 2008).
- Rothwell, R. (2002): Towards the Firth-generation Innovation Process, Henry, E.; Mayle, D. (eds.): *Managing Innovation and Change*, 2a edició (1a ed. 1991), SAGE Publications, 115-135.
- Rubin, D. B. (1984): Bayesianly justifiable and relevant frequency calculations for the applied statistician, *The Annals of Statistics*, 12, 1151-1172.
- Rubin, D. B. (1991): EM and beyond, *Psychometrika*, 56, 241-254.
- Rumelt, R. (1984): Toward a strategic theory of the firm, Lamb R. (ed.): *Competitive Strategic Management*, Prentice-Hall, 556-570.
- Rumelt, R. (1991): How much does industry matter?, *Strategic Management Journal*, 12, 3, 167-185.
- Ruttan, V. W. (1959): Usher and Schumpeter on Invention, Innovation and Technological Change, *The Quarterly Journal of Economics*, 73, 4, 596-606.
- Sahal, D. (1981): *Patterns of Technological Innovation*, Addison-Wesley.
- Santamaria, Ll. (2001): *Centros tecnológicos, confianza e innovación tecnológica en la empresa: un análisis económico*, Tesi Doctoral, dir. García Cestona, M. A., UAB, Departament d'Economia i Empresa, Capítol 5.
- Saxenian, A. (1994): *Regional Advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route 128*, Boston, Harvard University Press.
- Schartinger, D.; Rammer, C.; Fischer, M. M.; Fröhlich, J. (2002): Knowledge interactions between universities and industry in Austria: sectoral patterns and determinants, *Research Policy*, 31, 303-328.
- Scheienes, R.; Hoijtink, H.; Boomsma, A. (1999): Bayesian estimation and testing of structural equation models, *Psychometrika*, 64, 37-52.
- Schmitz, H. (1992): Industrial districts: model and reality in Baden-Wurttemberg, Germany, Pyke, F.; Sengenberger, W. (eds.): *Industrial Districts and Local Economic Regeneration*, Geneva, International Institute for Labour Studies.
- Schmookler, J. (1966): *Invention and Economic Growth*, Cambridge: Harvard University Press.
- Schumacker, R. E.; Lomax, R. G. (2004): *A beginner's guide to structural equation modeling*, Second edition, Lawrence Erlbaum Associates.
- Schumpeter, J. A. (1934): *The Theory of Economic Development*, Cambridge Harvard University Press.

- Schumpeter, J. A. (1942): *Capitalism, Socialism and Democracy*, Harper, New York.
- Schwarz, G. (1978): Estimating the dimension of a model, *Annals of Statistics*, 6, 2, 461-464.
- Scott, A. J. (1993): *Technopolis: High Technology Industry and Regional Development in Southern California*, Berkeley, University of California Press.
- Sels, L.; Winnie, de S.; Maes, J.; Demotte, J.; Faems, D.; Forrier, A. (2006a): Unraveling the HRM-performance link: value-creating and cost-increasing effects of small business HRM, *Journal of Management Studies*, 43, 2, 319-342.
- Sels, L.; Winnie, de S.; Maes, J.; Demotte, J.; Faems, D.; Forrier, A. (2006b): Linking HRM and small business performance: an examination of the impact of HRM intensity on the productivity and financial performance of small business, *Small Business Economics*, 26, 83-101.
- Sena, V. (2004): The return of the Prince of Denmark: A survey of recent developments in the economics of innovation, *The Economic Journal*, 114, F312-F332.
- Shih, H.-A.; Chiang, Y.-H.; Hsu, C.-C. (2006): Can high performance work systems really lead to better performance?, *International Journal of Manpower*, 27, 8, 741-763.
- Silverman, B. S.; Baum, J. A. C. (2002): Alliance-Based Competitive Dynamics, *Academy of Management Journal*, 45,4, 791-806.
- Simonetti, R.; Archibugi, D. and Evangelista, R. (1995): Product and Process Innovations: How they are Defined? How are they Quantified?, *Scientometrics*, 32, 1, 77-89.
- Sirilli, G. (1997): Science and Technology Indicators: The State of the Art and Prospects for the Future; Antonelli, G. and De Liso, N. (eds.): *Economics of Structural and Technological Change*, London, Routledge.
- Solow, R. M. (1956): A contribution to the theory of economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, 70, 1, 65-94.
- Souitaris, V. (2002): Technological trajectories as moderators of firm-level determinants of innovation, *Research Policy*, 31, 877-898.
- Spanos, Y. E.; Lioukas, S. (2001): An Examination into the Causal Logic of Rent Generation: Contrasting Porter's Competitive Strategy Framework and the Resource-Based Perspective, *Strategic Management Journal*, 22, 907-934.
- Spiegelhalter, D. J.; Best, N. G.; Carlin, B. P.; van der Linde, A. (2002): Bayesian measure of model complexity and fit, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 64, 583-639.
- Stam, E.; Schutjens, V. (2005): The Fragile Success of Team Start-Ups, *Discussion Papers on Entrepreneurship, Growth and Public Policy*, 1705, 16 p. (<http://opus.zbw-kiel.de/volltexte/2006/4118/pdf/2005-17.pdf>, juliol 2007).
- Storper M. (1996): Innovation as Collective Action: Conventions, Products and Technologies, *Industrial and Corporate Change*, 5, 761-790.
- Storper M. (1997): *The Regional World: Territorial Development in a Global Economy*, New York, The Guilford Press.
- Storper, M.; Scott, A. J. (1989): The Geographical Foundations and Social Regulation of Flexible Production Complexes, Dear M.; Wolch, J. (eds.): *The Power of Geography: How Territory Shapes Social Life*, London, Unwin Hyman, 21- 40.
- Suppes, P. (1970): *A probabilistic theory of causality*, Amsterdam, North Holland.

- Sutton, J. (1991): Sunk costs and market structure, Cambridge, Mass., MIT Press.
- Sutton, J. (1998): Technology and Market Structure, Cambridge, Mass., MIT Press.
- Swan, T. W. (1956): Economic growth and capital accumulation, *Economic Record*, 32, 334-361.
- Tabachnick, B. G.; Fidell, L. S. (2007): Using multivariate statistics, 3rd edition, Allyn and Bacon.
- Tanner, M. A.; Wong, W. H. (1987): The calculation of posterior distributions by data augmentation (with discussion), *Journal of the American Statistical Association*, 82, 528-550.
- Tarde, de G. (1890): Les Lois de l'imitation, réimpression, París, Kimé Ed.
- Teece, D. (1992): Competition, co-operation, and innovation. Organisational arrangements for regimes of rapid technological progress, *Journal of Economic Behaviour and Organization* 18, 1-25.
- Teece, D.; Pisano, G.; Shuen, A. (1997): Dynamic capabilities and strategic management, *Strategic Management Journal*, 18,7, 509-533.
- Tether, B. S. (2002): Who co-operates for innovation, and why: An empirical analysis, *Research Policy*, 31, 947-967.
- Tether, B. S. (2004): Do Services Innovate (Differently)?, CRIC Discussion Paper 66, University of Manchester.
- Tether, B. S. (2005): Do Services Innovate (Differently)? Insights from the European Innobarometer Survey, *Industry and Innovation*, 12, 2, 153-184.
- Tether, B. S.; Hipp C. (2002): Knowledge intensive, technical and other services: patterns of competitiveness and innovation, *Technology Analysis and Strategic Management* 14, 163-182.
- Tierney, L. (1994): Markov chains for exploring posterior distributions (with discussion), *The Annals of Statistics*, 22, 4, 1701-1762.
- Tispouri, L.; Reid, A.; Arundel, A.; Hollanders, H. (2006): European Innovation Progress Report 2006. Trendchart, European Commission, DG Enterprise and Industry (<http://trendchart.cordis.lu/Reports/Documents/EIPR2006-final.pdf>, març 2007).
- Torrent, J.; Díaz, A. (2008): Les TIC i la competitivitat internacional a l'empresa catalana, Torrent, J.; Vilaseca, J.; Batalla, J. M. et al. (2008): L'empresa xarxa. Tecnologies de la informació i la comunicació, productivitat i competitivitat, Barcelona, Ariel; Editorial UOC, 482-501.
- Torrent, J.; Vilaseca, J.; Batalla, J. M. et al. (2008): L'empresa xarxa: tecnologies de la informació i la comunicació, productivitat i competitivitat, Ed. Ariel, Barcelona.
- Tunzelmann, von N.; Acha V. (2005): Innovation in "Low-Tech" Industries, Fagerberg, J.; Mowery D. C.; Nelson, R. (eds.): *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford, Oxford University Press, 407-732.
- Unger, B. (2005): Problems of measuring innovative performance, Casper, S.; Waarde, van F. (eds.): *Innovation and Institutions: A Multidisciplinary Review of the Study of Innovation System*, Edward Elgar, 19-50.

- Urbano, D. (2005): La creació d'empreses a Catalunya: organismes de suport i actituds cap a l'activitat emprenedora. Barcelona: Col·lecció d'estudis del CIDEM i Departament de Treball i Indústria, Generalitat de Catalunya.
- Uriel, E.; Aldás, J. (2005): Análisis multivariante aplicado, Madrid, Thomson Ed.
- Valentine, S. R. (2000): A path analysis of gender, race, and job complexity as determinants of intention to look for work, *Employee Relations*, 23, 2, 130-145.
- Varamäki, E.; Vesalainen, J. (2003): Modeling different types of multilateral co-operation between SMEs, *Entrepreneurship & Regional Development*, 15, 27-47.
- Vázquez Barquero, A. (1999): Desarrollo, redes e innovación. Lecciones sobre desarrollo endógeno, Ed. Pirámide.
- Vázquez Barquero, A. (2005): Las nuevas fuerzas del desarrollo, Antoni Bosch editor, Barcelona.
- Velasco, E.; Zamanillo, I.; Gurtze Intxaurbur, M. (2007): Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación, "Decisiones basadas en el conocimiento y en el papel social de la empresa, Comunicaciones del XX Congreso anual de AEDEM (Asociación Europea de Dirección y Economía de Empresa) 2006", Palma de Mallorca, vol. 2, (http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2499438&orden=0, setembre 2008).
- Veugelers, R. (1997): Internal R & D expenditures and external technology sourcing, *Research Policy*, 26, 3, 303-315.
- Veugelers, R.; Cassiman, B. (2005): R&D cooperation between firms and universities. Some empirical evidence from Belgian manufacturing, *International Journal of Industrial Organization*, 23, 355-379.
- Vilaseca, J. (dir.) (2003): Les TIC i les transformacions de l'empresa catalana, Informe de recerca, Projecte Internet Catalunya (PIC), Universitat Oberta de Catalunya, Generalitat de Catalunya.
- Vinding, A. L. (2006): Absorptive Capacity and Innovative Performance: A Human Capital Approach, *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 507-517.
- Von Hippel, E. (1978): Users as innovators, *Technology Review*, 81, 1131-1139.
- Von Hippel, E. (1988): The sources of innovation, Oxford University Press.
- Von Hippel, E. (1994): Sticky information and the locus of problem solving: implications for innovation, *Management Science*, 40, 4, 429-439.
- Vuola, O.; Hameri, A.-P. (2006): Mutually benefiting joint innovation process between industry and big-science, *Technovation*, 26, 3-12.
- Wieser, R. (2005): Research and Development Productivity and Spillovers: Empirical Evidence at the Firm Level, *Journal of Economic Surveys*, 19, 4, 587-621.
- Wiethaus, L. (2006): Cooperation or competition in R&D when innovation and absorption are costly, *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 6, 569-589.
- Williamson, O. E. (1975): Markets and hierarchies, analysis and antitrust implications. New York, Free Press.
- Williamson, O. E. (1985): The economic institutions of capitalism, New York, Free Press.

- Winter, S. G. (1984): Schumpeterian Competition in Alternative Technological Regimes, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 5, 3-4, 287-320.
- Witt, U. (2008): Evolutionary economics, Durlauf, S. N.; Blume, L. E. (eds.): *The New Palgrave Dictionary of Economics*, Second Edition, Palgrave Macmillan.
- Wright, S. (1918): On the nature of size factors, *Genetics*, 3, 367-374.
- Wright, S. (1921): Correlation and causation, *Journal of Agricultural Research*, 20, 557-585.
- Wright, S. (1934): The method of path coefficients, *Annals of Mathematical Statistics*, 5, 161-215.
- Wright, S. (1960): Path coefficients and path regression: alternative or complementary concepts?, *Biometrics*, 16, 189-202.
- Yao, V. W. (2006): Intra-Industry Spillovers and Innovation: An Econometric Analysis at the Firm Level, *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 119-135.
- Yli-Renko, H.; Autio, E. (1998): The Network Embeddedness of New, Technology-Based Firms: Developing a Systemic Evolution Model, *Small Business Economics*, 11, 3, 253-267.
- Yli-Renko, H.; Autio, E.; Sapienza, H. J. (2001): Social capital, knowledge acquisition, and knowledge exploitation in young technology-based firms, *Strategic Management Journal*, 22, 587-613.
- Zeger, S. L.; Karim, M. R. (1991): Generalized linear models with random effects: A Gibbs sampling approach, *Journal of the American Statistical Association*, 86, 79-86.
- Zhang, M. (2005): Information technology capability, organizational culture, and export performance, Thesis (Ph. D.)--Washington State University, College of Business and Economics (<http://hdl.handle.net/2376/304>, juny 2007).
- Zhara, S. A.; George, G. (2002): Absorptive capacity: a review, reconceptualization, and extension, *Academy of Management Review*, 27, 2, 185-203.
- Zubiaurre Goena, A. (2002): Cooperación entre empresas y centros tecnológicos en la política tecnológica vasca, *Economía Industrial*, 346, IV, 115-126.
- Zucker, L. G.; Darby, M. R.; Armstrong, J. S. (2001): Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology, NBER Working Paper Series, WP 8499 (<http://www.nber.org/papers/w8499>, gener 2008).