

EL SISTEMA CATALÀ DE RECERCA I INNOVACIÓ EN EL CONTEXT EUROPEU: AVALUACIÓ I REPTES

Laura Díez, Miriam Cueto, Ana Fernández-Zubieta*

Resum

La política científica forma part de l'eix de les polítiques socioeconòmiques als estats europeus més avançats, per aquesta raó la Unió Europea ha promogut les *Research Innovation Strategies for Smart Specialisation-RIS3*, amb la intenció que els estats i les regions prioritzin la seva activitat econòmica sobre la base dels seus avantatges competitiu i la seva massa crítica. En aquest context, moltes regions europees han pres consciència del potencial de les seves polítiques científiques, entre les quals destaca Catalunya. Aquesta regió ha desenvolupat des de fa dècades de manera intensa la seva competència en recerca i innovació, per la qual cosa resulta fonamental detectar quins són els seus reptes de futur en aquest àmbit. Amb aquesta finalitat, el present article ha seleccionat una sèrie de models de dret comparat i un conjunt de temes per avaluar, per tal d'identificar mancances i proposar reformes en el sistema català. Concretament, els països de referència han estat Alemanya, Àustria i el Regne Unit, i els temes la gestió/governança de la ciència i la planificació científica, incloent-hi en ambdós casos la qüestió de la col·laboració publicoprivada i la transferència de coneixements i resultats.

Paraules clau: Política científica; recerca i innovació; regions europees; dret comparat; països descentralitzats.

THE CATALAN RESEARCH AND INNOVATION SYSTEM IN THE EUROPEAN CONTEXT: APPRAISAL AND CHALLENGES

Abstract

Science policy is one of the core socio-economic policies in Europe's most advanced states and the European Union has promoted Research Innovation Strategies for Smart Specialisation-RIS3 with the intention of getting member states and regions to prioritise their economic activity on the basis of their competitive advantages and critical mass. In this context, many European regions have become aware of the potential their science policies have, notably Catalonia, a region that has been busily developing its competence in research and innovation for decades. Now it is vital to identify the challenges that lie ahead in this field. With that purpose in mind, this paper has selected a series of comparative law models and a range of issues for appraisal, to identify any shortcomings and propose reforms in the Catalan system. The benchmark countries for this were Germany, Austria and the United Kingdom, and the issues were scientific management/governance and scientific planning, including the question of public-private partnerships and knowledge and result transfers in both cases.

Keywords: Science policy; research and innovation; European regions; comparative law; decentralised companies.

* Laura Díez, professora titular de dret constitucional de la Universitat de Barcelona i catedràtica acreditada en dret constitucional, lauradiez@ub.edu.

Miriam Cueto, professora titular de dret administratiu de la Universitat d'Oviedo i catedràtica acreditada en dret administratiu. Ex-directora general de Recerca i Universitats del Govern d'Astúries entre 2007 i 2015, mcuetop@uniovi.es.

Ana Fernández-Zubieta, doctora en humanitats per la Universidad Carlos III de Madrid. MSc. in Public Policies for Science and Technology per la University of Sussex, Science Policy Research Unit (SPRU), afernandez-zubieta@iesa.csic.es.

Article rebut el 19.07.2016. Avaluació cega: 21.9.16 i 30.10.2016. Data d'acceptació de la versió final: 17.10.2016

Citació recomanada: Díez, Laura; Cueto, Miriam; Fernández-Zubieta, Ana. «El sistema català de recerca i innovació en el context europeu: avaluació i reptes». *Revista catalana de dret públic*, núm. 53 (desembre 2016), p. 45-72, DOI: [10.2436/rcdp.i53.2016.2852](https://doi.org/10.2436/rcdp.i53.2016.2852).

Sumari

- 1 Plantejament del treball
- 2 Models comparats de referència
 - 2.1 La gestió de la ciència
 - 2.1.1 Repartiment competencial en recerca i innovació
 - 2.1.2 Les principals opcions en matèria de governança
 - 2.2 La planificació de la política científica
 - 2.3 La col·laboració publicoprivada i la transferència
- 3 El sistema català de recerca
 - 3.1 La gestió de la ciència
 - 3.1.1 Repartiment competencial en recerca i innovació
 - 3.1.2 Les principals opcions en matèria de governança
 - 3.2 La planificació de la política científica
 - 3.3 La col·laboració publicoprivada i la transferència
- 4 Conclusions sobre els sistemes de recerca i innovació europeus
 - 4.1 La gestió de la ciència
 - 4.1.1 Rellevància i conseqüències de l'assumpció de competències en política científica
 - 4.1.2 Relacions de col·laboració entre els diversos nivells del poder públic
 - 4.1.3 Valor i repercussions de la bona governança científica
 - 4.2 La planificació de la política científica
 - 4.2.1 Coordinació de les prioritats científiques a través de les estratègies
 - 4.2.2 Instruments complementaris a les estratègies
 - 4.2.3 Contingut de les estratègies
 - 4.2.4 Realisme i avaluació de la planificació
 - 4.3 La col·laboració publicoprivada i la transferència
 - 4.3.1 Instruments de promoció de la col·laboració i de la transferència

1 Plantejament del treball

La política científica forma part de l'eix de les polítiques socioeconòmiques als estats més avançats de la Unió Europea (UE). El protagonisme de la investigació, el desenvolupament i la innovació (IDi) s'ha intensificat amb la crisi econòmica i financera, ja que el foment de la ciència s'interpreta com una eina per afrontar els grans reptes socials, de cara a la creació de llocs de treball i afavorir el creixement econòmic. La rellevància de la ciència s'ha manifestat tant en les decisions internes dels membres de la Unió, com en les decisions preses per les institucions europees. En són una mostra recent la *Innovation Union* aprovada el 2010 i l'*European Research Area* (ERA) del 2012, ambdues emmarcades en l'estratègia Europa 2020 per al creixement intel·ligent, sostenible i integrador.¹

En aquest context, la UE ha promogut les *Research Innovation Strategies for Smart Specialisation-RIS3* amb la intenció que els estats prioritzin la seva activitat econòmica sobre la base dels seus avantatges competitius i la seva massa crítica.² Concretament, per al període 2014-2020, la Comissió Europea ha definit un enfocament integrat de tots els fons de la política de cohesió, amb una fixació clara de prioritats i resultats per assolir; en aquesta direcció, la Comissió obliga els països i les regions a elaborar les seves RIS3 centrant-les en les especialitzacions econòmiques i de coneixement que s'ajustin millor al seu potencial d'innovació, d'acord amb els actius i les capacitats del territori. La Comissió ha fixat, fins i tot, la metodologia que s'ha d'emprar per aprovar les RIS3, amb la voluntat d'assegurar que durant el seu procés d'elaboració es puguin identificar degudament els àmbits d'especialització.³

Davant d'aquest escenari, moltes regions europees han pres consciència del potencial de les seves polítiques científiques,⁴ entre les quals destaca Catalunya. Aquesta regió ha desenvolupat des de fa dècades de manera intensa la seva competència en IDi i resulta fonamental detectar quins són els seus reptes de futur en aquest àmbit.⁵ Amb aquesta finalitat, el present article ha seleccionat una sèrie de models de dret comparat i un conjunt de temes per avaluar, per tal d'identificar mancances i proposar reformes en el sistema català de recerca i innovació.

Des de la perspectiva del dret comparat, els models elegits han estat Alemanya, Àustria i Regne Unit. La selecció d'Alemanya i Àustria s'explica no només pel seu caràcter políticament descentralitzat, sinó també per les substancials competències de les regions en política científica;⁶ per la seva banda, la inclusió del Regne Unit es justifica per les especials característiques del seu sistema de gestió de la ciència, a més de suposar un exemple d'inserció divers en el marc de la UE. Un altre element decisiu en l'elecció d'aquests països ha estat la seva tradició i eficiència en el camp de la política científica; en aquest sentit, l'*Innovation*

1 El 2010 la Comissió Europea publica l'Europa 2020, que prioritza cinc objectius en matèria d'ocupació, innovació, educació, integració social i clima-energia. Per coordinar els esforços en recerca i innovació, la Comissió va desenvolupar la *Innovation Union* i va crear l'ERA, amb la intenció d'implicar tant la Unió com els seus membres en la millora del sistema públic de la ciència, centrant la investigació en els grans reptes socials. Sobre aquesta última iniciativa es pot veure QUINTANA, O., «El Espacio Europeo de Investigación: una Europa donde los investigadores y el conocimiento puedan circular sin fronteras». *Informe CyD 2012. La contribución de las universidades españolas al desarrollo*. Fundación Conocimiento y Desarrollo, 2013.

2 Sobre aquest concepte d'*smart specialisation* aplicat a la IDi pot veure's BAIER, E., KROLL, H. i ZENKER, A., *Templates of smart specialisation: experience of placed-based regional development strategies in Germany and Austria*. Fraunhofer, 2013; aquest document inclou també una anàlisi de l'especialització intel·ligent en el cas de les regions alemanyes i austríaques.

3 La Comissió Europea va aprovar la *Guide to research and innovation strategies for smart specialisation-RIS3* que estableix una metodologia bidireccional i interactiva (combina els enfocaments de dalt a baix *-top-down-* i de baix a dalt *-bottom-up-*), parteix de les evidències i es constitueix sobre la base de consensos entre els agents del sistema.

4 Sobre el nivell de compromís de les regions europees en política científica es pot consultar DORY, T., *RTD policy approaches in different types of European regions*. Comissió Europea, 2008.

5 Una bona síntesi sobre la situació a Catalunya, que recull tant la perspectiva històrica com una projecció de futur, es pot trobar a MALKIN, D., *El sistema català d'innovació. Reptes i orientació de les polítiques públiques*. Consell General de Cambres de Catalunya, 2009.

6 Els estudis de l'ERA consideren aquests dos països, juntament amb Espanya i Bèlgica, com els estats amb major capacitat regional en matèria científica. Així s'explica a CHARLES, D., DAMIANOVA, Z. i MAROULIS, N., *Contribution of policies at the regional level to the realisation of the European Research Area*. ERAWATCH, 2009, p. 12-13.

Union Scoreboard (IUS) del 2014 situa Alemanya en el grup d'*Innovation Leaders* i Àustria i el Regne Unit en el d'*Innovation Followers*, mentre que Espanya es classifica com a *Moderate Innovator*.⁷

Pel que fa a la selecció dels temes per avaluar, és conegut el gran ventall de qüestions que, de manera directa o tangencial, configuren un sistema científic. No obstant això, si es revisen els abundants informes relatius a la IDi a Europa, tothom coincideix a identificar com a reptes les qüestions relacionades amb la gestió/governança de la ciència i amb la planificació científica, incloent-hi en ambdós casos el tema de la col·laboració publicoprivada i la transferència de coneixements i resultats.⁸

2 Models comparats de referència

2.1 La gestió de la ciència

2.1.1 Repartiment competencial en recerca i innovació

A Alemanya la distribució de competències en matèria de política científica entre la Federació i els setze *Länder* s'estableix en l'article 74.13 de la Constitució, on es determina que «la legislació concurrent s'estén al foment de la investigació científica». L'article 72.1 concreta que «en l'àmbit de la legislació concurrent, els *Länder* tenen la facultat de legislar en tant que la Federació no hagi fet ús mitjançant llei de la seva competència legislativa».⁹ D'aquesta manera, a Alemanya el protagonisme en matèria de ciència es comparteix inicialment entre l'Estat i els *Länder*, tot i que les competències relatives al mercat laboral i a la propietat industrial i intel·lectual es concentren principalment en la Federació i les competències fiscals regionals són limitades.

Una dada essencial per entendre aquest repartiment de competències és l'elevat grau d'actuacions conjuntes entre tots dos nivells de poder, que bàsicament es tradueixen en programes o iniciatives comunes on la política científica regional complementa les iniciatives nacionals o les que tenen projecció internacional. Aquesta cooperació abasta no només l'aprovació de programes, sinó també el seu finançament, que es porta a terme conjuntament. Un dels exemples més eloqüents és la *Initiative for Excellence*, acordada el 2005 entre el govern federal i els dels *Länder* i finançada fins al 2017, que dota de recursos amb base competitiva escoles de graduats, clústers i universitats de cara a millorar la seva competitivitat internacional.¹⁰

El cofinançament dels instituts no universitaris de recerca (PRO) és un altre element vertebrador del sistema alemany de la ciència, específicament el cofinançament dels dedicats a la ciència aplicada, com els *Fraunhofer-Institutes*, ja que es tracta d'instituts molt rellevants per a l'orientació del desenvolupament científic regional. De fet, els governs regionals pressionen per atreure aquests instituts a la seva regió amb mesures favorables de finançament.¹¹

Com es pot intuir, la intensa cooperació ha provocat que tant Federació com *Länder* centrin les seves prioritats pel que fa a política científica en àmbits diferents. Per exemple, en el camp de la innovació els *Länder* no només han incrementat la seva despesa, sinó que s'han concentrat en les obligacions assumides en els programes conjunts amb la Federació; com a conseqüència, les polítiques regionals en innovació han

7 Una excel·lent exposició actualitzada sobre la situació global en matèria científica de cadascun d'aquests països pot trobar-se a *Research and innovation performance in the European Union. Innovation Union progress at country level 2014*. Directorate-General for Research and Innovation, Unió Europea, 2014.

8 Entre molta altra bibliografia, sobre aquests reptes pot llegir-se *European Research Area. Progress Report 2014*. Directorate-General for Research and Innovation, Unió Europea, 2014. En relació amb Catalunya, aquests desafiaments es recullen a l'informe *OECD Reviews of Regional Innovation: Catalonia, Spain, 2010*.

9 Una descripció del sistema de distribució competencial alemany pot trobar-se a ARROYO, A., «Fundamentos constitucionales del reparto de competencias en la República Federal Alemana». *Cooperación y reparto competencial en los estados descentralizados*, Institut d'Estudis Autònoms, 2013.

10 Una valoració molt positiva sobre l'eficàcia d'aquest programa pot trobar-se a l'informe de l'*Expert Commission on Research and Innovation-EFI 2014*, p. 21.

11 Així s'explica a STAHLCKER, T. i BAIER, E., *Analysis of the regional dimensions of investment in research. Case study regional report: Bavaria (Germany)*. ERAWATCH, 2007, p. 17.

guanyat importància com a instrument de diferenciació i de competició entre les mateixes regions. Per la seva banda, en l'àmbit de la innovació l'Estat s'ha centrat ja sigui en programes d'infraestructures transversals, o bé en programes especialitzats a finançar tecnologies en un nivell precompetitiu.¹²

S'ha arribat a afirmar que, gràcies a aquest sistema de cooperació i a causa de les diferències en el desplegament de la política científica dels *Länder*, els solapaments es donen ocasionalment; malgrat això, si s'analitza concretament la coordinació existent entre la Federació i alguns dels *Länder* amb més activitat en política científica, s'ha mantingut igualment la necessitat de millorar aquesta coordinació ja que s'hi detecten certes redundàncies.¹³ Pel que fa a la coordinació orgànica, cal assenyalar que no existia cap consell que coordinés les polítiques científiques de Federació i *Länder* fins al 2008, quan es crea la *Joint Science Conference* (GWK); entre altres tasques, aquest òrgan elabora informes que avaluen els èxits i els reptes del *Pact for Research and Innovation*, un altre exemple de col·laboració a què posteriorment s'al·ludirà.

A Àustria la política científica es concep com una competència equiparable a la de foment, de manera que pot ser desenvolupada tant per la Federació com pels nou *Länder*;¹⁴ respecte d'altres competències que incideixen en aquesta matèria, la Constitució atorga facultats molt limitades als *Länder* en assumptes econòmics i fiscals i reserva a l'Estat la competència exclusiva en propietat intel·lectual, assumptes relatius a la producció i a la indústria, el règim de patents i el dret laboral. A la pràctica, l'actor principal en política científica ha estat la Federació, encara que a partir dels anys noranta els *Länder* van començar a implementar polítiques pròpies amb una especial intensitat en el camp de la innovació; com a excepció a aquesta tònica hi ha algunes regions com la d'Estíria, que tradicionalment ha desplegat de manera destacada la seva competència en recerca i innovació.

La coordinació en el camp de la ciència entre Federació i *Länder* es produeix principalment a través de programes conjunts, que s'han iniciat fonamentalment l'última dècada i que emfatitzen el paper regional, però on l'Estat desenvolupa un paper de lideratge en tots els nivells, tant d'agenda com financer. En són un bon exemple els programes posats en marxa pel govern federal i finançats tant per aquest com pels governs regionals, on la Federació determina els objectius així com les normes per a la seva implementació; dos casos reeixits són el *COMET-Competence Centres for Excellence Technologies*, posat en marxa el 2006, i l'*Academia+Business*, posat en funcionament el 2002 i reeditat el 2011,¹⁵ als quals es farà referència més endavant.

A banda d'aquests programes, la coordinació entre els dos nivells polítics és un punt feble del sistema, sense que hi hagi un model clar d'interacció entre ells. Precisament per millorar la col·laboració es va crear el 2010 el Consell d'Investigació i Desenvolupament Tecnològic (*Plattform FTI Österreich*), amb representants de tots dos nivells i l'objectiu de millorar el flux d'informació i coordinació. També a mitjan anys noranta la Federació i els *Länder* van acordar augmentar la coordinació en programes de recerca sobre medi ambient i energia i el 2001 van decidir ampliar aquests sectors, fonamentalment, a les set prioritats temàtiques establertes al *Sixth European Framework Programme*.¹⁶

Per altra banda, les RIS3 han brindat la possibilitat de coordinació i de fixació de prioritats estratègiques entre la Federació i els *Länder*. Només tres *Länder* han formulat i registrat les seves pròpies RIS3 (Viena,

12 Sobre aquesta dualitat en la política científica alemanya pot veure's WILSON, D. i SOUITARIS, V., «Do Germany's Federal and Land governments (still) co-ordinate their innovation policies?». *Research Policies*, núm. 31, p. 1123-1140.

13 Els mateixos autors que defensen l'escassetat de solapaments relativitzen aquesta afirmació, per exemple, per a Baviera a STAHLER, T. i BAIER, E., *Analysis of the regional...*, cit., p. 11 i 38.

14 Sobre el sistema de distribució competencial austríac es pot veure BUSSJÄGER, P., *Homogeneität i diferència. Sobre la teoria de la distribució de competències entre Bund i Länder a Àustria*. Institut d'Estudis Autònoms, 2010.

15 Des de la perspectiva territorial, pot trobar-se més informació sobre aquest programa a HABSBERG-LOTHARINGEN, C. i DINGES, M., *Analysis of the regional dimensions of investment in research. Case study regional report: Carinthia (Austria)*. ERAWATCH, 2006, p. 13.

16 Sobre aquestes iniciatives de coordinació sectorial es pot veure KAISER, R. i PRANGE, H., «Managing diversity in a system of multi-level governance: the open method of coordination in innovation policy». *Journal of European Public Policy*, núm. 11:2, 2004, p. 256.

Alta Àustria i Baixa Àustria),¹⁷ encara que altres *Länder* com Estíria tenen desenvolupades les seves pròpies estratègies d'innovació i desenvolupament econòmic. Davant aquesta situació, la Federació ha optat per formular una RIS3 de caràcter nacional amb capítols regionals, de manera que ha servit per fomentar la col·laboració entre universitats, centres de recerca, agents regionals i empreses, amb l'objectiu que esdevinguin socis experts en especialització intel·ligent.

En tot cas i en part com a conseqüència de la manca d'una cooperació eficaç, la política dels *Länder* austríacs es construeix a partir de les línies mestres que estableix la Federació¹⁸ i desenvolupen una tasca important d'assessorament als agents del sistema científic, especialment en relació amb el Programa marc de recerca i altres programes europeus d'IDI, mitjançant els punts regionals de contacte (RCPS).

Comparat amb els dos països precedents, el disseny polític del Regne Unit està menys determinat per uns marcs legislatius rígids.¹⁹ Així, per donar compte dels mecanismes que regeixen el sistema d'IDI és necessari recórrer tant a instruments de tipus legislatiu, com les *acts*, com a d'altres de caràcter més informal però que marquen també la pràctica del sistema de recerca. Tenint en compte aquest entorn normatiu més feble, entre els principis i normes que regeixen les competències i la distribució dels recursos d'IDI destaquen el *Haldane Principle*, les *Royal Charters* i la *Science and Technology Act 1965* (STA).²⁰ Seguidament s'analitzen per separat.

El *Haldane Principle* determina que és la comunitat científica la millor capacitada per proposar i seleccionar els projectes de recerca, sobre la base del mèrit científic. Dins d'aquest marc, correspon al govern establir les grans prioritats estratègiques i els fons disponibles per distribuir entre els diferents *Research Councils* (RC), mentre que la comunitat científica s'encarrega, en coordinació amb aquests, de seleccionar els projectes. D'aquesta manera, s'estableix un procediment de «baix cap a dalt» pel qual s'elegeixen els projectes d'acord amb les diferents línies de desenvolupament científic.

Moltes institucions del sistema d'IDI del Regne Unit operen sota les *Royal Charters*, o cartes de drets, que atorguen entitat legal a una col·lectivitat d'individus i requereixen l'aprovació del govern; a més, el fet de ser una entitat subjecta a carta de drets té implicacions sobre la seva supervisió interna, ja que obliga a atorgar part del control al *Privy Council*. Els set RC operen sota *Royal Charters*, com també la major part de les universitats del país. No obstant això, actualment existeixen noves figures jurídiques per atorgar drets, com va fer la *Further and Higher Education Act 1992* respecte del finançament i l'administració de l'educació superior a Anglaterra i Gal·les i amb efectes a Escòcia.²¹

La STA es pot considerar com l'eina legislativa més destacada en l'articulació del sistema d'IDI del Regne Unit, on s'estableixen les responsabilitats en recerca de la Secretaria d'Estat, el Ministeri, les entitats amb estatut de *Royal Charters* i altres organitzacions. A més, conté previsions relatives als RC i a la distribució d'activitats relacionades amb la investigació.

17 Sobre el contingut de les RIS3 regionals austríaques pot veure's *ERAWATCH Country Reports 2013: Austria*. Comissió Europea, 2014, p. 20-22.

18 Així ho afirma JÖRG, L., *Policy profile Austria. TIP Input paper for the OECD NIS MONIT Network, work package 1*. Technopolis, 2004, p. 12.

19 Pel que fa a l'àmbit concret de la IDi pot veure's SIMMONDS, P., ROSEMBERG MONTES, C., SHARP, T., RENTEL, M. i WAIN, M., *Coordination and governance of the UK science, technology and innovation (STI) system between the national and sub-national level*. Technopolis, 2014.

20 Pot trobar-se informació sobre aquests instruments a EDGERTON, D., «The Haldane Principle and other invented traditions in science policy». *History and Policy*, www.historyandpolicy.org/papers/policy-paper-88.html#S81.

21 Aquesta *Act* destaca per haver atorgat la potestat a 35 politècnics per esdevenir universitats i per la creació d'entitats de finançament com el *Higher Education Funding Council for England* (HEFCE) i el *Further Education Funding Council* (FEFC), així com ens similars a Escòcia i Gal·les. També va eliminar el control dels governs locals sobre els col·legis d'educació i va crear acords per al control de qualitat.

2.1.2 Les principals opcions en matèria de governança

El sistema de governança a Alemanya està molt desenvolupat i és estable.²² Començant pel nivell estatal i respecte dels òrgans de direcció, el Ministeri d'Educació i Investigació (BMBF) és el responsable principal de la política científica: d'aquest ministeri depèn la major part de la planificació i del finançament de la ciència al país, tant pel que fa a programes estatals com a programes coordinats amb els *Länder* o al finançament destinat a òrgans, institucions o empreses dedicats a la IDi. Concretament, promou la investigació bàsica i recolza les institucions que la porten a terme; fomenta la recerca en els sectors del medi ambient, el clima, l'ecologia, la salut i l'educació; i dóna suport a tecnologies clau en camps molt diversos, com la mobilitat o l'ocupació.

Un altre actor important a nivell de direcció de la política científica és el Ministeri d'Economia i Tecnologia (BMW), que també planifica i finança programes en IDi. Aquests programes se centren particularment en el suport a les petites i mitjanes empreses (pimes) i l'emprenedoria, promovent mesures centrades en la innovació, la cooperació en la investigació i el *consulting* tecnològic. A més, aprova i finança programes de recerca energètica, aeroespacial i aeronàutica; finança alguns PRO i, juntament amb els *Länder*, també finança programes focalitzats en la innovació.

La coordinació entre els dos ministeris protagonistes en política científica, BMBF i BMW, ha estat tradicionalment limitada; tot i que hi ha procediments formals sota la responsabilitat superior del BMBF, aquests se circumscriuen bàsicament a l'intercanvi d'informació. No obstant això i com s'apuntarà, la coordinació va millorar de manera substancial amb la posada en marxa el 2010 de la *High-Tech Strategy 2020 for Germany* (HTS 2020), amb un enfocament interdepartamental que involucra els diferents ministeris i les seves polítiques.

A nivell assessor hi ha tres òrgans: l'*Expert Commission on Research and Innovation* (EFI), que assessora la Cancelleria Federal; el *German Science Council* (WR), que assessora tant el govern estatal com els dels *Länder*, a més de realitzar regularment avaluacions; i la *Industry-Science Research Alliance*, que presenta de manera habitual propostes i recomanacions relacionades amb les línies d'actuació recollides en la HTS 2020.

Quant a la gestió de la política científica, a Alemanya hi ha diverses agències que es troben majoritàriament situades als grans centres d'investigació i que administren la major part dels programes finançats per fons públics. Aquestes agències es gestionen conjuntament per Estat i *Länder* a través del *Programme Administating Agencies (Projektträger)*. En el terreny de la gestió del finançament, hi ha també el *KfW Banking Group*, banca pública federal (80%) i regional (20%) que atorga crèdits i garanties a les empreses privades.

Pel que fa a la implementació de la política científica, a Alemanya hi ha unes 400 institucions d'educació superior que es distribueixen de la manera següent. Hi ha unes 100 universitats, que aglutinen les dues terceres parts dels estudiants universitaris, que ofereixen una educació teòrica i científica i la possibilitat de realitzar posteriorment un doctorat; paral·lelament, hi ha unes 200 universitats de ciències aplicades amb l'altre terç de matriculats, però que per estar orientades a l'educació aplicada no ofereixen tots els camps o disciplines d'estudi. La resta són universitats especialitzades (com, per exemple, en tecnologia o escoles d'art) i hi ha també unes 120 universitats privades, i en nombre creixent, centrades especialment en ciències aplicades.²³

Encara en el nivell de la implementació de la ciència, a Alemanya hi ha un gran ventall de PRO. Aquests tenen una significació dins el sistema de recerca quantitativament comparable al de les universitats. Es tracta d'un conjunt d'organitzacions amb una gran varietat de models de governança i amb un paper divers dins el sistema científic, que va des d'instituts de recerca bàsica pura centrats en l'educació doctoral a instituts de recerca aplicada dirigits a la cooperació amb la indústria. El seu paper essencial consisteix a proveir d'una

22 Un quadre explicatiu de tots els agents implicats en la governança científica alemanya pot trobar-se a VOIGT, P., *ERAWATCH country reports 2013: Germany*. Comissió Europea, 2014, p. 8.

23 Sobre la governança a les universitats alemanyes es pot llegir DE BOER, H., ENDERS, J. i SCHIMANK, U., «¿Hacia una nueva gestión pública? La gobernanza de los sistemas universitarios en Inglaterra, los Países Bajos, Austria y Alemania». A: KEHM, Barbara (comp.), *La nueva gobernanza de los sistemas universitarios*. Octaedro, ICE-UB, 2012, p. 193-214.

recerca orientada a llarg termini realitzada en grans infraestructures i a oferir als científics destacats un espai per concentrar-se en la investigació reduint la seva càrrega docent. D'acord amb el seu finançament, aquests PRO es classifiquen en tres grups: de finançament federal, dels *Länder* o conjunt; des d'una perspectiva qualitativa, les grans organitzacions en el sector dels PRO són tres, totes elles de finançament mixt: la *Max Planck Society* (MPG), la *Fraunhofer Society* (FhG) i la *Leibniz Association* (WGL).

Malgrat aquesta classificació que distingeix entre universitats i PRO, aquests dos actors del sistema estan estretament lligats. Per començar, la majoria dels directors dels PRO són alhora professors permanents a les universitats i hi exerceixen càrrecs; igualment, molts investigadors dels PRO imparteixen classes a la universitat. A més, els principals PRO es troben activament implicats en l'educació de grau i de postgrau, especialment en la docència a doctorands.

A Àustria, els principals òrgans que dirigeixen la política científica pertanyen al nivell estatal.²⁴ Fins a la formació de l'últim govern després de les eleccions generals de setembre del 2013, els ministeris responsables eren el de Ciència i Investigació (BMWF), el d'Economia, Família i Joventut (BMWFJ) i el de Transport, Innovació i Tecnologia (BMVIT). Ara els dos primers s'han unit en el nou Ministeri de Ciència, Recerca i Economia (BMWFW), que acumula competències en educació superior (universitats, universitats de ciències aplicades i formació professional superior); en recerca bàsica; en política econòmica; en innovació i desenvolupament tecnològic, i en promoció de l'emprenedoria. Depenen del BMWFW institucions no universitàries d'investigació, com l'*Institute of Science and Technology* (IST Àustria), l'*Austrian Academy of Sciences* i la *Ludwig Boltzman Society* (LBG). També depèn d'aquest ministeri l'*Austrian Science Fund* (FWF), principal òrgan de finançament de la recerca bàsica. Igualment participa en el 50% de l'*Austrian Business Service* (AWS) i en l'*Austrian Research Promotion Agency* (FFG), i dóna suport als centres tecnològics, als *Austrian Cooperative Research Institutes* (ACR-Institutes) i a la *Christian Doppler Research Association* (CDG, de la qual depenen els *CD-Labs*).

Aquesta fusió ministerial ha estat objecte d'algunes crítiques que consideren que pot limitar la llibertat científica i la independència dels grups de recerca bàsica, a més de reduir la inversió en aquest àmbit; per contra, reforça la inversió en investigació aplicada i transferència del coneixement, augmentant així l'alineació de la política científica amb les polítiques industrials del país per, finalment, afavorir el desenvolupament de la IDi a l'empresa. Aquests temors són presents en aquest moment a tots els països europeus, ja que la necessitat de vincular el sector productiu al coneixement pot portar a desequilibrar el suport a la investigació bàsica.²⁵ No obstant això, cal assenyalar que, amb anterioritat, l'existència dels dos ministeris també havia estat criticada a Àustria, ja que dificultava la unitat d'acció i es considerava una debilitat del sistema de governança. Precisament, i com s'explicarà, una de les prioritats de la vigent *Austrian Federal Government Strategy for Research 2011* va ser tractar d'augmentar la coordinació intergovernamental.

Com s'ha avançat, el darrer ministeri competent en IDi és el BMVIT, responsable de les ciències aplicades, de la transferència tecnològica i amb participació en l'altre 50% de l'AWS i del FFG, a més de ser accionista majoritari de l'*Austrian Institute of Technology* (AIT). No obstant això, malgrat no ser directament competent en política científica, el Ministeri de Finances (BMF) juga també un paper fonamental en la matèria, ja que determina l'assignació de recursos econòmics i també el disseny, la implementació i el monitoratge dels programes que elaboren el BMWFW i el BMVIT conjuntament: els *Structural Programmes*, que financen projectes executats per les empreses; i els *Thematic Programmes*, que promouen els projectes entre les empreses i les organitzacions científiques en el marc de les prioritats temàtiques nacionals. També depenen del BMF l'*Austrian Institute of Economic Research* (WIFO) i l'*Institute for Advanced Studies* (IHS).

A nivell consultiu, a Àustria hi ha dos òrgans: l'*Austrian Science Council*, que assessora el govern federal en temes relacionats amb la universitat; i l'*Austrian Council for Research and Technological Development*, que assessora els governs federal i dels *Länder* en política científica, especialment en matèria de governança, a més de definir la política científica estatal i monitoritzar la seva implementació.²⁶

24 Un quadre explicatiu de tots els agents implicats en la governança científica austríaca pot trobar-se a CUNTZ, A., *ERAWATCH country reports 2012: Austria*. Comissió Europea, 2013, p. 7.

25 Pel que fa al cas austríac pot veure's *Austrian Research and Technology Report 2014*. BMWFW i BMVIT, 2014, p. 49.

26 La rellevància d'aquest òrgan com a assessor en matèria de governança científica s'explica a HARTMAN, C. i BERGER, M., *Analysis*

Per gestionar la política científica a nivell federal hi ha tres agències que ja s'han esmentat: la FFG, el FWF i l'AWS. La FFG és responsable de la promoció científica i tecnològica de la indústria, de l'orientació temàtica de la ciència (per exemple, en nanotecnologia, TIC, etc.), de la cooperació entre la ciència i la indústria, dels programes europeus i del programa nacional espacial; a més, és responsable dels programes més importants des del punt de vista del seu impacte en els *Länder*, com són els *Structural Programmes* de la *FFG-Bassis Programm*. El FWF és el principal gestor de la promoció de la investigació bàsica, que es focalitza en les institucions d'educació superior; així, el 70% dels seus fons es destinen a projectes competitius orientats en l'àmbit d'aquest cicle formatiu. Finalment, l'AWS es descriu a si mateix com el «banc especial per al suport a les empreses» ja que els ofereix préstecs, crèdits, garanties i assegurances, així com serveis de consultoria i contactes amb *business angels*; concretament, juga un paper cabdal en el finançament i suport a les *start-up*.

A nivell d'implementació de la política científica, a Àustria hi ha 22 universitats públiques, 21 de ciències aplicades i 12 universitats privades de mida reduïda. Les primeres són la columna vertebral de la investigació bàsica i les segones es van establir per diversificar l'ensenyament universitari i encadenar-se a les demandes del mercat de treball, de manera que la seva tasca principal és proveir una oferta d'educació superior des d'una vessant pràctica.²⁷

Pel que fa a la governança, el Regne Unit té un sistema d'IDi complex en el qual s'inclouen diferents agents de finançament i execució, públics i privats.²⁸ En aquest context, la governança de la IDi té com a màxim responsable el govern central, que estableix la direcció i les prioritats generals de la recerca científica; un cop establertes les directrius principals, els diferents ministeris coordinen i executen polítiques sectorials, on destaca el *Department for Business Innovation and Skills* (BIS). En un nivell operatiu es troben les diferents agències de finançament, amb entitats com els RC. Des del punt de vista de la implementació, diversos organismes públics i privats s'encarreguen de l'execució de la recerca, com les universitats, que gaudeixen d'un nivell d'autonomia considerable. A continuació es detallen les competències de cadascun d'aquests nivells de governança.

Començant pel nivell més elevat i com s'acaba d'exposar, el BIS és el ministeri que té la responsabilitat general en ciència i innovació a escala nacional i també posseeix competències en educació superior, la qual cosa li atorga una gran capacitat d'acció global en temes d'IDi. Concretament, gaudeix de poders executius en l'àmbit de la recerca, s'encarrega de l'elaboració i el seguiment de l'estratègia d'investigació i és el proveïdor principal de recursos públics per a la recerca científica. També proveeix de fons els RC, que els canalitzen a les institucions d'educació superior i als *Research Council Institutes*.

El BIS treballa amb un total de 51 agències i ens públics que s'encarreguen del desenvolupament i la coordinació de les polítiques i tenen funcions regulatòries. Aquests organismes inclouen, entre d'altres, departaments no ministerials, agències executives i ens públics no departamentals. Els departaments no ministerials tracten assumptes on la supervisió política es considera no apropiada o podria donar lloc a ingerències polítiques; solen tenir funcions regulatives o supervisores i estan encapçalats per funcionaris públics. Els ens públics no departamentals no formen part del govern i reten compte davant del Parlament, la qual cosa els atorga major independència; també difereixen de les agències executives en el fet que no duen a terme polítiques ministerials i tenen, d'aquesta manera també, una major autonomia.

Els RC es distribueixen en set disciplines²⁹ i es coordinen de forma associativa per mitjà del *Research Council UK* (RCUK). Al seu torn, el *Joint Strategy Group* (JSG) s'encarrega de facilitar la coordinació en el tractament d'assumptes estratègics entre el RCUK i el BIS i d'assessorar el director general de Coneixement i Innovació, tal com el *Council for Science and Technology* aconsella el primer ministre i els primers ministres d'Escòcia i Gal·les en temes estratègics.³⁰

of the regional dimensions of investment in research. Case study regional report: Styria (Austria). ERAWATCH, 2006, p. 15.

27 Sobre la governança a les universitats austríaques es pot llegir DE BOER, H., ENDERS, U. i SCHIMANK, U., «¿Hacia una nueva gestión pública?...», cit., p. 193-214.

28 Se'n pot trobar una exposició a CUNNINGHAM, P., *ERAWATCH country reports 2013: United Kingdom*. Comissió Europea, 2014.

29 Enllaços als diferents *Research Councils*: [EPSRC](#); [ESRC](#); [MRC](#); [NERC](#); [STFC](#) [data d'accés 06.03.2015].

30 Sobre les funcions del Consell es pot consultar JASANOFF, S., «Quality control and peer review in advisory science». A: LENTSCH,

A més dels set RC, el Regne Unit també compta amb quatre ens de finançament que s'encarreguen de repartir fons, directes o institucionals, a les universitats: el *Higher Education Funding Council for England* (HEFCE), el *Scottish Funding Council* (SFC) i el *Higher Education Funding Council for Wales* (HEFCW); a Irlanda del Nord el finançament el tramita directament el *Department for Employment and Learning* (DELNI). Des de la perspectiva del finançament també cal destacar el *Technology Strategy Board* (TSB), que focalitza la seva activitat en el foment de la transferència de coneixements i resultats i al qual posteriorment s'al·ludirà.

L'execució de la recerca va principalment a càrrec de les institucions d'educació superior, els organismes públics d'investigació (OPI) i el sector empresarial, al qual es fa referència tot seguit.

El 2012, es van comptabilitzar un total de 165 institucions d'educació superior, de les quals la major part són universitats. Les universitats britàniques gaudeixen de gran autonomia per a la cerca i la gestió de fons i això explica que es trobin entre les universitats europees amb carteres de finançament més diversificades;³¹ no obstant això, la major part dels fons són públics, ja siguin directes o indirectes.³² El sistema d'educació superior varia enormement pel que fa a la seva activitat de recerca, amb universitats amb una alta activitat investigadora de reconeixement mundial i d'altres amb una orientació més centrada en l'ensenyament.³³

Per la seva banda, al voltant d'uns cent OPI desenvolupen investigació pròpia i tenen capacitat per finançar recerca amb una orientació aplicada, sempre que es consideri rellevant per a les entitats de les quals depenen (que van del Museu Britànic al Laboratori de Seguretat). El procés de transformació del sistema de la ciència al Regne Unit també ha afectat aquestes institucions, amb una tendència a la privatització des dels anys setanta.³⁴

Finalment, el Regne Unit compta amb un teixit empresarial força involucrat en activitats d'IDI. No obstant això, la despesa del sector privat és baixa si es compara amb països com França, Estats Units, Dinamarca, Japó o Suècia,³⁵ i en aquest aspecte el país es considera un *follower* en innovació segons el IUS 2014.

2.2 La planificació de la política científica

La política científica a Alemanya ha estat estable i previsible gràcies als programes plurianuals i a un ampli ventall d'instruments de finançament. Malgrat això, no va ser fins a l'aprovació de la *High-Tech Strategy* per al període 2006-2009 quan, per primera vegada, s'establiren objectius, prioritats i mesures concretes que implicaven tots els ministeris del govern. Aquest pla va ser actualitzat el 2010 a través de la HTS 2020, que concentra els recursos públics en IDi i millora la coordinació interministerial. Aquesta nova estratègia sosté que el desenvolupament científic i tecnològic i la innovació són el mitjà per afrontar els reptes globals que ella mateixa identifica: el canvi climàtic i demogràfic; la propagació de malalties comunes; l'escassetat d'aliments a escala mundial, i la limitació dels recursos materials i energètics.

Resulta molt interessant apuntar que, des del 2007, *BMBF Foresight* ofereix cada dos anys previsions prospectives en matèria de ciència i assenyalava les necessitats socials de futur en termes d'IDI, amb un horitzó a quinze anys vista; així, abasta una àmplia mirada cap endavant per tal d'oferir guies per a l'agenda de prioritats científiques. Fent un gran pas més en aquesta direcció, recentment s'ha creat un interessant

J. i WEINGART, P. (comp.), *The Politics of Scientific Advice: Institutional Design for Quality Assurance*. Cambridge University Press, 2011, p. 19-35.

31 Així s'explica a DE DOMINICIS, L., PÉREZ, S. E. i FERNÁNDEZ-ZUBIETA, A., *European university funding and financial autonomy. A study on the degree of diversification of university budget and the share of competitive funding*. Oficina de Publicacions de la Unió Europea, 2011.

32 En relació amb aquest finançament públic es pot consultar GEUNA, A., «The changing rationale for European university research funding: are there negative unintended consequences?». *Journal of Economic Issues*, 2001, p. 607-632; i GEUNA, A. i MARTIN, B. R., «University research evaluation and funding: An international comparison». *Minerva*, núm. 41, 4, 2003, p. 277-304.

33 El Regne Unit compta amb vuit universitats dins de les 100 millors del *Shanghai Ranking 2014*: <http://www.shanghairanking.com/es/World-University-Rankings-2014/UK.html> [data d'accés: 10.03.2015].

34 Sobre aquesta qüestió pot veure's BODEN, R., COX, D., NEDEVA, M. i BARKER, K., *Scrutinising science: The changing UK government of science*. Palgrave-Macmillan, 2004.

35 En relació amb aquestes dades pot consultar-se CUNNINGHAM, P., *ERAWATCH country reports 2013: United Kingdom...*, cit.; i HUGHES, A. i MINA, A., *The UK R&D Landscape*. Enhancing Value Task Force, UK-IRC, 2012.

instrument de planificació de la política científica, els projectes orientats de futur (*Zukunftsprojekte*): atès que una de les principals finalitats de la HTS 2020 és guiar la IDi cap a un nombre concret de metes, el govern federal aprova aquests projectes com a eina bàsica per assolir-les, ja que dissenyen un full de ruta que condueix cap a la consecució de fites parcials. El març del 2012, l'executiu va aprovar el HTS 2020 *Action Plan*, amb deu projectes orientats de futur que detallen objectius específics que s'han d'assolir en un termini de deu a quinze anys. La rellevància d'aquests instruments prospectius ha estat assenyalada a l'informe de l'*Expert Commission on Research and Innovation-EFI 2011*, en el sentit que l'èxit del HTS 2020 dependrà bàsicament del seu procés d'implementació.³⁶

A Alemanya la planificació també es duu a terme conjuntament entre Federació i *Länder* a través de programes plurianuals, entre ells el *Higher Education Pact 2020*, aprovat el 2007 i reeditat l'any 2009 fins al 2015, encara que dissenyat per continuar fins al 2020; aquest pacte té com a objectiu assegurar l'educació superior a la vista del creixement del volum d'estudiants i inclou finançament addicional per a infraestructures universitàries d'investigació, a més de recollir el compromís dels *Länder* de promoure partenariats entre les institucions universitàries i les empreses. Un altre exemple de planificació conjunta és l'esmentat *Pact for Research and Innovation*, signat el 2005 amb la finalitat d'arribar al 3% de la despesa en IDi i que es va ampliar al 5% per als anys 2011 a 2015; amb aquest pacte es pretén assegurar el finançament i fer un millor ús dels recursos existents concentrant l'excel·lència, incrementant la cooperació i les xarxes, donant suport als joves científics i fent possible aproximacions científiques no convencionals.

A banda d'aquesta programació conjunta, la Federació va posar en marxa dos instruments més amb una repercussió directa i decisiva en la planificació de la política científica dels *Länder*: els programes *EXIST* i *BioRegio Contest*.³⁷ El primer es va iniciar el 1998 i se centra a millorar el clima per a l'aparició d'*start-up* en les universitats i en les institucions acadèmiques, a través de la creació de xarxes que posen en contacte aquests centres amb agents externs, com ara empreses o cambres de comerç; mentre que el govern central (BMW) estableix els objectius concrets del programa, els *Länder* l'implementen a través d'activitats molt diverses. El programa *BioRegio Contest* es va iniciar el 1997 amb l'objectiu d'estimular la creació i competitivitat de les empreses biotecnològiques i de promoure l'establiment de companyies estrangeres a Alemanya; els *Länder* guanyadors del concurs reben importants fons provinents del BMBF que els permeten, al seu torn, atreure un altre finançament públic i també privat tant d'Alemanya com de països estrangers.

Fins aquí s'han tractat els principals instruments de planificació que, juntament amb la *Initiative for Excellence* ja referida, conformen el conjunt de prioritats científiques a Alemanya. Per completar aquest panorama cal apuntar que el 2013 es va presentar el *National Research Infrastructure Roadmap*, que pretén servir de suport i guiar les decisions polítiques en matèria d'infraestructures, per exemple, en el moment de situar les grans infraestructures alemanyes i també les europees, ja que aquest *Roadmap* s'emmarca en l'estratègia d'internacionalització del govern alemany i, concretament, en la seva voluntat d'obertura a la col·laboració exterior. Al costat dels instruments generals de planificació i del *Roadmap* s'han posat en marxa altres mecanismes específics i sectorials focalitzats en cadascuna de les prioritats científiques; entre ells destaquen la *Digital Germany 2015*, el *National Research Strategy BioEconomy 2030* i el *Leading-Edge Cluster Competition*.

Pel que fa a Àustria, la planificació de la IDi es troba recollida en l'*Austrian Federal Government Strategy for Research 2011: Realising potentials, increasing dynamics, creating the future: Becoming an Innovation Leader*. Aquesta estratègia suposa la superació de dues de les més rellevants debilitats estructurals de la política científica austríaca: disposar d'una política clara a llarg termini que comptés amb el suport dels agents implicats en el sistema de la ciència. Així, en aquest pla es recull una llargament esperada planificació de la política científica, compartida pels diferents ministeris i en la concepció de la qual han participat els principals agents del sistema.³⁸

36 *Expert Commission on Research and Innovation-EFI 2011*, p. 13.

37 Sobre ambdós programes es pot consultar STAHLCKER, T. i BAIER, E., *Analysis of the regional...*, cit., p. 16-19.

38 Sobre aquestes crítiques i sobre com s'han esvaït després de l'aprovació de l'Estratègia de 2011 es pot llegir SCHUCH, K., *ERAWATCH country reports 2011: Austria*. Comissió Europea, 2012, p. 13.

Des de la perspectiva del seu contingut, l'estratègia també suposa un pas endavant. Malgrat que Àustria s'ha caracteritzat tradicionalment per una política científica genèrica, aquest pla defensa que una aproximació no selectiva resulta insostenible i per tant és necessari focalitzar els instruments de finançament.³⁹ En aquesta direcció, a més de virar la política cap al sector industrial productiu, l'estratègia identifica com a grans prioritats temàtiques el canvi climàtic, els recursos escassos, la qualitat de vida i el canvi demogràfic. Per assolir aquestes prioritats, les principals tasques governamentals seran enfortir les estructures estatals de recerca, amb el focus posat en l'excel·lència; promoure les capacitats innovadores de les empreses; millorar la governança, i vincular la IDi al sistema educatiu.

Des del punt de vista de la seva implementació, resulten interessants dues qüestions de diferent naturalesa però clarament connectades. En primer lloc, la posada en funcionament tres mesos després de ser aprovada l'estratègia de l'anomenada *Task Force*, liderada per la Cancelleria i pel Ministeri de Finances i on participen delegats dels ministeris implicats en política científica; la seva funció principal és dirigir i assegurar l'execució coordinada de l'estratègia per part de tots els departaments, per a la qual cosa es van crear nous grups de treball interministerials en els àmbits considerats clau dins de l'estratègia.⁴⁰ En segon lloc, com a conseqüència de la posada en marxa del pla es varen efectuar canvis organitzatius a nivell ministerial, amb la intenció d'evitar problemes en l'aplicació de l'estratègia derivats de l'anterior confrontació entre els diferents ministeris.

Des d'un punt de vista de la planificació sectorial, la fuga de cervells que afecta tots els països europeus també preocupa a Àustria i s'han posat en marxa diferents programes a escala federal, com el *Brainpower Austria Programme* o el *Career Grants Programme*. També són destacables les polítiques d'igualtat de gènere que s'han anat adoptant per pal·liar la important bretxa de gènere existent en l'àmbit de la IDi, ja que el 2013 Àustria ocupava la dinovena posició en el rànquing mundial pel que fa a desigualtat home/dona: per començar, la reforma de la Llei d'universitats del 2009 va obligar a respectar una quota del 40% de dones en tots els òrgans i comissions de la universitat; a més, els acords de finançament de les universitats preveuen entre els criteris de dotació el compliment d'indicadors de gènere; finalment, des del 2002 el programa *Women in Research and Technology (fForte)* inclou diverses accions en l'àmbit acadèmic, de la recerca aplicada i del sector educatiu preuniversitari.

Al Regne Unit la *Innovation and Research Strategy for Growth 2011 (IRS)* estableix el marc estratègic governamental en recerca i innovació. Aquesta estratègia es complementa amb la *UK Industrial Strategy 2012*, que identifica els sectors més rellevants per al creixement de l'economia del Regne Unit. Finalment, les despeses governamentals es plasmen en els *Spending Reviews* anuals. Seguidament s'analitzaran cadascun d'aquests documents.

La IRS parteix de la necessitat de mantenir una investigació bàsica d'excel·lència, alhora que considera la innovació com a clau per competir en la nova economia global. En aquest marc, reconeix el paper central del sector privat en la innovació però sense menystenir el rol que el govern ha de jugar a través del finançament de la recerca bàsica; de la millora de les relacions entre les institucions d'educació superior i el sector privat; i del foment d'un entorn més propici per a la comercialització de la investigació. De la mateixa manera, la IRS admet que el govern pot fer un major ús de la compra pública innovadora i millorar el finançament d'altres iniciatives en aquest àmbit, com la *Small Business Research Initiative*; també admet la importància de facilitar l'accés a les dades i el coneixement finançat per fons públics i de millorar la regulació de la propietat intel·lectual.

Des del punt de vista del contingut, l'estratègia accepta l'exigència d'ajustar-se als límits del dèficit públic i, per tant, reivindica la necessitat de prioritzar determinades àrees; en aquest context, la IRS prioritza reptes com el canvi climàtic, la seguretat o la demografia, i destaca el paper que poden tenir sectors com la gestió de *big data* per solucionar aquests grans reptes. Entre els sectors tecnològics clau, la IRS hi preveu quatre: les ciències naturals en àrees com la biotecnologia, on destaquen la *UK Life Sciences Strategy* i el *Biomedical Catalyst Fund*; la producció en sectors d'alt valor afegit, com l'aeronàutica, on sobresurt el programa

39 Aquest canvi cap a la prioritització temàtica a Àustria s'explica a IZSAK, K. i GRINIECE, E., *Innovation policy...*, cit., p. 13-14.

40 Sobre la composició concreta de la *Task Force* i el seu treball es pot consultar SCHUCH, K., *ERAWATCH country reports...*, cit., p. 14-15, i *Austrian Research and Technology Report 2014*, Federal Ministry of Science and Research & Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology, 2014.

NovaSar, que desenvolupa radars per a satèl·lits; les tecnologies digitals, relacionades per exemple amb les indústries creatives; i la nanotecnologia. En l'estratègia també s'assenyalen quatre tecnologies emergents on cal prioritzar la despesa: biologia sintètica; còmput d'eficiència energètica; recollida d'energia, i el grafè, per mitjà del *Graphene Global Research and Technology Hub*.

Com s'ha avançat, la *UK Industrial Strategy 2012* complementa la IRS i estableix onze sectors per als quals s'elaboren estratègies de desenvolupament específiques, en col·laboració amb el sector empresarial. Aquests sectors són l'aeroespacial; les tecnologies de l'agricultura; l'automoció; la construcció; l'economia de la informació; l'educació internacional; les ciències naturals; el sector nuclear; l'energia eòlica fora de costes; el gas i el petroli, i els serveis professionals de negocis. L'estratègia industrial també estableix una llista de vuit grans tecnologies en les quals el govern, juntament amb el RCUK i el TSB, han considerat que el país pot tenir un avantatge competitiu: el *big data* i la computació d'eficiència energètica; els satèl·lits i les aplicacions comercials de l'espai; la robòtica i els sistemes autònoms; les ciències naturals, la genòmica i la biologia sintètica; la medicina regenerativa; l'agrocultura; els materials avançats i la nanotecnologia, i l'energia i la seva acumulació.

Finalment, el *Spending Review 2013* estableix la distribució de despesa del govern entre abril del 2015 i del 2016 i la manera com es financen serveis prioritaris com els de salut, educació i infraestructures. És liderat pel ministre d'Economia i Hisenda, que en el cas de la recerca negocia amb el BIS la despesa total en IDi.⁴¹

Adicionalment, cal apuntar que altres documents com l'*Annual Innovation Report* permeten avaluar l'evolució de les estratègies en IDi i s'inscriuen en la tendència progressiva d'utilitzar indicadors en les decisions governamentals i departamentals.⁴² Aquest document ofereix evidències sobre els reptes d'innovació identificats i inclou noves mesures i desenvolupaments.

2.3 La col·laboració publicoprivada i la transferència

La promoció de la col·laboració científica entre el sector públic i el privat ha estat des de la dècada dels vuitanta una peça molt rellevant en la política científica estatal alemanya. Els estrets vincles existents entre el sector empresarial i la recerca pública es demostren per l'alt percentatge d'investigació a les universitats i els PRO que es duu a terme gràcies al finançament de la indústria. En direcció inversa, el govern alemany ha posat en marxa un ampli ventall de mesures de finançament públic per enfortir la recerca en el sector empresarial; els programes temàtics són els més habituals en aquest camp, que generalment s'orienten a aconseguir objectius concrets en determinats terrenys tecnològics.

Entre els programes vigents destaca l'*Industrial Collective Research for SMEs* (IGF), que finança la recerca empresarial cooperativa organitzada a través de l'AIF, associació d'àmbit estatal que aplega més de cent instituts d'investigació en diferents sectors i que es dedica especialment a la promoció de les ciències aplicades en benefici de les pimes. Les tasques de recerca s'assignen a un institut concret i els seus resultats es posen a disposició de qualsevol pimedel sector; d'aquesta manera, el programa promou la interacció entre els instituts de recerca i aquest tipus d'empreses.

En el terreny concret de la transferència, ja s'han esmentat el programa *EXIST*, adreçat a la millora de les condicions per a l'emprenedoria a les universitats, i el *Leading-Edge Cluster Competition*, com una fórmula excel·lent de promoure clústers d'innovació prometedors; en idèntica direcció, el 2012 es va posar en marxa el *Zwanzig20-Partnership for Innovation* i el 2013 també es va obrir un nou *Competence Centre for Procurers*. Des de la perspectiva del finançament, sobresurten el *High-Tech Start-up Fund* i els programes del *Federal Technology Venture Capital*. En la mateixa línia, els governs dels *Länder* ofereixen una sèrie de programes per a *start-up* relacionats amb la innovació que inclouen capital risc de característiques similars al que ofereix la Federació.

41 Sobre les quantitats assignades a IDi en els *Spending Reviews* pot llegir-se SIMMONDS, P. i altres, *Coordination and governance of the UK*, cit.

42 En aquest sentit es pot consultar MARTIN, B. R., «The use of multiple indicators in the assessment of basic research». *Scientometrics*, núm. 36, 3, 1996, p. 343-362.

Si es posa l'atenció en les universitats, destaquen tres instruments bàsics de col·laboració públicoprivada i de transferència.⁴³ El primer són les oficines de transferència de tecnologia que estableixen i reforcen els contactes entre universitat i empreses privades, encara que la seva efectivitat és limitada per la seva escassetat crònica de força de treball. La segona mesura consisteix en el fet que recentment les universitats ja poden quedar-se amb els guanys dels seus contractes d'investigació i usar-los per a les seves pròpies finalitats. Finalment, el govern federal va llançar el *Research Bonus* com a incentiu temporal per a la col·laboració entre universitats i empreses, especialment les pimes.

En suma, si s'analiza el contingut de tots els instruments esmentats es dedueix que l'aproximació del govern federal a la col·laboració i la transferència científica ha estat triple:⁴⁴ reduir els costos, incrementar els incentius de les universitats i altres centres d'investigació i augmentar els estímuls de les empreses per implicar-s'hi. En aquesta triple direcció, existeixen múltiples programes de promoció de la col·laboració públicoprivada i de la transferència; a més, hi ha regles clares en matèria de propietat intel·lectual, no hi ha obstacles per a la col·laboració i els partenariats transnacionals i, comparativament, la mobilitat d'investigadors entre institucions públiques i privades és senzilla. No obstant això, tant el govern com els experts asseguren que hi ha un potencial desaprofitat en el camp de la translació dels resultats a la seva comercialització i consideren convenient la simplificació de la normativa i del considerablement complex sistema tributari, així com un major accés al capital risc i una millora en la claredat de les mesures de suport a la IDi.⁴⁵

A Àustria, des de la dècada dels noranta, la col·laboració entre universitats, organitzacions de recerca i sector privat està recolzada per un ampli ventall d'estructures. Entre elles destaquen els al·ludits *COMET-Competence Centres for Excellence Technologies*, amb programes a mitjà-llarg termini cofinançats per Federació i *Länder* i concertats entre científics i indústria, que centren la seva investigació en les aplicacions industrials. També sobresurt la FFG, que ofereix fins al 70% de finançament a les *start-up* en projectes tecnològicament arriscats però econòmicament prometedors, a més de donar suport a les empreses joves en la cerca de *partners* o inversors potencials a través de fòrums. Entre aquestes estructures també es troben els CD-Labs, la LBG i l'AIT.

Amb caràcter més recent, el govern austríac ha desenvolupat un reeixit espectre de programes. En l'última dècada aquests s'han dedicat a donar suport a la creació d'empreses de tecnologia i innovació, que ara es troben sota el paraigua de l'*Austrian Association of Technology Centres* (VTO). També s'han endegat programes per donar suport a l'emprenedoria, com el ja esmentat *Academia+Business*, que recolza econòmicament la creació d'incubadores a les universitats i institucions de recerca (*AplusB-Centres*). Entre les últimes actuacions posades en marxa pel govern austríac hi ha la promoció de capital risc privat, especialment destinat a les joves pimes innovadores en les seves primeres fases de funcionament; en aquest context, el programa més important és el *Venture Capital/Clean-Tech Initiative*. Un nou programa ressenyable és el KLIPHA, l'objecte del qual és finançar els estudis experimentals de projectes innovadors de les pimes; el finançament es facilita a través de préstecs, però en determinades circumstàncies es transforma en una subvenció si al final els resultats dels estudis són negatius. Un altre mecanisme recent és l'*Innovation Voucher*, que tracta d'ajudar les pimes que s'inicien en l'activitat innovadora; aquest ha estat un dels programes que més èxit ha tingut els darrers anys, finançant fins a 492 projectes el 2013.⁴⁶ Aquest mateix any es va posar en marxa també el *Frontrunners Programme*, destinat a donar suport a les empreses clau en el posicionament d'Àustria a escala internacional com a país líder en innovació, amb un programa d'ajuts per a les empreses amb major esforç innovador. Ja el 2014, el BMWFW va iniciar un nou programa, el *Knowledge Transfer Centres and Exploitation of IPR*, amb tres mòduls adreçats a incentivar les relacions entre universitats i empreses, estimular les patents i accelerar l'explotació de les invencions creades a les universitats. Finalment, també el 2014 s'ha creat un centre especialitzat en ciències de la vida i tres centres regionals, que han suposat un

43 Sobre aquests instruments es pot consultar KOSCHATZKY, K. i STAHLACKER, T., *The changing role of universities in the German research system: engagement in regional networks, clusters and beyond*. Fraunhofer, 2010.

44 Així s'explica a ROBIN, S. i SHUBERT, T., *Cooperation with public research institutions and success innovation: evidence from France and Germany*. Fraunhofer, ISI, 2010, p. 6.

45 De fet, hi ha un bon nombre de programes i iniciatives encaminats a oferir informació i accés a la transferència de tecnologia; se'n pot trobar una síntesi a VOIGT, P., *ERAWATCH country reports 2013*, cit., p. 74-75.

46 Així s'explica a *Austrian Research and Technology Report 2014*, cit., p. 99.

revulsiu a escala territorial per incrementar les relacions entre la universitat i els organismes de recerca amb l'entorn productiu.⁴⁷

Des de la perspectiva sectorial, el 2013 s'ha creat un nou consorci d'investigació en l'àmbit de les tecnologies verdes, el *Green Tech Research*. Aquesta nova xarxa reuneix cinc institucions de recerca, incloent-hi el *FH Joanneum* i socis de negoci, amb l'objectiu de posar en comú els seus coneixements en el camp de l'energia i les tecnologies mediambientals.

Com es desprèn de la gran quantitat d'estructures i programes existents, el sistema federal austríac de promoció de la col·laboració i la transferència científica és molt complex en termes de governança i es troba fragmentat, amb prevalença de quantioses intervencions d'escala reduïda. A més, malgrat que el 35% de les grans empreses austríaques col·laboren amb les universitats, la cooperació entre les pimes i la universitat és molt baixa; precisament per promoure la col·laboració científica entre l'acadèmia i les pimes que no tenen unitats d'investigació es va crear el programa *Young Experts*, que finança el 80% del cost laboral del lloc de treball del post-doc contractat per l'empresa.

Al Regne Unit, pel que fa a les polítiques de col·laboració científica publicoprivada i de transferència de coneixement i resultats destaca el paper del TSB i dels *Technology and Innovation Centres* o *Catapults*, així com la tasca dels diferents RC i del HEFCE. Seguidament s'hi fa referència per separat.

El TSB, o *Innovate UK*, finança la recerca aplicada per tal de facilitar el procés de comercialització de productes. Per optar al seu finançament es requereix que els projectes estiguin liderats per empreses o actuïn en col·laboració amb universitats. En el seu document estratègic sobre innovació, anomenat *Concept to Commercialisation: a strategy for business innovation 2011-15*, el TSB pretén: (i) accelerar el pas entre el concepte i la comercialització, mitjançant el suport a empreses petites i en estat inicial, la creació de xarxes de tecnologia i centres d'innovació, la promoció d'intercanvi de coneixement i la innovació oberta; (ii) connectar l'entorn de la innovació, mitjançant la connexió de les organitzacions involucrades en les activitats innovadores, des dels agents de finançament als executors; (iii) convertir l'acció del govern en oportunitats de negoci, per mitjà de la identificació d'àrees en què la política pot estimular el negoci innovador; (iv) invertir en les àrees prioritàries de la política industrial; (v) i augmentar les capacitats del TSB en paral·lel a la instauració d'un procés de rendiment de comptes i monitoratge de la institució.

En aquest context, el TSB es configura com la principal agència d'innovació del Regne Unit, que desenvolupa la seva tasca a través d'una varietat d'instruments entre els quals es troben: *TSB direct communications*, *TSB technologies*, *Knowledge Transfer Networks*, *Knowledge Transfer Partnerships*, *Grants for Collaborative Research*, *Innovation Vouchers* i els punts de contacte nacional per al Programa marc de la UE. No obstant això, dins aquests instruments destaquen les *Catapults*, centres tecnològics i innovadors especialitzats en les àrees identificades en la *UK Industrial Strategy 2012*.

Les *Catapults* han estat dissenyades per cobrir el buit entre les empreses, l'acadèmia, la recerca i el govern, donant suport als projectes i tecnologies que estan llestos per al seu testeig però que no estan prou madurs per entrar al mercat. Pretenen garantir que aquestes idees evolucionin fins a la seva comercialització, centrant-se en els potencials buits existents entre el finançament i els incentius econòmics de possibles inversors, ja que es tracta de projectes on els agents privats, com els *business angels*, estan menys disposats a invertir per l'alt risc de fracàs. Les *Catapults* aconsegueixen els seus fons d'una manera variada, combinant el finançament competitiu, el privat i els fons propis del TSB.

Pel que fa als RC, disposen de «rutes» per a la transferència de coneixement i resultats que s'emmarquen dins dels seus plans estratègics.⁴⁸ Les «rutes» inclouen beques d'investigació supervisades de manera conjunta entre entitats públiques i privades, per mitjà dels *Cooperative Awards for Science and Engineering*.⁴⁹ A més,

47 Sobre l'impacte d'aquests centres es pot consultar CUNTZ, A., *ERAWATCH country reports 2014: Austria*. Comissió Europea, p. 43; i a *Austrian Research and Technology Report 2014*, cit., p. 11.

48 Per veure enllaços a les «rutes» de cada RC es pot consultar <http://www.rcuk.ac.uk/ke/impacts/> [data d'accés: 09.04.2015].

49 Sobre aquestes beques es pot veure CUNNINGHAM, P., *ERAWATCH country reports 2013: United Kingdom*, cit.

en el RCUK hi ha un grup de treball específic sobre innovació i impacte no acadèmic de la recerca, com un mitjà per coordinar les activitats entre els diferents RC i facilitar l'aprenentatge.⁵⁰

Finalment, el HEFCE també té un paper important en la transferència de coneixement i resultats per mitjà del *Higher Education Innovation Fund* (HEIF). Es tracta d'un fons nacional per al suport del desenvolupament institucional de polítiques, estructures i capacitats per a la transferència del coneixement que compta amb més de dues dècades d'experiència.

3 El sistema català de recerca

3.1 La gestió de la ciència

3.1.1 Repartiment competencial en recerca i innovació

La Constitució espanyola (CE) estableix que tant l'Estat com les comunitats autònomes (CA) són competents en el foment de la investigació científica i tècnica i afegeix que serà aquell l'encarregat de la coordinació general en aquesta matèria (articles 149.1.15 i 148.1.17 CE). D'aquesta manera, ambdues instàncies disposen de funcions legislatives i executives plenes produint-se una concurrència total en aquest àmbit, sota l'obligada coordinació estatal.⁵¹ La jurisprudència del TC ha reforçat la posició d'igualtat d'Estat i CA quan ha concretat que les activitats de foment inclouen no només el suport a la investigació privada i universitària, sinó també la creació d'una estructura de recerca pròpia, estatal o autonòmica (STC 90/1992).⁵²

El cas de la innovació, en canvi, queda relativament al marge d'aquest escenari de distribució competencial. Atès que l'article 149.1 CE no preveu expressament la competència estatal en innovació, els estatuts d'autonomia la poden assumir de forma plena. Això suposa que el camp d'actuació de les comunitats en aquest àmbit és superior al que disposen en ciència i tecnologia, ja que no es troben sotmeses a la coordinació general de l'Estat. Aquesta dissociació també ha tingut el seu reflex a la Llei 14/2011, d'1 de juliol, de la ciència, la tecnologia i la innovació (LCTI), que distingeix entre ciència i tecnologia, d'una banda, i innovació, d'una altra, per complir els dictats constitucionals i també per distingir entre ambdues: la innovació no es limita al coneixement, sinó que el desborda.⁵³

A tot aquest repartiment de competències entre Estat i comunitats s'ha d'afegir un altre actor, que intervé de manera decisiva en el foment de la investigació i en la innovació: les universitats (article 27.10 CE). Segons ha concretat el TC, tant l'Estat com les CA han de respectar un espai que els permeti adoptar decisions sobre la recerca que desenvolupen (STC 26/1987).

A partir dels dictats constitucionals, la vigent redacció de l'Estatut d'autonomia català (EAC) concreta l'àmbit d'actuació de la Generalitat en política científica i ho fa especificant summament els poders autonòmics, seguint la filosofia de l'Estatut de detallar al màxim les seves competències.⁵⁴ La principal referència competencial a la IDi es troba a l'article 158, que estableix l'abast general de les facultats de la Generalitat en política científica. En l'article 158.1 es determina que correspon a la Generalitat la competència exclusiva

50 En relació amb aquest grup de treball es pot llegir SIMMONDS, P. i altres, *Coordination and governance of the UK*, cit.

51 Una anàlisi exhaustiva sobre el repartiment competencial en política científica entre Estat, CA i ens locals pot trobar-se a GÓMEZ, M., «Administración e investigación científica y técnica: veinte años después de la Ley de la ciencia». *Revista de Estudios Autonómicos y Federales*, núm. 5, 2007, p. 241-270.

52 Altres sentències rellevants del TC en matèria de distribució de competències en política científica són la 53/1988, la 186/1999, la 13/1992 i la 175/2003. Una síntesi sobre la doctrina que s'hi recull es pot trobar a Díez BUESO, L., *Los sistemas de investigación en los países europeos descentralizados. Estudio comparado de España, Alemania, Austria y Bélgica, y de Cataluña, Baviera, Estiria y las regiones belgas*. Institut d'Estudis Autonòmics, 2013, p. 22-24.

53 Sobre els motius que justifiquen la dissociació es pot llegir Díez BUESO, L., «La gobernanza del sistema español de ciencia, tecnología e innovación». *Revista Bioética y Derecho*, maig 2013, p. 20-27. De la mateixa manera, una àmplia anàlisi sobre els espais de la investigació i la innovació pot veure's FERNÁNDEZ, M. i altres, «La gobernanza de la política científica y tecnológica en España». *Documentos de trabajo RedCTI-CSIC*, setembre 2008, p. 5-8.

54 Un estudi sobre com s'han assumit les competències autonòmiques en recerca en els diferents estatuts d'autonomia pot trobar-se a GÓMEZ, M., «Administración e investigación científica...», cit., p. 250-262.

en relació amb els centres i les estructures de recerca de la Generalitat i amb els projectes finançats per aquesta. L'article 158.2 EAC determina que correspon a la Generalitat la competència compartida sobre la coordinació dels centres i les estructures de recerca de Catalunya, entenent que aquest tipus de competència atribueix la legislació bàsica a l'Estat i la de desenvolupament i execució a la comunitat. Finalment, l'article 158.3 EAC estableix que els criteris de col·laboració entre l'Estat i la Generalitat en IDi s'han de fixar en el marc del que estableix el títol V, relatiu a les relacions Estat-comunitat.

Precisament en el terreny de la col·laboració en política científica, aquesta segueix els paràmetres habituals que es repliquen en altres camps, responent al bilateralisme com a filosofia i a la subscripció de convenis verticals com a instrument específic de relació. Malgrat l'avenç que va suposar la derogada Llei estatal 13/1986, de 14 d'abril, de foment i coordinació general de la investigació científica i tècnica, és unànime la consideració que no va cuidar ni va potenciar la creació d'un sistema científic coordinat entre Estat i comunitats.⁵⁵ Conscient d'aquesta mancança, la vigent LCTI va potenciar el Consell de Política Científica, Tecnològica i Innovació com a òrgan de coordinació general, tant des del punt de vista orgànic, donant més presència a les CA i els diversos ministeris amb competències relacionades amb la IDi, com des de la perspectiva funcional, ja que el Consell «elabora i informa» l'Estratègia de ciència i tecnologia i l'Estratègia d'innovació.

Enfront de la col·laboració orgànica i com succeeix en la resta de matèries, en política científica prevalen els convenis verticals bilaterals, que tenen generalment com a finalitat l'assessorament, l'assistència o el finançament a les CA; en aquest marc, destaquen els convenis que creen centres o instituts d'investigació per acord entre les universitats, les administracions autonòmiques i l'estatal (generalment els seus OPI).⁵⁶ Paral·lelament, l'Estat també ha posat en marxa certs programes on participen les CA, entre els quals recentment destacà el Programa de suport a la innovació de les pimes InnoEmpresa (2007-2013), dissenyat pel govern espanyol, finançat per Estat, CA i Fons Europeu de Desenvolupament Regional (FEDER) i gestionat per les comunitats.

3.1.2 Les principals opcions en matèria de governança⁵⁷

La direcció de la política científica a Catalunya es troba situada a la Conselleria d'Economia i Coneixement, dins de la qual hi ha la Secretaria d'Universitats i Investigació de la qual depenen dues direccions generals: Universitats i Recerca. De la Direcció General de Recerca depenen l'Àrea de polítiques sectorials científiques i tecnològiques i la Subdirecció General de Recerca.

Actualment, la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació (CIRI), presidida pel conseller del ram, defineix i coordina la política científica del govern català, com succeïa en el passat amb el Consell Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica (CIRIT) i, posteriorment, amb el Comissionat per a Universitats i Recerca. Les tasques de coordinació d'aquests dos últims òrgans van ser qualificades de «superficials», especialment les del primer; també en relació amb el moment actual s'ha apuntat la necessitat d'augmentar la coordinació entre els òrgans dedicats directament a la política científica i els responsables de la investigació en l'àmbit de l'agricultura i la salut,⁵⁸ dos sectors de gran importància en la IDi catalana sobre els quals es tornarà més endavant.

55 La limitada tasca coordinadora del Consell General de Ciència i Tecnologia s'explica a GARCÍA, A. i altres, «Legislar sobre política científica para el siglo XXI en España: un nuevo marco normativo para la política de I+D». *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, setembre-octubre 2007, p. 641. En relació amb el treball desenvolupat pel Consell i sobre una certa reactivació en la seva activitat des del 2006 vegeu Díez BUESO, L., «¿Hacia una política científica coordinada entre Estado y CC AA?». A: SANZ, L. i CRUZ, L., *La investigación y sus actores: institutos y centros de IDI y sus desafíos*. Fundación CyD, 12/2010, p. 212.

56 Es pot trobar més informació sobre l'ús dels convenis en matèria científica a Díez BUESO, L., «¿Hacia una política científica...», cit., p. 215.

57 La data de tancament d'aquest estudi va ser prèvia a la reestructuració governamental produïda després de les darreres eleccions autonòmiques. No obstant això, les principals estructures de recerca es mantenen i les reflexions que conté el present treball continuen plenament vigents.

58 A aquestes qüestions crítiques relacionades amb la coordinació a Catalunya es refereix MALKIN, D., *EL SISTEMA CATALÀ D'INNOVACIÓ...*, cit., p. 30.

El 2009 es va crear el Consell Català de Recerca i Innovació com a òrgan assessor del govern, integrat per membres nomenats per l'executiu entre experts en polítiques públiques científiques i representants de l'àmbit científic i empresarial.

Per a la gestió de la política científica, la Secretaria d'Universitats i Investigació compta amb les institucions següents: l'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR); la Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA); la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI), i la Fundació Centres de Recerca de Catalunya-CERCA.

Finalment, la Conselleria d'Empresa i Ocupació té adscrita l'Agència de Suport a la Competitivitat de l'Empresa Catalana-ACCIÓ. Aquesta agència constitueix l'eix on s'incardinen les polítiques del govern català adreçades a les empreses i té un paper bàsic en el terreny de la transferència, especialment a través dels centres identificats per la marca TECNIO que són de dos tipus: els centres tecnològics avançats (CTA) i els centres de suport a la innovació tecnològica (CIT).

La implementació de la política científica es porta a terme a Catalunya a través d'un important ventall d'agents. En primer lloc, hi ha centres de recerca configurats com a organismes independents amb personalitat jurídica pròpia, participats per la Generalitat, que tenen per objecte principal la investigació d'excel·lència; entre ells ja s'ha al·ludit als centres CERCA, però també destaquen els Centres IRTA-Institut de Recerca i Tecnologia Alimentària. En segon lloc, els instituts de recerca participats per institucions hospitalàries són igualment un pilar bàsic en l'activitat científica catalana i s'orienten cap a la investigació biomèdica; sobresurt per damunt dels altres l'Institut Català de la Salut (ICS). En tercer lloc, les Instal·lacions Científiques i Tecnològiques Singulares (ICTS) també implementen la ciència a Catalunya i destaquen el Sincrotró Alba del Consorci CELLS, el Superordinador Mare Nostrum del Barcelona *Supercomputing Center* i el Centre Nacional d'Anàlisi Genòmica, que formen part del Mapa Estratègic d'ICTS que va elaborar el Ministeri de Ciència i Innovació en col·laboració amb les CA. En quart lloc, també s'implementa investigació als diversos parcs científics i tecnològics catalans i als centres tecnològics, la major part de la xarxa TECNIO. Finalment, a Catalunya existeixen dotze universitats públiques i privades, amb al voltant de 40 instituts universitaris de recerca i un nombre aproximat d'investigadors a les universitats públiques que ronda els 21.000.⁵⁹

Resulta evident el gran nombre d'organismes de gestió i d'implementació de la ciència en aquesta regió. Amb vista a racionalitzar el sistema, el govern català va adoptar diverses mesures orientades a la fusió d'aquests organismes en el Pla de recerca i innovació de Catalunya 2010-2013 i, en la mateixa direcció, el 2012 es va convocar per primera vegada el programa SUMA, reeditat el 2013 i 2014 i dirigit a incentivar la fusió o l'associació entre els centres CERCA o d'aquests amb altres estructures o institucions col·laboradores. A més, el Departament d'Empresa i Ocupació ha impulsat la creació d'un gran centre tecnològic a partir de la integració dels sis centres tecnològics avançats (CTA) de la xarxa TECNIO (CETEMMSA, Barcelona Digital, Barcelona Media, ASCAMM, CTM i Leitat) per formar un gran centre proveïdor de tecnologia industrial a Catalunya, que rebrà el nom d'Eurecat.

3.2 La planificació de la política científica

Si s'analitza la política científica catalana de les últimes tres dècades es constata fàcilment que s'ha vist influïda per una multitud de factors: el procés de traspàs de competències; els fons provinents de la UE, tant els dedicats a investigació i desenvolupament com els estructurals; els canvis de govern, ja sigui a nivell autonòmic com estatal; les relacions de la Generalitat amb la comunitat acadèmica i empresarial; i, també, la major o menor voluntat de potenciar la ciència per part dels diferents executius autonòmics. En aquest marc, la Generalitat va aprovar quatre plans de recerca i innovació que fixaven les prioritats del govern tractant d'adaptar-se a les diferents conjuntures⁶⁰ i, l'any 2008, va acordar uns compromisos bàsics amb tots els agents implicats en la IDi en el Pacte nacional per a la recerca i la innovació a Catalunya.

59 Una àmplia anàlisi sobre el sistema d'educació superior a Catalunya es pot veure a *Higher education in regional and city development. The autonomous region of Catalonia, Spain*. OCDE, 2010. Des de la perspectiva organitzativa, pot veure's un estudi que relaciona el sistema científic i l'universitari a Espanya a DIEZ BUESO, L., «El régimen jurídico de la Universidad en España». *Istituzioni del Federalismo*, núm. 2, 2012.

60 Un estudi exhaustiu sobre la política científica a Catalunya, que repassa un per un els diversos plans així com les principals

Els reptes que planteja el pacte se sintetitzen en vuit, i cadascun d'ells enllaça amb uns objectius específics que, al seu torn, es lliguen a uns compromisos concrets i detallats. Així, per exemple, el repte 2 (Empènyer) té tres objectius: enfortir el sistema públic de recerca; aconseguir i fer rendibles infraestructures científiques i tecnològiques, i reforçar la capacitat de valorització del coneixement dels agents d'investigació. Al seu torn, el primer objectiu té entre altres compromisos vehicular el finançament del coneixement a través de contractes-programa amb les universitats i els hospitals; impulsar els centres de recerca catalans, o impulsar l'avaluació periòdica de les estructures de recerca i dels plans estratègics. Resulta interessant constatar que tots els compromisos del pacte impliquen no només els agents públics del sistema, sinó també el sector privat.

El pacte català també dedica un apartat al seu «Desplegament», que inclou uns instruments necessaris per al canvi i un sistema de seguiment. Els instruments per al canvi són molt ambiciosos, ja que van de la revisió de la mètrica de mesura i dels indicadors d'IDI a l'aprovació de múltiples estratègies (infraestructures, transferència del coneixement, propietat intel·lectual, etc.); en tot cas, l'instrument fonamental és l'aprovació per part de l'executiu català del Pla de recerca i innovació. Quant al seguiment, el pacte crea una comissió responsable de comprovar-ne el compliment encapçalada pel president de la Generalitat, que també ha de proposar nous compromisos que puguin enriquir-lo, cosa que ha fet en els dos informes presentats fins al moment (l'últim corresponent al 2013).

Com s'acaba d'esmentar, el principal instrument de direcció de la política científica catalana que preveu el Pacte nacional és el Pla de recerca i innovació. El pla vigent és l'Estratègia de recerca i innovació per a l'especialització intel·ligent de Catalunya (RIS3CAT), que s'emmarca en la ja al·ludida RIS3 promoguda per la UE. La RIS3CAT defineix quatre objectius estratègics (com ara consolidar Catalunya com a pol europeu de coneixement o connectar les capacitats tecnològiques i creatives amb els sectors existents i emergents del territori) i quatre eixos d'actuació (com a activitats emergents). Per realitzar els quatre objectius estratègics s'articulen cinc polítiques públiques (com l'Agenda Digital per a Catalunya 2020) i nou instruments.

Sens dubte, l'instrument més ressenyable que preveu la RIS3CAT són les «comunitats», és a dir, agrupacions voluntàries d'empreses i agents del sistema d'IDI que impulsen plans de transformació econòmica en els àmbits sectorials líders. Les comunitats han d'obtenir, per concurrència competitiva, una acreditació de la Generalitat que els donarà opció a rebre un ajut del Programa operatiu FEDER de Catalunya 2014-2020 (PO FEDER) per al seu pla d'actuació. Aquestes comunitats es van començar a articular a finals del 2014, en la línia de connectar els centres d'IDI ja existents entorn de diferents sectors capdavaners (alimentació, energia i química, etc.).

Juntament amb les comunitats RIS3CAT, també destaquen com a instrument d'implementació de l'estratègia els PECT. Es tracta d'iniciatives que articulen projectes per a la transformació econòmica d'un territori a partir de la col·laboració entre els seus agents, és a dir, administracions locals, agents de recerca i innovació, empreses, associacions i entitats. Els PECT també han d'obtenir, per concurrència competitiva, una acreditació de la Generalitat que els permetrà optar a fons europeus per al seu pla d'actuacions.

Resulta molt novedós el fet que la RIS3CAT prevegi una estructura de governança pròpia per assegurar els objectius següents: (i) el lideratge del Govern i la coordinació de les polítiques públiques, a través del Comitè de Direcció de la RIS3CAT; (ii) l'ús eficient i eficaç dels recursos públics, a través de dues comissions que coordinen els recursos del marc financer plurianual de la UE 2014-2020 a Catalunya; (iii) la participació activa de la quàdruple hèlix, és a dir, administracions, empreses, universitats i societat, on destaquen les comunitats RIS3 i els PECT; (iv) i la permeabilitat de la RIS3CAT als condicionants de l'entorn i a les necessitats de la societat i dels agents de la quàdruple hèlix, que es garanteix mitjançant un sistema de seguiment realitzat pel Comitè Tècnic del Comitè de Direcció.

També és ressenyable que el Comitè Director de la RIS3CAT hagi aprovat el Pla d'acció 2015-2020, que detalla alguns dels extrems de l'Estratègia. Es concep com un pla dinàmic revisable al llarg de la seva implementació, la qual cosa és coherent amb el seu contingut ja que recull principalment previsions generals i expectatives; de fet, com el mateix Pla apunta, les seves previsions pressupostàries estan subjectes a les

mesures preses pel govern català, pot trobar-se a MALKIN, D., *EL SISTEMA CATALÀ D'INNOVACIÓ...*, CIT., p. 17-30.

subvencions del FEDER. També els indicadors per al seguiment i l'avaluació de les activitats són molt genèrics, cosa que requerirà una concreció posterior.

Per completar el dibuix dels instruments de planificació científica a Catalunya cal recordar aquí que, des de la perspectiva sectorial, ja s'ha destacat la rellevància dels àmbits de l'alimentació i de la salut en aquesta regió. La seva importància ha conduït a l'aprovació de dos instruments de planificació específics per a aquests sectors: d'una banda, es va aprovar el Pla estratègic de recerca, innovació i transferència agroalimentària 2013-2020; de l'altra, el Pla estratègic de recerca i innovació en salut 2012-2015 es va adoptar amb la intenció d'escurçar el període comprès entre els resultats de la recerca i la seva aplicació pràctica clínica i de salut pública.

3.3 La col·laboració publicoprivada i la transferència

La RIS3CAT admet que a Catalunya hi ha un problema de connexió que dificulta que el coneixement de les universitats i els centres de recerca es transfereixi al teixit empresarial. Per aquest motiu, estableix dos instruments d'implementació adreçats directament a la col·laboració publicoprivada i a la transferència: els projectes col·laboratius d'IDi i la valorització i transferència tecnològica. L'objectiu dels primers és que la recerca de frontera que duen a terme els organismes d'investigació es posi a l'abast del teixit empresarial català, mitjançant la cooperació efectiva entre agents científics i empreses en consorcis locals o internacionals. Això hauria de generar nous productes o serveis d'alt valor afegit, que representin un elevat repte tecnològic i que difícilment es podrien dur a terme de manera exclusivament privada a causa de l'alt risc tecnològic associat.

La valorització i transferència de tecnologia és un altre instrument de la RIS3CAT que pretén que les administracions públiques ofereixin suport econòmic, sota el principi de risc compartit, a actuacions que tenen com a objectiu incrementar el valor de mercat de tecnologies que s'han identificat com a comercialitzables. Aquestes actuacions poden consistir en la realització de proves tècniques que demostrin la viabilitat de la tecnologia; el disseny del pla de negoci; l'elaboració de prototips i pre-sèries; la realització de proves de concepte o de mercat; o l'elaboració d'estudis de mercat, plans de negoci i plans d'explotació o comercialització de patents.

Des d'un punt de vista orgànic, ACCIÓ és la principal protagonista en el moment d'implementar aquests instruments. Des d'aquesta agència es duen a terme múltiples actuacions en matèria de col·laboració publicoprivada i de transferència, dins de les quals destaquen TECNIO i les comunitats RIS3CAT. Sobre aquestes últimes no cal afegir res ja que s'estan constituint. En canvi, respecte de TECNIO cal afegir que ACCIÓ va crear al 2008 aquesta marca per promoure específicament la col·laboració publicoprivada i la transferència en els seus centres (CTA) i grups (CIT) en set àmbits tecnològics: biotecnologia i ciències de la salut; alimentació; informació i comunicació; materials; energia i medi ambient; química, i tecnologies de la producció. A més, la seva Fundació CTM-Centre Tecnològic centra la seva activitat en els àmbits de tecnologia ambiental i de materials; biomecànica; energia; simulació i disseny innovador, i processos de conformació. També cal ressenyar que TECNIO ofereix una sèrie de programes de suport a la innovació i a la transferència que inclouen el suport financer; per exemple, una iniciativa recent és el programa de mobilitat TECNIOSpring 2013-2015, dirigit a contractar científics sèniors o experimentats en el camp de la investigació aplicada o la transferència, que treballen en centres TECNIO.

Juntament amb TECNIO i les comunitats RIS3CAT, ACCIÓ porta a terme cinc activitats més centrades en la col·laboració científica publicoprivada i la transferència: 1. Assessorament tecnològic en els processos de creació i finançament de nous productes, processos i serveis; 2. Innovació empresarial, on destaca el programa Tecnobonus destinat a incentivar que les pimes duguin a terme els seus primers projectes d'innovació amb proveïdors tecnològics; 3. Recursos per ID; 4. Programa d'emprenedoria corporativa, on destaquen el Programa nuclis d'innovació tecnològica, que impulsa activitats amb component internacional en tecnologies clau que difícilment podrien desenvolupar-se sense suport públic, i el Programa d'emprenedoria corporativa, que afavoreix la connexió entre les grans i mitjanes empreses amb els emprenedors, investigadors, *start-ups* i petites empreses; i 5. Valorització tecnològica, on destaquen les unitats de valorització dedicades a detectar

noves tecnologies amb un elevat potencial comercial i a impulsar activitats de valorització tecnològica en l'entorn de les universitats catalanes.

A més, resulta ressenyable que el Departament d'Empresa i ocupació va promoure els doctorats industrials com a mecanisme de transferència del talent, és a dir, l'investigador, on el futur doctor és contractat per una empresa durant un període de tres anys en el marc de la qual elabora la seva tesi.

Tot el que s'ha descrit fins al moment s'ha ideat i implantat des de l'Agència ACCIÓ. No obstant això, l'octubre del 2014 el Departament d'Economia i Coneixement va presentar el Programa indústria del coneixement per afavorir el desenvolupament de noves empreses de base científica d'origen universitari o de centres de recerca (*spin-offs*), per transferir la tecnologia i el coneixement generats en l'entorn acadèmic i científic al sector empresarial. Aquest programa preveu el finançament de projectes basats en la investigació amb l'objectiu d'acompanyar-los, des de la fase inicial de prototip fins a la seva introducció en el mercat; a més, inclou un programa de formació i mentors.

Finalment, cal esmentar que tant les universitats com altres agents del sistema estan realitzant esforços per enfortir les capacitats de valorització del coneixement, tant des d'un punt de vista estratègic com operatiu. En aquest sentit, totes les universitats catalanes han posat en marxa diverses iniciatives, com la creació de fons de finançament, vivers especialitzats o programes concrets, com el *Corporate Venturing* de la Universitat de Girona o l'espai EUREKA de la Universitat Autònoma de Barcelona; en tot cas, caldrà esperar per conèixer l'impacte d'aquestes activitats en la transformació del coneixement en activitat econòmica i benestar social.⁶¹ El que ja ha demostrat ser a Catalunya un instrument molt emprat i reeixit en el terreny de la col·laboració i la transferència són els parcs científics i tecnològics, ja que aquesta regió en lidera el rànquing quant al nombre i compten amb el suport d'ACCIÓ.⁶²

4 Conclusions sobre els sistemes de recerca i innovació europeus

4.1 La gestió de la ciència

4.1.1 Rellevància i conseqüències de l'assumpció de competències en política científica

Resulta fonamental avaluar quin grau d'influència té el repartiment constitucional de competències pel que fa a política científica en el major o menor desplegament competencial dut a terme per les diferents instàncies estatals i regionals.

A Alemanya la competència en ciència es configura com a concurrent i destaca, sens dubte, l'elevat grau d'actuacions conjuntes entre Federació i *Länder*; aquesta col·laboració abasta tant l'aprovació dels programes d'IDI com el seu finançament i, en aquest últim àmbit, sobresurt per la seva importància el cofinançament dels PRO. Tant a Àustria com a Espanya la competència en ciència es configura al marge dels tipus competencials clàssics, ja que es tracta d'una competència de foment que col·loca en una posició de relativa igualtat ambdues instàncies de poder: a Espanya, la paritat inicial d'Estat i CA s'ha vist reforçada pel disseny de la competència de foment de la investigació científica i tècnica realitzat pel TC; a Catalunya, el destacable paper de la Generalitat s'ha consolidat després de l'àmplia assumpció d'aquesta competència en el vigent Estatut.

No obstant això, l'anàlisi de la distribució competencial en política científica no pot aturar-se aquí, perquè resultaria parcial. De l'anàlisi dels diferents països es desprèn la importància decisiva de certes competències estatals alienes a aquesta matèria però que hi tenen una incidència directa. Si bé les competències concretes varien d'una constitució a una altra, és comuna l'assignació a l'Estat d'importants facultats en matèria de

61 En relació amb l'activitat de les universitats en matèria de transferència es pot veure PALOMAR, A. i TESTAR, X., «Transferencia de tecnología de las universidades catalanas a las empresas. Aportación de los contratos de IDI a la innovación empresarial». *Informe CyD 2009. La contribución de las universidades españolas al desarrollo*. Fundación Conocimiento y Desarrollo, 2008, p. 401-409.

62 Sobre el paper dels parcs científics en la política de les CA es pot consultar CASTILLO, J. i HAARICH, N., «Papel de los parques científicos y tecnológicos en la transferencia de conocimiento». *Monográfico: La transferencia de tecnología y conocimiento universidad-empresa en España*. Documentos CyD 17/2012, Fundación Conocimiento y Desarrollo, 2012, p. 59-66.

propietat intel·lectual i industrial, de mercat laboral i d'educació superior, el que inclou la regulació de les universitats, agents clau del sistema científic. També resulten cabdals les competències estatals relatives a l'ordenació general de l'economia, així com les limitades facultats fiscals de les regions. Com a resultat, si s'atén al repartiment competencial en política científica sembla que Estat i regions se situen en un pla d'igualtat, però les capacitats estatals són gairebé sempre superiors gràcies a les seves competències en altres sectors propers a la ciència i a les seves atribucions economicofiscals. A més, la preeminència estatal ve igualment determinada pel seu major pressupost i massa crítica, tant geogràfica com poblacional.

D'altra banda, més enllà del repartiment concret de competències, la configuració general i la dinàmica real del sistema de descentralització política tenen el seu reflex lògic en la política científica. Les tasques conjuntes entre la Federació i els *Länder* alemanys propicien una intensa interrelació entre totes dues instàncies que condiciona l'exercici de totes les competències. La preeminència de la Federació a Àustria condueix a un seguidisme generalitzat de les polítiques estatals per part dels *Länder*, encara que algunes regions hagin apostat per polítiques pròpies. L'absència de coordinació estatal a Espanya en polítiques que necessiten unitat d'acció limita l'avanç de sectors on les competències autonòmiques són rellevants.

Sigui com sigui, no es pot menystenir en cap cas el paper que les constitucions dels països descentralitzats de la UE atorguen a les regions en política científica, encara que l'extens marge de què disposen no sigui emprat de la mateixa manera per totes elles. Malgrat que la Constitució estableix un sistema similar a Àustria i a Espanya, el pes que en general tenen les CA en matèria científica és superior al dels *Länder* austríacs. És més, fins i tot existint a Alemanya, Àustria i Espanya un model bàsicament simètric de descentralització política, el paper de les diferents regions en un mateix país és diferent. Les regions capdavanteres en ciència desenvolupen la seva competència combinant dos factors que es complementen: en primer lloc, dissenyen una política científica sòlida i pròpia concentrada a potenciar els punts forts de la regió, que funciona alhora com a parapet per limitar la interferència de l'Estat; en segon lloc, plantegen una política científica que tracta d'obtenir el màxim rendiment de la que desplega l'Estat, implementant accions que la complementen per beneficiar la regió.

En definitiva, es pot afirmar que són diversos els factors que condicionen el paper d'Estat i regions en política científica: clarament el repartiment competencial en aquesta matèria, però també certes competències estatals relacionades amb la ciència o l'economia, així com la configuració i la dinàmica del sistema general de descentralització política. Dins d'aquest marc, és decisiva la voluntat dels governs regionals en el moment de desplegar les seves capacitats en política científica.

Aquest diferent grau de compromís dels estats i les regions amb el sistema de la ciència demostra que la seva configuració final no ve condicionada principalment per l'existència de mecanismes jurídics concrets que afavoreixin l'eficiència del sistema, sinó per la voluntat d'utilitzar-los. Aquesta circumstància es fa palesa clarament en una peça clau dins el sistema científic: la col·laboració entre Estat i regions.

4.1.2 Relacions de col·laboració entre els diversos nivells del poder públic

En el terreny de la col·laboració es pot traçar una línia molt nítida que separa Alemanya de la resta de casos analitzats: la col·laboració i coordinació entre la Federació i els *Länder* alemanys és virtut i eix del seu sistema de la ciència. En canvi, a Àustria i Espanya la col·laboració entre Estat i regions és un dels punts més febles del sistema. Com acaba d'avançar-se, els dèficits de col·laboració detectats no són atribuïbles principalment a deficiències en els instruments de col·laboració, sinó que descansen en moltes ocasions en la manca de voluntat política de l'Estat i/o de les regions. De fet, aquests instruments són comuns a Alemanya i a la resta de països, però s'utilitzen de forma molt diferent en ambdós casos: es tracta, fonamentalment, de la col·laboració orgànica, en òrgans de participació multilateral o agències; i d'acords entre Estat i regions, a través de programes plurianuals multilaterals o de convenis verticals.

A gairebé tots els països estudiats hi ha òrgans de col·laboració multilateral on es reuneixen representants de l'Estat i de les regions: la GWK alemanya, la *Plattform FTI Österreich* austríaca i el Consell de Política Científica, Tecnològica i Innovació espanyol. Els dos primers són de creació recent; respecte del Consell espanyol és ressenyable que la nova LCTI ha retocat la seva composició i funcions de cara a potenciar el seu treball com a òrgan de col·laboració, que fins al moment ha estat limitat. El temps donarà la mesura de

la utilitat d'aquests òrgans a Alemanya i Àustria i també de la virtualitat dels canvis normatius produïts a Espanya, que en els anys d'aplicació de la LCTI no semblen significatius.

Encara en el camp de la col·laboració orgànica, destaquen les agències alemanyes que gestionen conjuntament l'Estat i els *Länder* a través del *Projekträger*. En canvi, aquest tipus de col·laboració ha estat una altra oportunitat perduda a Espanya, on la Llei 28/2006, de 18 de juliol, d'agències estatals per a la millora dels serveis públics, podria haver propiciat la presència activa de les CA en agències com el CSIC i, en canvi, les comunitats només són presents en els instituts d'investigació de caràcter mixt que hi ha als diferents territoris.⁶³

Passant ara als acords entre Estat i regions, a Alemanya els programes multilaterals es dissenyen i financen conjuntament entre Federació i *Länder* i tenen un paper essencial, sobretot els relatius als PRO; l'ús que s'ha fet d'aquests acords de programació conjunta demostra clarament la seva oportunitat i eficàcia en matèria científica. A països com Àustria també s'han aprovat recentment programes que emfatitzen el paper dels *Länder*, però la seva agenda i disseny no han estat producte de la col·laboració sinó de decisions unilaterals de la Federació. A Espanya, els programes multilaterals també són dissenyats pel govern central, encara que en el seu finançament i gestió participin les CA.

Dins de la col·laboració mitjançant acords, sobresurt a Espanya l'ús dels convenis verticals bilaterals com a mecanisme habitual de relació entre Estat i CA en matèria científica, de la mateixa manera que succeeix en molts altres àmbits; a través d'aquests convenis es decideixen temes tan fonamentals per a la investigació com les infraestructures o la creació de centres d'IDi. En la línia de la bilateralitat se situen també els nous mecanismes de col·laboració Estat-Generalitat que recull l'EAC, que es preveuen amb caràcter general en el títol dedicat a les relacions entre ambdues instàncies i que s'han d'aplicar, per tant, a l'àmbit de la ciència.

Els programes multilaterals austríacs i els convenis bilaterals espanyols són clars exponents de com els dos estats tracten les regions com un agent més del sistema i no com un interlocutor qualificat, amb prioritats polítiques pròpies que s'han de coordinar en el marc d'una orientació científica global. És cert que l'Estat ha de buscar un equilibri entre la igualtat de les parts i l'eficiència del sistema, però igualtat no significa necessàriament tracte igualitari i, sobretot, l'Estat té l'obligació d'aconseguir una política coordinada que n'asseguri l'eficiència. Aquesta coordinació estatal no es produeix a Àustria ni tampoc a Espanya, tot i que la Constitució d'aquest últim país explicita el deure estatal de coordinació en matèria científica. L'absència d'una política científica coordinada és potser el major dèficit dels sistemes científics austríac i espanyol, que només lentament va mirant de superar-se. Mentrestant, es dispersen esforços i recursos i es perjudica l'objectiu d'aquests països d'alinear-se entre els que lideren la ciència a la UE.⁶⁴

El tema de la coordinació s'ha d'abordar des d'una perspectiva diferent al Regne Unit, atès que la gestió de la ciència recau bàsicament en els set RC. A més de la formació predoctoral i postdoctoral, aquests assumeixen el finançament dels projectes de recerca per branques de coneixement, aconseguint portar a terme a través del mecanisme pressupostari una coordinació eficaç de les actuacions d'IDi i dels seus agents. Aquest mecanisme de coordinació està poc explorat fins al moment a Espanya, encara que l'agència d'investigació (encara no creada) que preveu la LCTI podria coordinar l'actuació dels agents mitjançant la distribució de fons a través de les diferents convocatòries, ja que està previst que aquesta agència disposi d'autonomia per al finançament, l'avaluació i la verificació de l'activitat de recerca.

4.1.3 Valor i repercussions de la bona governança científica

La potenciació de les polítiques científiques als països i regions estudiats ha provocat un creixement de les seves estructures de governança, que quan han estat adequades han estimulat al seu torn el progrés en la IDi. Com a conseqüència, cada vegada han hagut de prendre en consideració nous agents i nous reptes que s'han integrat en la governança. Aquest cercle que es retroalimenta ha conduït al disseny d'entramats complexos

63 Sobre la participació de les CA en aquestes agències es pot veure Díez BUESO, L., «¿Hacia una política científica...», cit., p. 215.

64 González parla de la conveniència de concertar una política global entre Estat i regions per construir una política científica potent i així no afavorir les línies de recerca d'altres països de la Unió; a GONZÁLEZ, A., «Organización territorial del Estado en Ciencia y Tecnología. Propuestas para la integración de políticas públicas». *Revista MI+D, Extra 1, Monográfico: 20 años de la Ley de Ciencia*, 2006.

en tots els casos. Aquesta complexitat és símptoma de la conveniència de reformular aquestes estructures, en major o menor mesura depenent del país o regió.⁶⁵ Tanmateix, la complexitat també s'ha de considerar un element intrínsec al sistema de governança de la ciència, atès que en el seu univers intervenen un bon nombre d'agents de naturalesa molt diversa que s'han d'incardinar en el sistema i, al mateix temps, tenir el seu propi espai.

Quines són les claus per a la millora de la governança científica a la vista dels sistemes analitzats? L'arquitectura de la governança s'ha d'ajustar a l'objectiu principal de les polítiques científiques, és a dir, ha de proporcionar una infraestructura de coneixements i un sistema d'incentius que no només afronti els errors del mercat en relació amb les inversions insuficients en IDi, sinó també i probablement de manera principal els errors sistèmics que dificulten les relacions dinàmiques.⁶⁶ Per aquest motiu, resulta determinant la decisió de situar la direcció de la política científica en un departament o un altre, ja que d'això dependran les assignacions pressupostàries a la ciència i les relacions de col·laboració i de coordinació dins del propi govern i amb la resta d'actors del sistema. A més, la ubicació de la política científica a un determinat departament reforçarà o afèblirà l'anomenat «triangle del coneixement», és a dir, les relacions entre educació, recerca i innovació;⁶⁷ no obstant això, la concentració de la ciència i la universitat en un mateix departament també pot diluir el pressupost que es dedica a cadascun d'aquests dos àmbits de manera que, tenint present aquest perill, s'haurà de combatre, si s'escau.

Si s'analitza on s'ubica la direcció de la ciència als països i regions estudiats es constata la presència de dos tipus de departaments: els vinculats a la ciència i a l'educació i els vinculats a l'economia. Al Regne Unit es decanten per la vinculació amb la ciència. A Catalunya comparteixen protagonisme. A Alemanya, malgrat que la direcció de la política científica recau principalment en el Ministeri d'Educació i Investigació, el d'Economia i Tecnologia també té un pes molt rellevant en la planificació i el finançament de programes d'IDi.

En alguns casos s'ha produït una excessiva diversificació de la direcció de la ciència entre diversos departaments, com a Àustria, on intervenen tradicionalment els ministeris de Ciència i Investigació (BMWF), de Transport, Innovació i Tecnologia (BMVIT) i d'Economia, Família i Joventut (BMWFJ). Aquesta àmplia diversificació no afavoreix la direcció unitària de la ciència, que a més s'haurà de coordinar amb la direcció de les polítiques sectorials d'altres departaments com el de Salut, Medi Ambient, Assumptes Socials o Agricultura, amb una presència cada vegada més gran en assumptes científics. Potser per aquest motiu, a la mateixa Àustria els ministeris tradicionalment encarregats de la IDi, el BMWFJ i el BMVIT, s'han unit en un de sol, el Ministeri de Ciència, Recerca i Economia (BMFW).

Aquesta governança de la política científica, que ha d'integrar i coordinar tots els actors implicats, ha de complir un altre requisit vital per al seu èxit: l'estabilitat. Aquesta continuïtat convé que s'estengui als mecanismes de finançament, fonamentals en el sistema científic. Un exemple paradigmàtic d'estabilitat és Alemanya, tant en estructures com en finançament, i també ho és el Regne Unit, sobretot en el camp de les estructures de recerca.

L'estabilitat en la governança s'ha de compatibilitzar amb una avaluació periòdica que en permeti l'adaptació a les noves necessitats. Alhora també s'ha d'oferir un marge de flexibilitat i autonomia als agents del sistema,⁶⁸ que ha derivat a gairebé tots els països i regions en la creació d'agències, amb funcions diverses en cada cas. Aquestes agències tenen un pes molt rellevant al Regne Unit, constituint l'eix del sistema científic; a Alemanya són protagonistes en la gestió de la política científica, mentre que a Espanya es dediquen principalment a la implementació de la ciència, com en el cas ressenyable del CSIC.

65 Hi ha acord en el fet que s'ha de millorar la governança dels sistemes científics dels països de la UE; en aquest sentit es pot llegir HERVÁS, F. i MULATERO, F., *Connecting dots. How to strength the EU knowledge economy*. ERAWATCH, 2009, p. 10 i 12-13.

66 Així es defineix l'objectiu principal de les polítiques científiques a MALKIN, D., *El sistema català...*, cit., p. 9.

67 Sobre la importància del triangle del coneixement en el sistema de la ciència i la seva vinculació amb la governança científica es pot veure HERVÁS, F. i MULATERO, F., *Connecting dots...*, p. 1-7.

68 En relació amb la necessària adaptabilitat del sistema i la conveniència d'oferir autonomia i flexibilitat als seus agents es pot consultar ACHESON, H., IZSAC, K., MARKIANIDOU, P. i TSIPOURI, L., *Innovation policy trends in the EU and beyond*. Pro Inno Europe, 2011, p. 20-21.

No obstant això, aquest marge de flexibilitat i autonomia ha dut en ocasions a una proliferació exagerada d'organismes i programes de naturalesa diversa. Aquesta proliferació ha conduït oportunament els governs a racionalitzar les estructures de governança i els programes de finançament de la ciència; en aquesta direcció es troben clarament el programa SUMA i les comunitats del RIS3CAT. Aquesta simplificació resulta del tot necessària, no només per motius econòmics, sinó també d'eficiència del sistema científic, a més d'afavorir la seva transparència. Les arquitectures complexes on intervenen múltiples actors públics, semipúblics i privats, que desenvolupen programes de foment de la ciència també abundants, dificulten la transparència a tots els països i regions analitzats i, per tant, perjudiquen l'accés al sistema i, amb això, la seva eficiència. Tanmateix, també és cert que la crisi econòmica recent ha portat a la reducció d'estructures sense comptar moltes vegades amb un criteri clar sobre la seva conveniència. Les duplicitats poden generar ineficiències, però en l'àmbit de la IDi s'ha de tenir present la rellevància d'una massa crítica suficient i, per tant, la necessitat de reflexionar sobre l'eliminació d'estructures, llevat que una avaluació *ex ante* de resultats així ho aconselli.⁶⁹

4.2 La planificació de la política científica

4.2.1 Coordinació de les prioritats científiques a través de les estratègies

La integració dels agents del sistema d'IDi en la formulació de les estratègies ha de ser no nominal, sinó efectiva i dirigida a obtenir el màxim rendiment de sectors que, com el privat, es troben de vegades allunyats de la planificació de la ciència. En aquest terreny va destacar com a cas paradigmàtic l'*Austrian Federal Government Strategy for Research 2011*, que va posar fi a les crítiques contra el govern estatal de no escoltar els agents en el moment de planejar la seva política científica. Precisament, la importància de la integració de tots els actors del sistema de recerca i innovació en la planificació de la política científica va provocar que la UE dissenyés un procés concret d'elaboració de les RIS3, d'obligat compliment pels estats i regions i que assegura la participació de tots els agents.

Aquest procés de confecció de les estratègies té com a finalitat no només incloure tots els agents implicats per aconseguir una planificació adequada i eficaç, sinó també afavorir la coordinació dels múltiples actors, que al seu torn provocarà una millor i més eficient execució de l'estratègia. En aquest sentit, no s'ha d'oblidar que l'èxit de la planificació depèn en molt bona mesura del seu procés d'implementació.

Des de la perspectiva de la coordinació dels poders públics implicats en la política científica, als països descentralitzats resulta bàsica una planificació conjunta entre Estat i regions. Amb vista a aconseguir-la s'utilitzen diferents instruments, principalment els programes plurianuals multilaterals i les pròpies estratègies. Els programes plurianuals s'utilitzen des de fa dècades a Alemanya com a mecanisme per fixar una política científica estable a mitjà-llarg termini i coordinada entre Estat i *Länder*; de fet, fins l'any 2006 aquests programes eren l'únic instrument de planificació en aquest país, i actualment destaquen per sobre d'altres els programes *EXIST* i *BioRegio*. Per la seva banda, les estratègies serveixen com a eina de planificació conjunta entre Estat i regions a Espanya: la LCTI crea l'Estratègia espanyola de ciència i tecnologia i la d'innovació com a instruments de planificació on Estat i CA acorden els objectius que hauran de seguir, posteriorment, els plans estatals i autonòmics que s'aprovin.

Actualment, amb la RIS3 ha culminat un gir que s'estava produint des de feia temps, com és la imprescindible coordinació del contingut de les estratègies d'estats i regions amb les prioritats determinades a nivell de la UE. Aquesta coordinació imposada per la Unió és especialment rellevant en el cas de països que, com Espanya, no tenen pes específic en la presa de decisions europees sobre IDi; o de regions com Catalunya, que no disposen d'una intervenció directa en les decisions de la UE.

69 Merton parla de la redundància funcional a diferència de la *wasteful duplication*; a MERTON, R. K., «Resistance to the systematic study of multiple discoveries in science». *European Journal of Sociology*, núm. 4 (02), 1963, p. 237-282.

4.2.2 Instruments complementaris a les estratègies

Amb major intensitat recentment, s'han posat en marxa altres mecanismes aliens a les estratègies que complementen la planificació de la política científica. Per això, avui dia no n'hi ha prou amb analitzar les estratègies plurianuals, sinó que aquesta anàlisi s'ha de completar amb l'avaluació d'altres instruments.

Al Regne Unit, el pla estratègic IRS es complementa amb un instrument posterior com és la *UK Industrial Strategy*, dedicada a identificar els sectors més importants per al creixement econòmic. També resulta molt interessant el cas alemany, on *BMBF Foresight* ofereix cada dos anys prospectives en matèria de ciència i assenyalava les necessitats socials de futur en termes d'IDI, així com els projectes orientats de futur que dissenyen un full de ruta per aconseguir les fites de la HTS 2020; ambdós instruments posen les estratègies en contacte permanent amb la realitat, en permeten l'actualització i, al seu torn, asseguren un alt percentatge d'execució.

Per completar la planificació general també són comuns dos tipus d'instruments: els plans sectorials i els *roadmaps*. S'han aprovat plans sectorials específics a tots els països i regions estudiats; uns d'habituals i especialment rellevants són les estratègies digitals, aprovades a Alemanya (*Digital Germany 2015*) i Catalunya (Agenda Digital 2020). Alemanya és exemple clar de l'aprovació de plans sectorials en matèria de tecnologies punta, finançament de pimes o economia ecològica, amb la *National Research Strategy BioEconomy 2030* com a exemple paradigmàtic. A Catalunya destaquen dues estratègies sectorials connectades amb dues parcel·les bàsiques en aquesta regió: el Pla estratègic de recerca i innovació en salut 2012-2015 i el Pla estratègic de recerca, innovació i transferència agroalimentària 2013-2020. A Àustria són ressenyables els programes dedicats a la igualtat de gènere, com el *Women in Research and Technology (fForte)*. Al Regne Unit n'és un exemple clar la *Small Business Research Initiative*, dedicada a la compra innovadora.

Per la seva banda, la concreció dels *roadmaps* resulta fonamental com a complement de les estratègies. Tanmateix, no tots els països en tenen un i, a més, la seva aprovació de vegades és recent. Per exemple, a Alemanya es va esperar fins al 2013 per presentar el *National Research Infrastructure Roadmap*, que pretén servir de suport i guiar les decisions polítiques en la matèria, per exemple, en el moment de situar les grans infraestructures alemanyes i europees.

Finalment, cal apuntar que de vegades el complement a la planificació es concreta no en el tipus d'instruments que acaben d'esmentar-se, sinó en unes determinades estructures de governança. En són un cas paradigmàtic les *Catapults* del Regne Unit, com a xarxes nacionals de centres d'elit en tecnologia i innovació, on es troben tant organitzacions públiques com privades. En aquesta mateixa línia també destaca Catalunya, ja que dins dels instruments per aconseguir les prioritats del RIS3CAT es creen les comunitats i els PECT: les comunitats com a agrupacions voluntàries d'empreses i agents del sistema d'IDI que impulsen plans de transformació econòmica en els àmbits sectorials líders; i els PECT com a iniciatives que articulen projectes per a la transformació econòmica d'un territori a partir de la col·laboració entre els seus agents.

4.2.3 Contingut de les estratègies

Les estratègies són resultat d'un diagnòstic sobre les fortaleses i debilitats del sistema científic, ja de per si positiu, que desemboca en un consens posterior entre tots els agents sobre les orientacions i prioritats a seguir, oferint així estabilitat i predictibilitat a la política científica. Pel que fa a aquestes orientacions i prioritats, Alemanya destaca per haver fixat des de fa dècades unes línies temàtiques i sectorials clares que marquen la seva política científica. També l'aprovació a Catalunya del Pacte nacional del 2008-2020 es troba en la línia d'orientar la recerca i la innovació en aquesta regió. Malgrat tot, tant a Catalunya com a Àustria i el Regne Unit les orientacions científiques marcades en les estratègies són força genèriques, encara que s'hi observa una certa tendència recent cap a la prioritització temàtica; a més, en el cas del Regne Unit el seu contingut ve molt marcat per la incardinació de l'IRS en una estratègia global de creixement com la *UK Industrial Strategy 2012*.

En major o menor mesura, dins d'aquesta tendència progressiva cap a la prioritització les diferents estratègies pivoten sobre dos eixos temàtics: els reptes socials (envelliment, qualitat de vida, salut) i l'ecologia (canvi

climàtic, escassetat de recursos, energia).⁷⁰ La prioritització dels reptes socials es considera una oportunitat per desenvolupar les fortaleses nacionals i regionals. La prioritització del creixement ecològic es fonamenta en la creença que els llocs de treball del futur i la prosperitat econòmica provindran d'aquest sector.

La tendència a la prioritització s'ha vist reforçada pel RIS3, ja que el finançament europeu depèn directament del fet que la planificació estatal i regional s'ajusti/s'adapti a les prioritats marcades per la UE. La filosofia és la següent: la Unió determina unes prioritats i les regions delimiten els seus àmbits d'especialització en el marc d'aquestes. No obstant això, si s'analitza el contingut de les RIS3 presentades pels països i regions analitzats es comprova el següent: les RIS3 estableixen uns àmbits d'especialització en funció de les característiques de la regió, però al costat d'ells s'estableixen també molts altres camps; com a conseqüència, no es realitza pròpiament una especialització. Probablement, aquesta opció ve determinada pel motiu següent: si s'exclou un sector de la RIS3, se l'està condemnant a no rebre finançament europeu. Es tracta d'un problema de difícil solució: per una banda, l'especialització és oportuna per focalitzar la ciència en aquells àmbits on un país o regió destaca i permet rebre finançament europeu; però, per una altra banda, l'especialització és difícilment assumible a risc de dinamitar la ciència en els àmbits on el territori no és capdavanter.

4.2.4 Realisme i avaluació de la planificació

Quant al contingut de les estratègies, resta per fer una darrera consideració: la necessitat que s'ajusti el màxim possible a la realitat, atenent la situació de la ciència a cada territori i a les possibilitats que ofereix el futur a mitjà termini. De la lectura de certes estratègies es desprèn un excés d'ambició, com mostra la RIS3CAT quan pretén «consolidar Catalunya com a pol europeu del coneixement». No hi ha dubte que es tracta d'objectius benintencionats que dibuixen un escenari desitjable a molt llarg termini; no obstant això, la vigència de les estratègies és més limitada i el realisme no s'ha d'entendre com a incompatible amb la fixació de propòsits d'alt nivell.

La comprovació del compliment dels objectius més o menys realistes de les estratègies es deixa, de vegades, en mans d'òrgans de seguiment; en aquest punt, destaca positivament el Pacte nacional de Catalunya 2008-2020, que crea una comissió per verificar-ne el compliment composta per representants dels seus signataris i encapçalada pel president de la Generalitat, elevant significativament el seu rang institucional. Aquest tipus d'avaluacions resulten totalment convenients i els òrgans que les realitzen poden completar-les amb la proposta d'adaptacions de l'estratègia a una realitat sempre canviant. Els ajustaments són especialment oportuns en estratègies de llarg recorregut que es poden veure afectades per canvis socioeconòmics o per normes o actuacions d'altres instàncies, ja siguin regionals, estatals o europees; aquesta ha estat la línia seguida pels dos informes de seguiment del Pacte nacional de Catalunya presentats fins al moment, que recullen tant informació d'interès sobre el compliment del pacte com recomanacions d'actualització i prioritització d'objectius. No obstant això, l'excessiva ambició que en alguns punts presenten pactes com el català dificulta aquesta tasca, cosa que reforça la necessitat de realisme de les estratègies.

Un altre inconvenient observat en el moment d'efectuar el seguiment de les estratègies és la dificultat per obtenir dades contrastades i sistematitzades sobre la situació de la ciència. És cert que comptar amb una informació adequada sobre el sistema científic resulta complex, en part, per la gran quantitat d'agents implicats.⁷¹ Aquesta absència d'un sistema d'informació adequat i d'una anàlisi sistemàtica de dades en el cas català ha estat posada de manifest en els dos informes de seguiment del pacte abans referits. Però aquesta deficiència no és ni de bon tros exclusiva de Catalunya, sinó un dèficit predicable també de molts altres països de la UE, cosa que obstaculitza la posada en marxa de l'*Open Method of Co-ordination* (OMC) en l'àmbit de la ciència.⁷²

70 Sobre la tendència a concentrar les prioritats en els reptes socials i en l'ecologia es pot veure ACHESON, H. i altres, *Innovation policy...*, cit., p. 4-8 i 11; en aquest article també es destaca que hi ha altres temes que cada vegada estan rebent més atenció, com ara el suport a les indústries creatives i de disseny.

71 A aquesta dificultat provocada pels múltiples actors del sistema científic es refereixen KAISER, R. i PRANGE, H., «Managing diversity...», cit., p. 258 i 261.

72 A aquest dèficit generalitzat i a la dificultat d'aplicar l'OMC en el terreny de la ciència es refereixen KAISER, R. i PRANGE, H., «Managing diversity...», cit., p. 249-253 i 261.

4.3 La col·laboració públicoprivada i la transferència

4.3.1 Instruments de promoció de la col·laboració i de la transferència

Les actuacions en matèria de col·laboració públicoprivada i transferència de coneixement i resultats són d'índole molt variada en els casos avaluats, tant pel nombre com pel tipus d'instruments. Entre ells hi ha programes específics per als diferents estadis de la transferència; per als diversos actors implicats i els nous agents col·laboratius, i per a diferents àmbits d'actuació, com el sector privat. Per exemple, entre els diversos estadis de la cadena d'innovació es troba a Àustria el recolzament de la FFG a les *start-ups* i empreses de base tecnològica per mitjà dels VTO, o iniciatives més puntuals com els *Innovation Vouchers* del Regne Unit. Pel que fa als actors implicats, són destacables els programes destinats a promoure l'emprenedoria en les universitats, com l'*EXIST* a Alemanya o els parcs tecnològics catalans; dins dels nous agents col·laboratius s'inscriuen les *Catapults* al Regne Unit i les polítiques destinades a la creació de clústers, com el programa *Leading-Edge Cluster Competition* a Alemanya. Els instruments per finançar la IDi privada inclouen, en major o menor mesura, crèdits a baix interès, mesures de contractació pública innovadora, capital risc i incentius fiscals; dins d'aquests darrers trobem deduccions per activitats d'IDi i per transferència d'intangibles o beneficis fiscals per a la contractació de personal.

Aquesta varietat d'instruments s'ha posat en marxa en grau molt diferent als països i regions avaluats, però a tots ells els governs són conscients del fet que la col·laboració públicoprivada i la transferència constitueixen un àmbit d'actuació fonamental per impulsar el creixement econòmic i la creació d'ocupació. En aquest context, hi ha apropaments més «estratègics» on aquesta matèria és objecte de tractament específic en documents de planificació, com és el cas del Regne Unit i el seu TSB i el de Catalunya amb ACCIÓ.

4.3.2 Avaluació dels instruments de foment de la col·laboració i de la transferència

En tots els casos estudiats es constata la necessitat de millorar les relacions de la universitat amb el sector privat i de fomentar un entorn més propici per a la comercialització de la recerca. Dins aquest context general, tres aspectes han incidit en l'eficàcia dels instruments de foment implementats. En primer lloc, l'eficàcia dels mecanismes de transferència ve molt determinada per l'estructura industrial i la tradició de les col·laboracions prèvies públicoprivades en un determinat territori. En segon lloc, el paper de la planificació i de l'avaluació resulta rellevant per poder corregir les actuacions de foment. Finalment, s'observa que les RIS3 també poden jugar un paper determinant en aquest àmbit.

Pel que fa al primer aspecte, destaca Alemanya, tant per la seva llarga trajectòria implementant programes en aquest camp, com per comptar amb una llarga tradició de col·laboració entre el sector empresarial i la recerca pública. En una situació intermèdia se situa Àustria ja que compta amb una certa trajectòria d'actuacions en aquest terreny i amb un nivell de col·laboració considerable entre la universitat i l'empresa; tanmateix, hi juga en contra la complexitat del seu sistema de governança i la fragmentació en intervencions d'escala reduïda.

Pel que fa a l'existència de mecanismes d'avaluació que permetin monitoritzar l'impacte dels diferents instruments, destaquen Alemanya i Regne Unit, per la seva tradició de rendiment de comptes. Al Regne Unit predomina una cultura de l'avaluació on es conjuga la funció d'aprenentatge amb la de rendició de comptes, mentre que a altres països predomina el control amb una presència mínima de l'aprenentatge.⁷³ Aquesta diferència cultural pot determinar les actuacions en aquest àmbit a llarg termini, ja que els països que implementin sistemes d'avaluació intel·ligents augmentaran les possibilitats de millorar les seves actuacions de col·laboració i transferència científica.

Pel que fa a la influència de les RIS3 en l'eficiència de la col·laboració i la transferència, cal assenyalar el cas de Catalunya, on la RIS3CAT s'ha mostrat com una eina per millorar les actuacions en aquest camp: després d'identificar el problema de connexió entre universitats, centres de recerca i teixit empresarial, l'estratègia dissenya dos instruments per fer-hi front: els projectes col·laboratius d'IDi i la valorització i transferència tecnològica.

⁷³ Així s'explica àmpliament a MOLAS-GALLART, J., «Research Governance and the Role of Evaluation: A Comparative Study». *American Journal of Evaluation* (2012), p. 1-16.