



Construcció d'un índex sintètic d'innovació.  
Espanya respecte al conjunt de països de la Unió  
Europea.  
MU en Anàlisi Econòmica

**Nom de l'estudiant: Adrià Puig Cabruja**

**E-mail: [adriapuigcabruja@gmail.com](mailto:adriapuigcabruja@gmail.com)**

**Nom del Tutor/a: Xavier Ezcurra Ciaurriz**

**Semestre: 2n semestre**

## FITXA DEL TREBALL FINAL

<b>Títol del treball:</b>	<i>Construcció d'un índex sintètic d'innovació. Espanya respecte al conjunt de països de la Unió Europea.</i>
<b>Nom de l'autor/a:</b>	<i>Adrià Puig Cabruja</i>
<b>Nom del tutor/a:</b>	<i>Xavier Ezcurra Ciaurriz</i>
<b>Amb quin o quins ODS (màxim dos) consideres que té vinculació el teu treball? <a href="#">Objetivos de Desarrollo Sostenible</a>   <a href="#">PNUD (undp.org)</a></b>	<i>Treball digne i creixement econòmic Indústria, innovació i infraestructura</i>
<b>Resum del treball (màxim 250 paraules):</b>	
<p>El propòsit central del treball consisteix en l'anàlisi de la capacitat d'innovació d'Espanya en relació amb la UE. Inicialment, s'han identificat els diferents determinants de la innovació des de la perspectiva de l'economia del coneixement. Entenent la innovació com un fenomen multidimensional, s'ha procedit a la construcció d'un indicador compost que avalúes el rendiment innovador dels països.</p> <p>En concret, la metodologia emprada consta de la definició conceptual de la innovació, la identificació de les dimensions més representatives del fenomen i la selecció de les variables que permeten mesurar-la. En la construcció de l'indicador compost, s'ha usat l'agregació per mitjana aritmètica amb una ponderació equitativa de les variables.</p> <p>Els resultats de l'indicador compost ens permeten afirmar que el desenvolupament d'Espanya és intermedi dins de la UE i que presenta un alt marge de millora. No obstant això, la subjectivitat lligada al procés de quantificació de la innovació i la pèrdua d'informació rellevant en l'agregació, ens ha conduït a un estudi individual de les variables.</p> <p>De l'anàlisi de l'indicador compost i de les variables individuals en resulta la interpretació del desenvolupament de l'economia espanyola envers la innovació. En particular, Espanya mostra deficiències pel que fa als recursos disponibles en els processos fonamentals de la innovació. Malgrat això, destaca per una productivitat científica molt elevada, però una baixa connexió entre la generació d'idees i la seva aplicació econòmica. Concretament, l'economia espanyola es descobreix per sota de la mitjana de la UE; no obstant això, no presenta deficiències extremes en cap variable.</p>	
<b>Abstract (in English, 250 words maximum):</b>	
<p>The main purpose of this study is to analyse the innovation capacity of Spain compared to the European Union. To this end, the first part of the study presents all the inputs that contribute to innovation from a knowledge-economy perspective. Conceiving innovation as a multidimensional phenomenon, a composite indicator that evaluates innovation performance of countries has been developed.</p> <p>The proposed methodology includes the conceptual definition of innovation, the identification of the most representative dimensions of innovation and the selection of measurable variables. In order to generate the composite indicator, arithmetic mean aggregation with equally weighted variables has been used.</p> <p>The results demonstrate that the level of development in Spain is in the average in comparison with the</p>	

one of the whole European Union. It is, therefore, necessary to improve certain aspects. It should be noted that an individual analysis of the variables has been conducted due to the subjective factor associated with the quantification process and the lack of relevant information.

The interpretation of the development of the Spanish economy towards innovation has been based on the analysis of the composite indicator and the individual-variable results. Spain shows deficiencies in the availability of resources related to the main innovation processes. Despite this, Spain stands out for its high scientific productivity. Nevertheless, there is a weak connection between the generation of ideas and their economic application. More precisely, Spain's economic performance is lower than the one of the EU (average). However, there are no serious shortcomings associated with the variables.

**Paraules clau (entre 4 i 8):**

Innovació, economia del coneixement, indicadors compostos, anàlisi de resultats

## Índex

1. Introducció .....	5
2. Marc teòric .....	7
2.1. Aproximacions teòriques a la innovació: El creixement econòmic i el progrés tecnològic .....	7
2.2. L'actual context econòmic: l'economia del coneixement i la innovació.....	12
2.3. Estat de l'art dels indicadors compostos.....	14
3. Metodologia .....	18
4. Procés de creació de l'indicador compost d'innovació.....	20
4.1. Desenvolupament del marc teòric: la definició de la innovació en els indicadors compostos.....	20
4.2. Selecció de variables: interpretació de l'indicador compost.....	23
4.3. Estudi descriptiu i correlacional de les variables.....	26
4.4. Normalització i tractament de dades.....	28
4.5. Ponderació i agregació.....	29
5. Anàlisi del rendiment en innovació.....	32
5.1. L'indicador compost d'innovació.....	32
5.2. Els països de la UE-27 respecte als pilars de la innovació .....	37
5.3. Anàlisi de les variables individuals pel cas d'Espanya.....	41
6. Conclusions .....	48
7. Bibliografia.....	50
8. Annexos.....	54
8.1. Annex: Resum de variables .....	54
8.2. Annex: Coeficients de correlació.....	60
8.3. Annex: Normalització de les variables .....	65
8.4. Annex: Taules comparatives.....	70

## 1. Introducció

En l'àmbit econòmic, es defineix la innovació com a element fonamental del creixement econòmic i com a motor d'aquest. Des dels models neoclàssics de la teoria del creixement econòmic de Solow i Swan (1956), ja s'identifica quelcom capaç de produir augments en la producció i que propicia el creixement econòmic a llarg termini; el progrés tecnològic o residu de Solow. El model Solow i Swan (1956), tot i presentar algunes incongruències i ser una generalització simplista de la realitat, esdevé central en la identificació de la innovació i la seva relació amb el creixement econòmic, sense desmerèixer les aportacions de Schumpeter (1911). Com a contestació a la teoria del creixement econòmic exogen, apareixen les noves teories del creixement endogen, el model del capital humà i de *learning-by-doing*. Els nous models de creixement econòmic endogen vinculen el progrés tecnològic amb la innovació tecnològica i el coneixement. Així doncs, el que en primer moment era com "un manà caigut del cel" comença a agafar forma. En segon lloc, el nou escenari econòmic de canvi ràpid en les dimensions econòmiques, institucionals i tecnològiques; on pren cada vegada més importància el coneixement, reforça l'èmfasi sobre la capacitat innovadora com a element de competitivitat empresarial i nacional.

Entenent la rellevància de la innovació sobre el creixement econòmic i el benestar social a llarg termini, s'identifica de forma lògica, la necessitat de la política econòmica per intervenir i afavorir un entorn econòmic que fomenti la capacitat innovadora dels països. L'objectiu general o principal del treball és poder mesurar la capacitat innovadora o el desenvolupament en termes d'innovació dels països que formen la Unió Europea (UE), organitzar-los i comparar-los mitjançant el seu grau de desenvolupament, fent especial èmfasi en el cas concret de l'economia espanyola. En primer lloc, necessitarem respondre a la pregunta: Que entenem per innovació? Per respondre-la, farem un seguiment de les principals aproximacions teòriques de la innovació, que alhora permetrà assenyalar aquells elements que la fonamenten. En segon lloc, ens plantejarem com quantifiquem la innovació. Una de les eines més emprades són els indicadors sintètics, que permeten recollir un ventall de variables per explicar de forma més general un fenomen concret. Per tant, a través de l'exposició de l'estat de l'art dels indicadors compostos o sintètics, començarem a definir l'estructura d'un indicador sintètic d'innovació propi.

Així doncs, l'objectiu específic és construir un indicador compost que capturi aquells elements que fonamenten la capacitat innovadora dels països de la UE i, en conseqüència, el creixement econòmic a llarg termini i el benestar social generat. Alhora, l'indicador ha de permetre la comparació entre països i l'anàlisi específica de l'economia espanyola. Caldrà identificar quins són els principals pilars que nodreixen la innovació (sector públic, indústria, capital humà...) i les variables que permeten representar de millor manera les diferents dimensions. A partir de l'anàlisi de l'indicador, com dels seus pilars components, el que es pretén és identificar els punts forts i dèbils d'Espanya respecte al fenomen de la innovació, construint una eina útil per la política econòmica. Per dur a terme ambdós propòsits farem una revisió bibliogràfica, respecte a les principals teories econòmiques que relacionen el creixement econòmic amb el procés d'innovació i de l'estat de l'art dels indicadors sintètics. En la construcció de l'indicador sintètic, ens servirem del "Manual per la creació d'indicadors compostos" de l'OECD (2008). I finalment, per a seleccionar les variables que construiran el model, buscarem a les principals bases de dades, aquelles

que siguin més representatives sobre les diverses dimensions que presenta el fenomen innovador.

El treball parteix de dues hipòtesis, una que dona cos al conjunt del treball i una segona que validi l'ús dels indicadors compostos, com eina per simplificar fenòmens complexos. Primer exposarem la segona, ja que sense validar aquesta el plantejament del treball hauria de modificar-se: Els indicadors compostos són eines que permeten quantificar fenòmens complexos com la innovació i permeten comparar els rendiments entre països, identificant punts forts i dèbils i les àrees de millora. Prosseguirem en identificar la hipòtesi principal, què es relaciona amb la literatura prèvia que tracta el grau de desenvolupament de la capacitat innovadora dels països: El grau de desenvolupament del fenomen de la innovació a l'economia espanyola es troba en un punt entremig dels països que conformen la UE.

## 2. Marc teòric

### 2.1. Aproximacions teòriques a la innovació: El creixement econòmic i el progrés tecnològic

En aquest primer apartat del marc teòric, definirem la innovació i farem un breu repàs de les principals aportacions teòriques al concepte des de la perspectiva econòmica. La revisió literària de les principals teories entorn del progrés tecnològic o la innovació i la seva relació amb el creixement econòmic, ens aportarà una visió de com el concepte ha anat variant en el temps. I amb més rellevància, d'acord amb els propòsits del treball, identificarem la importància econòmica del procés innovador, quines són les fonts o els determinants que el motiven i que ens ajudaran a crear el marc conceptual de l'indicador compost.

La definició d'innovació emprada en aquest treball, serà la proposada per l'OECD (2018):

An innovation is a new or improved product or process (or combination thereof) that differs significantly from the unit's previous products or processes and that has been made available to potential users (product) or brought into use by the unit (process). (p.20)

Aquesta definició incorpora matisos molt interessants per identificar les innovacions. Per una banda, quan es refereix a la "unitat" s'està referint als diferents actors que poden implementar innovacions. Inclou el sector públic, el privat, les llars i els individus. Seguidament, per a considerar una innovació com a tal ha d'incorporar novetat, tenir valor i implementar-se. Segons Fagerberg (2006, p.4-5), hem de distingir entre la invenció, que és la primera idea sobre un nou producte o procés, i la innovació, que és la implementació o posada a la pràctica de la idea. Resulta crucial identificar que la idea en si no es pot implementar, i que el procés d'implementació requereix uns actors i té un cost. A més, les innovacions no només són productes sinó també coneixements que s'apliquen en els diversos àmbits de l'empresa: el procés, l'organització i el màrqueting.

Entenent la concepció que utilitzarem en el treball per identificar la innovació, ens disposem a fer un repàs de les principals aproximacions teòriques, amb la finalitat d'observar com s'ha estudiat el concepte i com aquest ha variat. Schumpeter (1911-1947) és un dels primers autors (juntament amb Marx) en vincular el progrés tecnològic en el centre del desenvolupament capitalista, a través dels seus estudis sobre les onades d'innovació, la destrucció creativa i l'empresari innovador (Torrent, 2016, p.27). El pensament schumpeterià ofería una visió disruptiva del concepte d'innovació. Per desenvolupar els seus principis seguirem l'anàlisi de Montoya (2004). En primer lloc, el model teòric de producció proposat per Schumpeter s'articula a partir de la combinació de les forces materials (treball, capital i terra), és a dir, dels factors de producció; i de les forces immaterials (fets tècnics i fets d'organització social). La combinació d'ambdues forces determina el desenvolupament capitalista i els augments en producció depenen de la taxa de canvi dels factors inclosos dins les forces. Les forces materials només proporcionen canvis graduals i lents, mentre que les immaterials són les que propicien els canvis radicals i tenen un fort impacte sobre desenvolupament econòmic. Dins del pensament schumpeterià es considerava que el principal factor que permetia experimentar canvis de qualitat en la producció, era el canvi tecnològic, i el procés innovador relacionat amb aquest. Expressat d'una altra manera, sense aquest factor el sistema capitalista

basat en l'acumulació de capital tendiria a l'estancament. Per tant, sense l'aplicació coneixement o innovacions ("procés de destrucció creativa") el desenvolupament capitalista no seria possible. Ara bé, aquests canvis radicals no són exògens al sistema capitalista, sinó que són promoguts per aquest i executats per l'empresari innovador capaç de materialitzar i gestionar els nous canvis radicals en la tecnologia, que en darrer terme permeten el desenvolupament econòmic.

Com assenyala Galindo *et al.* (2012, p.4-5), dins d'aquest model teòric on el paper de les innovacions i de l'empresari innovador són molt rellevants per explicar el desenvolupament del sistema capitalista, trobem el concepte de "clima social". El concepte "clima social" fa referència al conjunt de regles i estructures socials que influeixen en el comportament de l'innovador, el comportament d'aquest no només depèn dels beneficis (interessos) sinó també del context social. Es considerava que la redistribució de la renda era un dels factors que ajudaven a detallar la rellevància del context social, ja que a nivells alts de desigualtat podien aparèixer conflictes socials que motivarien als governs a realitzar una política impositiva més dura. Afectant negativament al comportament de l'empresari innovador o emprenedor.

El model teòric proposat per Schumpeter ens permet identificar dos elements rellevants pel nostre treball: el paper dels emprenedors i el context social. Elements que podrem incloure en el model conceptual del nostre indicador i que més endavant relacionarem amb els sistemes nacionals d'innovació. Tot i la visió disruptiva de Schumpeter, respecte al procés innovador i la seva influència sobre el creixement econòmic, no és fins a finals dels anys cinquanta, amb la teoria del creixement dels models exògens de Solow i Swan, que el progrés tecnològic es torna central en el debat sobre el creixement econòmic a llarg termini.

Cameron (1996, p.6) indica que un estudi sobre el progrés tècnic i el creixement econòmic té una parada obligatòria en el treball de Solow (1957). L'estudi se centrava en l'estimació de la productivitat total dels factors per l'economia dels Estats Units en el període de 1909-1949, la conclusió del qual atorgava al canvi tècnic un paper fonamental sobre el creixement econòmic a llarg termini. Per desenvolupar els models de creixement exogen ens guiarem per les aportacions d'Olaya (2008, p. 2-3) i de Torrent (2004, p.119-130). En la base dels models exògens trobem una funció de producció on les variables són exògenes i operen sota el supòsit de l'existència de rendiments decreixents.

En la interpretació dels models neoclàssics la producció d'un país ve determinada per dos factors productius: el capital i el treball. Ara bé, en el treball de Solow s'incorpora un nou element, el residual de Solow, identificant aquella part del creixement econòmic que no ve determinada ni pel capital ni pel treball. En la seva estimació, s'identifica que la part no explicada pels factors de producció tradicionals és molt elevada, concretament de 87,5%. Conclou que la implicació del treball i l'acumulació de capital en l'explicació del creixement econòmic és molt baixa. El consens econòmic del moment atorgava al residu de Solow la representació del procés tecnològic. Segons aquesta línia de pensament, el canvi tècnic és responsable dels increments de productivitat i del creixement econòmic a llarg termini i en ser exogen al procés econòmic, com "un manà caigut del cel". Per altra banda, en absència del progrés tecnològic (innovació tecnològica), l'acumulació de capital experimentaria rendiments decreixents i la productivitat cauria.



Els postulats de la teoria del creixement exogen van ser fortament criticats. Les principals crítiques assenyalaven que els models exògens infravaloraven el paper de l'acumulació de capital sobre la productivitat total dels factors. A més, la consideració que el creixement econòmic a llarg termini només era possible mitjançant el progrés tecnològic o la innovació, restava la capacitat dels decisors polítics per intervenir de forma efectiva el creixement a llarg termini. En tot cas, i essent una simplificació de la realitat, va ser el primer assaig empíric que mostrava l'existència d'altres factors, més enllà del treball i del capital, darrere l'explicació del creixement de productivitat de les nacions.

Galindo (2008) indica que els models endògens o “la nova teoria del creixement econòmic” (Romer, 1996) sorgeixen com a contrapartida dels models exògens, per donar resposta a les limitacions que aquests presentaven. Per una banda, limitaven la capacitat dels decisors polítics en la intervenció econòmica en considerar que la innovació o progrés tecnològic era quelcom que es produïa fora del model econòmic de producció, i sembla difícil admetre que els processos d'inversió no tinguessin cap efecte sobre el creixement a llarg termini. Per altra banda, la interpretació del model com a exogen tampoc permetia identificar quines eren les fonts o factors que determinaven taxes de creixement diferents entre països. Així doncs, per superar aquestes contradiccions, els models endògens empraven variables endògenes (és a dir, la taxa de progrés tecnològic es determinava pel mateix model, definida pels factors producció) i identificaven que els rendiments dels factors podien ser creixents.

Com assenyalen Torrent i Vilaseca (2016, p.19), dins dels models endògens trobem dues famílies: els *learning-by-doing* i els del capital humà. Els primers, representats per Arrow (1962) i Romer (1986), consideraven que els factors productius (capital i treball) incorporaven tecnologia i coneixement, així el progrés tecnològic passa a ser un factor endogen. L'aprenentatge dels treballadors a través de la familiarització amb el procés productiu permetia justificar el creixement econòmic a llarg termini. Trencant amb la idea que la tecnologia depenia exclusivament del temps, ara depèn també de l'experiència acumulada (Torrent, 2004, p.139). En altres paraules, l'aprenentatge o l'experiència acumulada, els permetia justificar que els rendiments dels factors productius podien ser creixents i, que els factors productius i la seva associació amb l'experiència en l'activitat, ajudaven a explicar el creixement econòmic.

Els segons, destacant la figura de Lucas (1988), conceben que el factor treball pot variar en qualitat depenen dels nivells educatius i les habilitats que aquest requereixi. Aquest concepte que representa el coneixement sobre el procés productiu o els graus d'educació del treball rep el nom de capital humà. De forma similar que en els models *learning-by-doing*, els agents econòmics a través de l'aprenentatge acumulen capital humà i l'acumulació d'aquest factor determina part del creixement econòmic a llarg termini. La idea més interessant darrere la teoria del capital humà, és que la funció de producció es determinava per quatre factors: el treball, el capital físic, el capital humà i la tecnologia. On les decisions dels agents per invertir en formació i investigació, incideixen en els augments de productivitat, identificant el progrés tecnològic i l'acumulació de coneixement com a processos que tenen un cost i depenen de les decisions d'inversió. En aquest model, el capital i el coneixement competeixen sobre els recursos disponibles i influeixen al creixement econòmic a llarg termini.

Per concloure l'anàlisi dels models endògens, cal desatacar que les seves aportacions permeten resoldre les carències presentades pels models clàssics i exògens, identificant

que el progrés tecnològic, el coneixement, els processos d'R+D i el capital humà són endògens i contribueixen al creixement econòmic a llarg termini (Enríquez, 2016, p. 28-29 i OECD, 1998). Torrent (2016, p.28) indica que posteriorment a aquestes aproximacions s'ha arribat un cert consens econòmic, on el creixement resulta de la dotació de factors productius i de la innovació en l'activitat econòmica. En darrer terme, i el més important pel treball, és el que indica Cameron (1996, p.7): la producció teòrica sobre el creixement econòmic ha intentat endogenitzar el paper de la innovació. Identificant quatre tipus d'innovacions relacionades amb la nova teoria del creixement: *learning-by-doing* (Romer, 1986), capital humà (Lucas, 1988), R+D (Romer, 1990, i Aghion i Howitt, 1992) i infraestructures públiques (Barro, 1990). El darrer fet ens ajuda a identificar determinants de la innovació, crucials en la construcció del model conceptual de l'indicador sintètic per a mesurar el fenomen de la innovació.

Abramovitz (1986) afirma que la difusió tecnològica o procés de *catch-up* tecnològic, afavoreix al creixement econòmic. Sota el supòsit que no existeixen patents ni barreres a la difusió de coneixement i tecnologies, els països menys desenvolupats copiarien les noves tecnologies i l'assimilació d'aquestes portarien als països a la convergència econòmica. Ara bé, perquè l'assimilació i la difusió siguin eficiències, hi ha d'haver *social capability*, conjunt de factors socials i econòmics (educació, cultura empresarial, desenvolupament de les institucions...) que faciliten que aquest procés es dugui a terme. En conseqüència, tot i que aquest procés no sigui pur, en el sentit que existeixen barreres a la difusió de coneixement i tecnologia, la innovació de les nacions i la seva difusió resulta en creixement econòmic en altres indrets. A més, les capacitats necessàries perquè l'assimilació sigui eficient, poden estar molt relacionades, amb el concepte de "clima social" de Schumpeter o els sistemes nacionals d'innovació que veurem a continuació.

Anteriorment, en el repàs de les principals idees de Schumpeter, hem destacat el concepte del "clima social". Per l'autor hi ha unes condicions econòmiques (redistribució de la renda) que afecten i alteren el procés innovador. Així, cal considerar aquestes condicions i el seu possible ús en el model conceptual de l'indicador compost sobre innovació. Per altra banda, Vértesy (2016, p.3) identifica que la innovació no només es produeix en l'àmbit empresarial, sinó que el procés d'innovació consta d'un entramat d'interrelacions entre diversos actors, anomenats els sistemes nacionals d'innovació (Lundvall, 1992, 2007; Nelson, 1993; Freeman, 1995). Edquist (2014, p.4-5) amb la intenció d'explicar els sistemes nacionals d'innovació i la seva rellevància, indica que les investigacions no sempre s'acaben transformant en innovacions. Emfatitza que el coneixement científic no és suficient i requereix un sistema complex que transforma el coneixement en innovacions. Segons el mateix Edquist, els sistemes nacionals d'innovació mostren la multidimensionalitat de la innovació, ja que tenen en compte tots els determinants del procés d'innovació. D'entrada, tenim els actors o organitzacions que influeixen el procés: empreses, universitats i organitzacions públiques. Seguidament, trobem les institucions que són les "regles del joc": patents, lleis, costums... La interacció i l'aprenentatge interactiu entre els diferents agents regits per les normes, són les que defineixen l'entorn favorable o el sistema nacional perquè les innovacions es produeixin i es difonguin.

La interpretació dels sistemes nacionals és crucial, ja que si la innovació no només es produeix dins de les empreses, per poder-la mesurar necessitem considerar diferents dimensions i tenir present el context econòmic (p. ex. lleis). Aquesta relació teòrica

s'enllaça amb el concepte de "clima social" de Schumpeter i permet a la política econòmica identificar els aspectes a influir per fomentar el procés innovador. En la Taula 1 veiem representades les principals activitats claus en els sistemes nacionals d'innovació. Edquist (2014) adverteix que la llista d'activitats és preliminar i hipotètica, a mesura que augmenti el nostre coneixement sobre els determinants del procés innovador aquesta anirà variant. Per a nosaltres, la Taula 1 serà rellevant per identificar les variables a emprar en l'indicador compost, i per a la justificació teòrica del seu ús.

*Taula 1: Activitats claus en els Sistemes d'Innovació.*

#### **I. Aportació d'inputs de coneixement al procés d'innovació**

1. Aportació de resultats d'R+D, creació de nou coneixement. Principalment en enginyeria, medicina i ciències naturals.

2. Construcció de competències, mitjançant l'aprenentatge individual (educar i formar la mà d'obra per a activitats d'innovació i R+D) i l'aprenentatge organitzatiu. Això inclou l'aprenentatge formal i l'aprenentatge informal.

#### **II. Activitats del costat de la demanda**

3. Formació de nous mercats de productes. Per exemple, a través de la contractació pública d'innovació.

4. Articulació dels nous requisits de qualitat del producte que emanen del costat de la demanda.

#### **III. Elements claus de suport en el procés d'innovació**

5. Crear i canviar les organitzacions necessàries per desenvolupar nous camps d'innovació. Inclou la millora de l'emprenedoria per crear noves empreses i per diversificar les existents, la creació de noves organitzacions de recerca, etc.

6. Treball en xarxa a través de mercats i altres mecanismes, inclòs l'aprenentatge interactiu entre diferents organitzacions (potencialment) implicades en els processos d'innovació.

7. Crear i canviar institucions, engloba: lleis de patents, lleis fiscals, normatives mediambientals i de seguretat, rutines d'inversió en R+D, normes culturals, etc. Aquests elements influeixen en les organitzacions innovadores i els processos d'innovació proporcionant incentius i eliminant obstacles a la innovació.

#### **IV. Serveis de suport a les empreses innovadores**

8. Activitats d'incubació, com és ara l'accés a instal·lacions i el suport administratiu per a esforços innovadors.

9. Finançament de processos d'innovació i altres activitats que puguin facilitar la comercialització del coneixement i la seva adopció.

10. Prestació de serveis de consultoria rellevants per als processos d'innovació: transferència de tecnologia, informació comercial i assessorament jurídic.

Font: Edquist (2014, p.17)

La Taula 1 ens permet identificar diversos determinants de la innovació. Per una banda, identifiquem com essencials les activitats d'R+D i el desenvolupament d'habilitats i capacitats de la força de treball. Per altra banda, observem determinants de caràcter més general o que faciliten el procés d'innovació, com la cultura emprenedora, les normes que influeixen a la creació d'empreses o en el procés innovador i la capacitat de finançament dels processos innovadors.

A tall de conclusió, el repàs de les principals aproximacions teòriques al creixement econòmic i la seva relació amb el progrés tecnològic ens permeten assenyalar la

rellevància del fenomen de la innovació sobre el desenvolupament social, econòmic i empresarial. També, ens ajuda en la identificació dels determinants o factors que fonamenten la innovació, comprenen que ens trobem davant un fenomen complex i difícil de mesurar.

## 2.2. L'actual context econòmic: l'economia del coneixement i la innovació

En aquest apartat es vol identificar les principals característiques del nou context econòmic i empresarial, i el paper que hi juga la innovació. Per contextualitzar-ho, presentarem el concepte de l'economia del coneixement, i que juntament amb la globalització, han generat una estructura econòmica on la innovació esdevé cada cop més rellevant.

La productivitat és el principal determinant del nivell de vida d'una nació a llarg termini, ja que defineix la renda nacional per capità (Porter, 1991, p.28). I ho fa a través de dues vies, la compensació de salaris al treball i les taxes de rendibilitat de la inversió als propietaris del capital. A més, la competitivitat nacional es fonamenta sobre el conjunt d'institucions, polítiques i factors que determinen el nivell de productivitat d'un país (Sala i Martín, 2010, p.1). A partir d'aquestes relacions, se'ns evidencia la influència de la productivitat sobre el benestar públic, la competitivitat i, en definitiva, sobre el creixement econòmic. Des dels primers debats econòmics sobre el creixement econòmic, dels models exògens i els models endògens del progrés tecnològic, ja s'identifica la innovació i l'important paper que exercia sobre la productivitat i el creixement econòmic a llarg termini. Existeix un ampli consens econòmic sobre la concepció de la innovació com a motor del creixement econòmic a llarg termini (World Economic Forum, 2018b, p.6) i la seva vinculació amb la resolució dels reptes econòmics, socials i ambientals actuals (OECD/Eurostat, 2018, p.2).

En les últimes dècades, s'ha identificat que l'element central en l'explicació dels augments de productivitat de les nacions més desenvolupades ha estat la introducció i assimilació de les tecnologies de la informació i comunicació (TIC). Alguns autors, com Torrent (2016, p.28), identifiquen un nou estadi econòmic i tecnològic, la tercera revolució industrial, a partir de les dues últimes dècades del segle XX. Aquesta nova etapa, a diferència de les dues primeres, es caracteritza per la relació simbiòtica entre l'ús de les TIC i el coneixement. La novetat que ofereixen les TIC és que actuen com una prolongació de la ment humana i permeten amplificar el coneixement existent. La relació estableix que l'ús de les TIC genera més coneixement, creant un cercle virtuós de creació de coneixement aplicable a l'activitat econòmica.

Les raons que expliquen els canvis de dinàmica de l'activitat econòmica, i que posen en relleu la importància de les TIC i el coneixement són tres que s'interrelacionen i es retroalimenten tal com indica Torrent (2015, p.4-5):

- Dinàmica de revolució tecnològica articulada per la inversió i l'ús de les TIC.
- Procés de globalització que defineix un entorn econòmic global i a temps real.
- Canvis en els patrons de demanda dels actors econòmics, més despesa i inversió en béns o serveis intangibles.

Podem afirmar que estem assistint a un nou escenari competitiu de producció i demanda global, i de canvi ràpid econòmic, institucional i tecnològic. Com assenyala Torrent (2016, p.2):

En primer lugar, debemos constatar que en la actualidad asistimos a un proceso acelerado y complejo de cambio económico, que hemos convenido en llamar como el proceso de transición hacia la economía del conocimiento. Lo llamamos así porque, a diferencia de la economía industrial, los instrumentos tecnológicos y las fuerzas de eficiencia y competitividad sitúan el conocimiento y las capacidades de innovación de las personas y las empresas en el centro del escenario del crecimiento y el desarrollo económico. (Torrent, 2004)

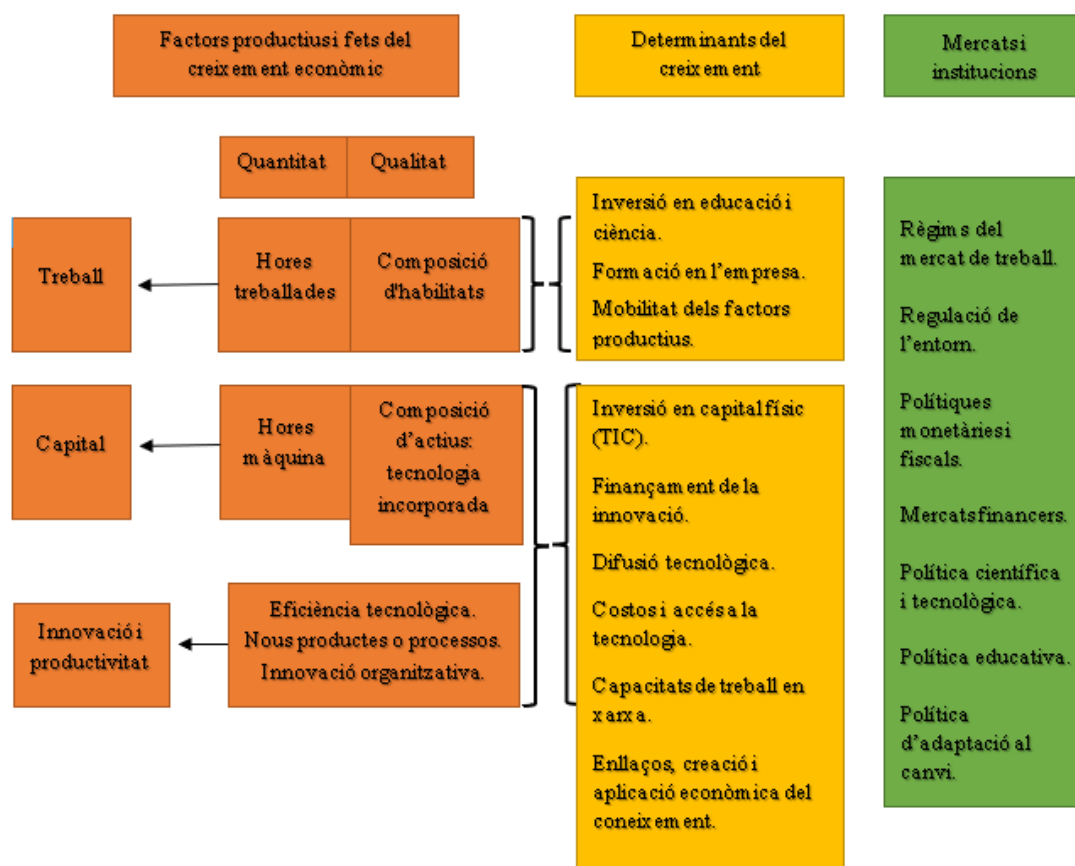
En el context econòmic que es caracteritza per la implicació massiva de coneixement a l'activitat econòmic i pel canvi ràpid i l'adaptabilitat de les empreses, la innovació pren un rol encara més decisiu. La innovació, per definició, consisteix a l'aplicació econòmica de tota mena de coneixement. En un entorn competitiu de producció i demanda global i canviant, fa de les estratègies competitives basades en innovació un recurs indispensable en la carrera cap a la maximització de beneficis (Torrent i Vilaseca, 2016, p. 5).

Tot i que alguns autors assenyalen que és molt aviat per parlar d'una nova revolució industrial, perquè encara estem observant i identificant els efectes de la tercera (TIC). El World Economic Forum (2018a, p. 51) identifica que l'arribada de la Quarta Revolució Industrial està accelerant el cicle d'innovació i fent que els models empresarials es tornin obsolets més ràpidament. Per altra banda, alguns autors com Zahidi i Schwab (2020, p. 4) assenyalen que la pandèmia de la Covid-19 ha accelerat els efectes de Quarta Revolució Industrial. Per consegüent, considerarem que el nou entorn econòmic resultant de la mundialització del capitalisme, els nous patrons de la demanda i l'actual revolució tecnològica i que deriva en l'aplicació massiva del coneixement a l'activitat econòmica, es va transformant en un entorn cada vegada més canviant, en termes de tecnologia emprada com de formes d'organització empresarial, i on la capacitat d'innovació s'estableix com la pedra angular dels creixements de productivitat i benestar material.

L'OECD (2018, p.19) afegeix que la innovació és un fenomen fonamental per a millorar els nivells de vida de les persones: afecta les institucions, a sectors econòmics sencers i països de múltiples maneres. D'acord, amb la transformació de l'entorn econòmic de la mà de la globalització i de l'economia del coneixement, és lògic que els responsables polítics situïn la innovació al centre de les seves agendes polítiques per afrontar els reptes econòmics, socials i ambientals actuals. Finalment, matissar que la innovació és l'aplicació de tota classe de coneixement a l'activitat econòmica. Aquest fet ens permet valorar i identificar més dimensions de la innovació, que en el context de la innovació exclusivament tecnològica no era possible, i que s'han de tenir en compte a l'hora de voler mesurar el fenomen.

Sota el supòsit que la innovació és l'aplicació intencionada de tota mena de coneixement a l'activitat econòmica i d'acord amb la vinculació d'aquesta sobre el creixement econòmic, utilitzarem la Figura 1 per identificar els determinants de la innovació en el context de l'economia del coneixement. Observarem que hi ha un fort lligam entre aquests determinants i les activitats claus dels sistemes nacionals d'innovació (Taula 1). Primer, i en el context de l'economia del coneixement, la innovació és un procés dinàmic en el qual participen les institucions, les empreses i els individus.

Figura 1: Determinants del creixement econòmic. Esquema del procés dinàmic d'innovació.



Font: Torrent i Vilaseca (2016, p. 30). Elaboració pròpia.

Segon, la vinculació dels factors productius a la innovació s'estableix en el desenvolupament d'habilitats del capital humà (inversió, educació i formació a les empreses) i per l'augment de l'estoc de capital físic (TIC). El finançament de la innovació, la difusió tecnològica, l'accés a les tecnologies, la capacitat de treball en xarxa i la circulació de coneixements permeten la innovació organitzativa, l'eficiència tecnològica i la creació de nous productes i processos. Identifiquem també i d'acord amb la teoria dels sistemes nacionals d'innovació, determinants en el funcionament dels mercats, i que s'estableixen en el context econòmic general en forma de lleis, polítiques i regulacions.

Així doncs, la construcció del nostre indicador compost estarà fortament vinculada amb la concepció de la innovació dins de l'economia del coneixement i sota el criteri de creixement econòmic. En la definició del marc conceptual i la selecció de variables de l'indicador compost, farem referència als elements identificats en el marc teòric, per tal de justificar l'ús de les diferents variables que constituïran l'indicador.

### 2.3. Estat de l'art dels indicadors compostos

Els indicadors compostos o sintètics han guanyat popularitat en els darrers anys, a més han penetrat i són utilitzats en àmbits molt diversos. Per una banda, l'adopció dels indicadors compostos per institucions internacionals com l'OECD o el Banc Mundial, han augmentat l'atenció que reben per part dels mitjans de comunicació i els líders polítics d'arreu del món (Saltelli 2007). Per altra banda, les aplicacions que ofereixen

s'han ampliat i són de rellevància a una àmplia gamma d'àmbits (Bandura, 2008), com poden ser la governança o el medi ambient.

Ara bé, quan parlem d'indicadors compostos de què estem parlant? Un indicador compost és el resultat de la compilació d'indicadors individuals en un sol índex, sobre la base d'un model subjacent del concepte de multidimensional que es pretén mesura (Nardo *et al.* 2005, p.8). És el resultat, i seguint el raonament de Greco *et al.* (2018, p.63), de les necessitats humanes per interpretar i consolidar les grans quantitats d'informació i dades de l'actualitat. Si volguéssim mesurar fenòmens com el benestar o la innovació, de seguida ens adonaríem de la dificultat que suposa explicar conceptes tan complexos, i més encara fer-ho a partir d'un sol indicador individual. Per tant, l'explicació d'un fenomen a partir de diversos indicadors individuals, que s'agrupen i es ponderen, permet recollir la multidimensionalitat dels conceptes complexos.

L'estructura bàsica d'un indicador sintètic es presenta a través d'una composició jeràrquica, on el concepte o fenomen a mesurar, es defineix per diverses dimensions o elements que fonamenten el concepte, anomenats pilars. I són aquests pilars els que inclouen les diverses variables o indicadors simples, que en l'agregació detallen el concepte més complex. En el nostre cas concret, l'indicador compost servirà per fer comparacions entre països a través de l'anàlisi del fenomen de la innovació. Com s'indica en l'OECD (2008, p.15), els indicadors sintètics que comparen rendiments entre països són eines útils en l'anàlisi de polítiques i per a la divulgació pública. Però s'ha de tenir molta cura amb la seva interpretació, ja que si aquests estan mal construïts, són poc transparents o s'interpreten erròniament, poden conduir a polítiques errònies o simplistes.

D'acord amb aquesta problemàtica i per assegurar una bona praxi en el seu ús, l'OECD (2008, p.15-16), adaptant la proposta de Saisana i Tarantola (2002), defineix els avantatges i desavantatges de treballar amb indicadors compostos que es detallen en la Taula 2.

Taula 2: Avantatges i desavantatges de l'ús d'indicadors compostos

Avantatges	Desavantatges
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poden resumir fenòmens complexos o multidimensionals ajudant a la presa de decisions.</li> <li>• Són més fàcils d'interpretar que intentar trobar tendències comunes entre molts indicadors separats.</li> <li>• Poden avaluar el progrés dels països al llarg del temps.</li> <li>• Permeten reduir la mida visible d'un conjunt d'indicadors sense perdre informació rellevant.</li> <li>• Permeten influir més informació mantenint una mida adequada.</li> <li>• Situen les qüestions de rendiment i progrés del país al centre de l'àmbit polític.</li> <li>• Faciliten la comunicació amb el públic (ciutadans, mitjans de comunicació...) i promouen la rendició de comptes.</li> <li>• Permeten llenguatge comú entre especialitzats en la temàtica i els que no.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poden enviar missatges de política enganyosos si estan mal construïts o mal interpretats.</li> <li>• Poden conduir a conclusions polítiques simplistes.</li> <li>• Se'n pot fer un mal ús, si el procés de construcció no és transparent i/o manca de principis estadístics o conceptuals sòlids.</li> <li>• La selecció d'indicadors i pesos poden ser objecte de controvèrsia política.</li> <li>• Poden dissimular problemes greus en algunes dimensions i augmentar la dificultat d'identificar l'acció correctiva adequada, si el procés de construcció no és transparent.</li> <li>• Poden portar a polítiques inadequades, si s'ignoren les dimensions que són difícils de mesurar.</li> </ul>

- Permeten comprar dimensions complexes de manera eficaç.

Font: OECD (2008). Traducció pròpia.

Tot i el marc presentat per l'OECD, el debat sobre l'ús dels indicadors compostos continua obert, i és difícil imaginar que aquest es resolgui (Saisana *et al.*, 2005). Sharpe (2004, p.9-11), analitza amb més detall les claus darrere el debat, identificant dues posicions respecte a l'agregació de variables per construir un índex únic. Per una banda, trobem els "agregadors", que defensen l'agregació de variables en un indicador compost, ja que consideren que aquest procés permet captar la realitat i és significativa. Com hem comentat anteriorment, els resultats finals són de gran rellevància per captar l'interès dels mitjans i dels responsables polítics. Per altra banda, els contraris a l'agregació de variables, els "no agregadors", consideren que la carrega subjectiva sobre el procés de ponderació s'allunya dels principis dictats per la raó o la lògica, fet que els resta rellevància i significació estadística. En últim terme, consideren que la selecció de variables explicatives sobre un fenomen és el darrer pas i l'agregació d'aquestes, és un pas innecessari que resta valor al treball previ.

Sharpe (2004, p.11) exposa que després de la creació de l'Índex de Desenvolupament Humà (IDH), aquest va rebre moltes crítiques. D'entrada, es qüestionava l'elecció dels pesos d'acord amb la concepció que el procés de ponderació no és neutral i està carregat de subjectivat. Més encara, perquè l'índex compost agregava variables altament correlacionades, estadísticament els resultats eren redundants. Tanmateix, identificava que aquest es va fer molt conegut i va reobrir el debat sobre els determinants del desenvolupament humà. L'autor conclou que això no s'hagués produït amb un conjunt d'indicadors individuals i que va ser una victòria pels "agregadors". Tot i això, Greco *et al.* (2018, p.63) identifiquen que encara estem molt lluny de resoldre el debat i les crítiques sobre el sistema de producció dels indicadors compostos.

Davant la problemàtica en els procediments i etapes dels indicadors compostos, on es posa en dubte la capacitat de ponderació dels indicadors i es qüestionava que si el procediment no està justificat, existeix un alt marge de manipulació dels resultats (Grupp i Schubert, 2010, p.69). L'OECD (2008, p.15) va proposar un seguit de passos a seguir per crear indicadors compostos, mitjançant un marc comú que fes més transparents els indicadors i atorgues més solidesa al procediment. En la Taula 3, descobrim els deu passos suggerits, que seran els que seguirem en la construcció del nostre índex compost d'innovació.

Taula 3: Marc de l'OECD per a la construcció d'indicadors compostos

<b>1. Desenvolupament del marc teòric</b>	<b>6. Ponderació i agregació</b>
<b>2. Selecció de les variables</b>	<b>7. Proves de robustesa i sensibilitat</b>
<b>3. Imputació de dades que falten</b>	<b>8. Tornar als detalls (de-construcció del I.C.)</b>
<b>4. Anàlisi multivariant</b>	<b>9. Associació amb altres variables</b>
<b>5. Normalització de dades</b>	<b>10. Presentació i difusió</b>

Font: OECD (2018). Elaboració pròpia

Tot i els esforços de l'OECD per situar els indicadors compostos fora de les crítiques, els efectes reals són que aquestes no s'han reduït a causa dels inconvenients en la metodologia (ponderació, agregació i robustesa) (Greco *et al.*, 2018, p.64). Per resoldre aquesta problemàtica, en el present treball comparem també el comportament



individual de les variables, i utilitzarem l'indicador compost d'innovació com una eina per captar l'atenció.

### 3. Metodologia

La innovació és un fenomen multidimensional complex que determina el creixement econòmic de les nacions i el benestar social dels individus. En els darrers anys, l'entorn econòmic ha experimentat unes transformacions, generades per les noves tecnologies digitals i les TIC, el procés de globalització econòmica i els canvis de patrons en la demanda. En el nou context econòmic el paper de la innovació, i la seva relació amb el coneixement, esdevé més fonamental per explicar la competitivitat, el creixement econòmic i el benestar social.

En efecte, l'estudi de la innovació i els seus determinants ha passat a ser una prioritat política en el desenvolupament de les nacions. Com a conseqüència, la quantificació de la innovació, el seguiment de l'evolució dels determinants d'aquesta i la comparabilitat entre països esdevenen objectius prioritaris en el camp de la investigació i de la política econòmica. En aquest context, la finalitat del present treball s'entreu com a essencial, ja que incideix en l'obtenció de variables que permetin mesurar la innovació i avaluar el desenvolupament dels països a través de diversos aspectes del fenomen innovador.

D'entrada, ens servirem d'una revisió bibliogràfica i documental dels antecedents de la innovació per complir amb l'objectiu proposat. Ens documentarem mitjançant les aproximacions teòriques sobre el creixement econòmic i la seva vinculació amb el progrés tecnològic. A continuació, serà indispensable estudiar les teories més recents sobre els determinants de la innovació. Concretament, farem un repàs de les principals idees dels sistemes nacionals d'innovació i de l'economia del coneixement. La definició del concepte i l'explicació de les forces que s'amaguen darrere la innovació ens permetran desenvolupar un marc conceptual. La importància del marc conceptual serà cabdal, ja que establirà les bases per més endavant construir instruments que avaluin els esforços i desenvolupament dels països en termes d'innovació.

En conseqüència, el treball requerirà l'anàlisi de les metodologies més emprades en la quantificació de fenòmens complexos i amb cert caràcter subjectiu. És a dir, la revisió bibliogràfica de l'estat de l'art en la construcció d'indicadors composts o sintètics. En general, la quantificació de la innovació s'aborda des de dues perspectives: la visió d'agregar variables en un indicador compost i l'anàlisi d'indicadors individuals sense agregació de variables. En el treball usarem un mètode mixt entre ambdues perspectives, la construcció d'un indicador compost permet simplificar un fenomen complex i captar l'atenció dels mitjans de comunicació i dels responsables polítics. La robustesa de les conclusions resultants requereixen un coneixement dels procediments i dinàmiques que s'amaguen darrere la seva construcció. En definitiva, l'estudi individual de les variables serà útil per conèixer la dimensió de l'indicador, però també per obtenir una imatge més sòlida del desenvolupament dels països d'acord amb les variables que construeixen el model.

Específicament, construirem un marc conceptual que capturi l'estructura del nostre indicador compost a través del marc teòric del treball i de les tècniques utilitzades en la creació d'índexs sintètics. Una vegada s'hagi construït el marc conceptual recercarem aquelles dades i fons estadístiques que millor capturin la nostra interpretació del concepte de la innovació. Per a fer-ho emprarem les principals bases de dades disponibles, entre elles l'Eurostat i l'Institut d'Estadística de la UNESCO. Trobar dades directes sobre la innovació és una tasca realment complexa. Així, que

ens servirem d'estudis previs per completar la selecció de variables, l'informe del WIPO (2021) sobre el *Global Innovation Index* i l'informe de competitivitat del WEF (2018a) sobre el *Global Competitiveness Index*. D'acord amb els propòsits del treball, la mostra es realitzarà pels vint-i-set països de la UE i constarà de vint-i-tres variables. Podeu trobar més informació de les variables en "l'Annex 1: Resum de variables".

Una vegada seleccionades les variables procedirem a dur a terme els passos proposats pel manual de l'OECD (2008) en la construcció d'indicadors sintètics. El nostre estudi es basarà en una simplificació dels models descrits pel manual, ja que no pretenem desenvolupar un model tan complex, com els emprats en estudis o informes d'organitzacions internacionals. Així doncs, definirem el marc conceptual i seleccionarem les dades més útils per capturar el comportament de la innovació. Seguidament, elaborarem una anàlisi descriptiva de les variables i una anàlisi de les correlacions, mitjançant el coeficient de Pearson, per conèixer les relacions entre les variables. A continuació, haurem d'identificar els valors atípics i transformar-los perquè la distribució de la mostra no sobrevalori o infravalori cap dimensió. Finalment, normalitzarem les variables a través de mètode Min-Max, aplicarem les ponderacions equitatives i agregarem les variables. En resum, aquest procés ens permetrà obtenir un indicador compost d'innovació que capturarà i classificarà els països en termes d'innovació.

En darrer terme, caldrà resoldre l'objectiu secundari que consistirà en l'anàlisi de l'economia espanyola en termes d'innovació i respecte al conjunt de països de la UE. L'estudi de l'economia espanyola es farà des de tres nivells: comparativa a través de l'indicador compost, anàlisi de les puntuacions per a cada dimensió i la construcció d'una taula de fortaleces i debilitats mitjançant els indicadors individuals. La interpretació dels resultats a nivells ens ajudarà a identificar la posició i el grau de desenvolupament de l'economia espanyola enfront de la innovació.

#### 4. Procés de creació de l'indicador compost d'innovació

En aquest apartat exposarem els passos per a la construcció d'indicadors compostos d'acord amb el manual de l'OECD (2008). La finalitat d'aquest és crear un marc comú d'actuació en la realització d'indicadors sintètics i atorgar més transparència i solidesa al procediment. Mitjançant aquest marc, exposarem quines són les opcions, tècniques i metodologies emprades per la realització de l'indicador compost d'innovació. El conjunt de tècniques i metodologies fetes servir en la creació d'indicadors sintètics són molt àmplies. Així doncs, nosaltres ens centrarem en el nostre procés i farem pinzellades teòriques sobre determinades tècniques o crítiques que puguin ser rellevants per comprendre el procés de creació d'indicadors sintètics.

Per altra banda, en la construcció del nostre indicador no realitzarem tots els passos que l'OECD considera pertinents. Per exemple, la imputació de dades que falten no serà necessari perquè les variables seleccionades disposen de tots els valors i no tenim pèrdua d'informació. A més, l'anàlisi de la robustesa s'aplica a models econòmics més complexos. Tot i ser un pas molt rellevant pel que fa a validesa, la construcció del nostre indicador a través d'una metodologia més senzilla i fora de models econòmics no ens permet dur-lo a terme. Tanmateix, els passos "8. Tornar als detalls" i "10. Presentació i difusió", formaran part de l'anàlisi de resultats i no els considerem en l'explicació del procés seguit per a la construcció d'aquest.

##### 4.1. Desenvolupament del marc teòric: la definició de la innovació en els indicadors compostos.

El marc teòric o marc conceptual ens ha de permetre definir el concepte multidimensional que volem mesurar. I proporcionar-nos la base per la selecció i combinació de les variables en un indicador compost significatiu sota el principi d'adequació pel propòsit (OECD, 2008, p.8). És a dir, que tingui les qualitats necessàries per a l'objectiu que busquem, en aquest cas mesurar la innovació. També, ens hauria de permetre identificar les diferents dimensions o pilars que defineixen el concepte i els pesos individuals de les diferents variables que expressarien la seva importància relativa envers el concepte central. Ara bé, com identifica l'OECD (2008, p.22), no tots els conceptes multidimensionals disposen de bases teòriques i empíriques sòlides. Això fa que la creació d'indicadors compostos en els camps de la competitivitat o la innovació esdevinguin molt subjectius, ja que no hi ha unes lleis comunes teòriques i empíriques que permetin definir les dimensions, les variables i la seva ponderació.

Enfront aquesta problemàtica és essencial la transparència al llarg del procés de construcció de l'indicador. La qualitat dels indicadors compostos i la solidesa dels missatges resultats depenen, en gran manera, de la metodologia emprada en la seva construcció, però també de la qualitat del marc teòric i de les dades utilitzades (OECD, 2008, p.17). La utilització d'una base teòrica dèbil o dades toves (enquestes) amb grans errors de mesura porten a missatges de política discutibles. Altres autors, Saltelli (2007) i Saisana (2011), identifiquen que la qualitat dels indicadors compostos rau en les seves propietats estadístiques. Però la validesa dels indicadors compostos radica en el vincle entre els indicadors individuals que es combinen i el marc conceptual definit. Molt rellevant en l'estudi d'aquells fenòmens que podrien explicar-se mitjançant diferents marcs conceptuals o perspectives. Vértesy (2016, p.2) afegeix que la validesa

en els indicadors de la innovació a escala de país, rau en la capacitat que tenen de mesurar les necessitats de la política d'innovació. En últim lloc, es considera que la construcció de compostos depèn més de la capacitat del modelador que de les regles universalment acceptades per a la codificació. La justificació del seu ús, s'afirma per la idoneïtat pel propòsit previst i l'acceptació per part de les parelles (OECD, 2008, p.14; Rosen, 1991).

Al principi del marc teòric, hem presentat la definició d'innovació que proposa l'OECD (2018, p.20), la innovació és la introducció d'un nou o millorat producte o procés i que s'utilitza per a l'empresa o està disponible en el mercat. Aquesta definició si bé és útil en el marc conceptual, ja que no només inclou la innovació tecnològica, sinó que també presenta com a central la figura de l'empresa que aporta una novetat al mercat. No és tan útil a l'hora de mesurar el concepte innovador, perquè avaluar i quantificar totes les activitats de les empreses respecte a nous productes i processos, esdevé una tasca molt complexa i gairebé impossible. A més, com assenyala Vértesy (2016, p.3), si aconseguíssim mesurar totes les activitats innovadores de les empreses, encara ens faltaria resoldre a com ponderar-les. Ja que no totes les innovacions, nous productes o processos, tindrien el mateix valor o utilitat en l'àmbit social o econòmic. I efectivament, executar aquesta tasca és molt complex i s'escapa del propòsit del treball. Quantificar i ponderar la utilitat de les innovacions suposaria conèixer el valor o utilitat d'aquestes, efecte que es pot produir a llarg termini i possiblement no s'arribaria a un consens sobre el valor d'aquestes. Grupp i Moge (2004) assenyalen que els indicadors emprats per avaluar la innovació solen ser indirectes, ja que el fenomen d'interès és intangible o no es pot observar directament.

A més, la innovació no és un fenomen que es produeix únicament dins de l'empresa sinó que existeix una ampla i complexa xarxa d'interrelacions entre diferents organismes que influeixen i determinen la capacitat de les nacions per a innovar. Com a conseqüència, si volem quantificar com innoven els països, serà necessari definir i mesurar el paper dels sistemes nacionals d'innovació (Lundvall, 1992, 2007; Nelson, 1993; Freeman, 1995). Però la dificultat de calcular la innovació no acaba aquí, atès que hi ha altres factors d'escala, temps o mida de les nacions que afecten aquest procés. I per si no fos poc, també trobem la innovació informal, que es produeix fora dels sistemes nacionals i que té cert caràcter aleatori. L'actual reflexió sobre les dificultats i perspectives de com mesurar la innovació, ens mostra l'ampli ventall d'opcions disponibles per mesurar el fenomen de la innovació. Per tant, és aquí un recai la importància de definir molt bé el marc teòric i vincular-lo amb l'estructura de l'indicador.

El nostre marc conceptual de l'indicador i la definició del concepte multidimensional, es descobreix molt relacionat amb el marc teòric del treball, on hem analitzat les diverses perspectives econòmiques de la innovació o progrés tecnològic respecte al creixement econòmic, els sistemes nacionals d'innovació i l'economia del coneixement. Així doncs, mesurarem la innovació des de la seva vinculació amb el creixement econòmic i entenent que l'aplicació econòmica de tota classe de saber en l'activitat econòmica esdevé part del procés innovador. La justificació d'emprar aquesta visió consta de dues claus. Per una banda, Vértesy (2016, p.4) identifica que la importància dels indicadors compostos és la seva utilitat davant de les necessitats de la política d'innovació. Primer, considerem la concepció que més innovació significa més creixement i més benestar social, visió simplista i que no permet focalitzar-nos en aquelles activitats o sectors que són realment essencials. Segon, des de la política

d'innovació el que interessa són el desenvolupament de les activitats científiques i tecnològiques, les habilitats, la capacitat d'innovar o emprendre noves activitats empresarials. És a dir, aquelles activitats que condueixen al procés d'innovació. Per altra banda, la vinculació de les TIC sobre la creació de coneixement i l'aplicació massiva de coneixement sobre l'activitat econòmica seran rellevants. Ja que conformen les claus econòmiques actuals del creixement econòmic i es desenvolupen a través del mateix procés d'innovació. Consegüentment, considerarem les TIC, el coneixement, les activitats científicotècniques, les habilitats i el caràcter emprenedor com a elements centrals del nostre indicador compost.

Taula 4. Pilars i dimensions de l'indicador compost d'innovació.

<b>Elements generals</b>	<b>Inputs</b>			<b>Outputs</b>	<b>Resultats</b>
Context econòmic	Entorn institucional	Entorn empresarial	Capital humà	Producció	Impacte

Font: Elaboració pròpia

En la Taula 4 observem els sis pilars que construiran el nostre indicador compost d'innovació. Primer de tot, assenyalem els elements generals que donen suport i faciliten els processos innovadors, representada per la dimensió de context econòmic. Com bé hem identificat en el marc teòric del treball, hi ha diversos elements que determinen la capacitat de les nacions per innovar i que estan molt relacionades amb les “regles de joc” presentades per la teoria dels sistemes nacionals d'innovació i pels determinants del creixement econòmic des de la perspectiva de l'economia del coneixement (Taula 2). Recull les condicions del marc institucional que atreuen els negocis i fomenten el creixement econòmic a través de la generació d'incentius, la protecció i l'estabilitat política i econòmica, elements molt rellevant perquè la innovació es desenvolupi (WIPO, 2020, p.204). Concretament, volem avaluar la capacitat de les nacions per promoure el desenvolupament del sector privat, l'aplicació de noves idees, el dinamisme empresarial i l'estabilitat política.

En segon lloc, trobem l'entorn institucional, l'entorn empresarial i el capital humà, sota l'agrupació denominada *inputs*. Inclourà aquells elements necessaris que permeten la creació de noves idees i coneixements i la participació de cada dimensió en el procés. L'entorn institucional i empresarial principalment gravaran la participació del sector públic i privat en els processos de generació de coneixement. Fent especial èmfasi en els recursos disponibles en la generació de noves idees i coneixement i en els processos d'R+D. La diferenciació dels *inputs* entre institucionals i empresarials, s'explica en la consideració que la iniciativa privada ha de liderar el procés de transició cap a l'economia del coneixement (Torrent i Vilaseca, 2016, p.46). Per acabar, en el context de l'economia del coneixement, les capacitats i habilitats digitals de la força de treball són essencials per construir nou coneixement. L'acumulació de capital humà a través de l'educació superior i les activitats R+D són una condició indispensable perquè la innovació es produeixi. A més el WIPO (2020, p.207) afirmar que les empreses impulsen el seu potencial d'innovació amb la contractació de professionals i tècnics altament qualificats. Per tant, el pilar del capital humà voldrà copsar la despesa en educació i les habilitats disponibles en el context de les TIC i les tecnologies digitals.

En tercer lloc, veiem la dimensió d'*outputs* o de producció, la dimensió gravarà els nivells de generació de coneixement que tenen les economies. La capacitat creativa i innovadora de les diferents nacions mitjançant diversos indicadors en forma de resultats de producció. És a dir, la dotació de les economies pel que fa a *inputs* que permeten generar coneixement s'aborda en l'entorn institucional, empresarial i el capital humà. Però els resultats en la producció de coneixement resultants de la seva aplicació econòmica s'avalua en aquesta dimensió. En quart lloc, identifiquem la dimensió d'impactes o resultats que mesurarà els resultats i els fruits de la participació dels diferents agents econòmics en els processos d'innovació. És a dir, avaluarà la repercussió que tenen tant l'aplicació dels *inputs* necessaris per als processos d'innovació, com els *outputs* resultants d'aquests.

Els diferents pilars esmentats o subgrups dels indicadors compostos permeten millorar la comprensió de les forces que s'amaguen darrere de l'indicador compost. I en base, a la seva funció i definició ens permeten generar els criteris de selecció de variables per crear l'indicador compost.

#### 4.2. Selecció de variables: interpretació de l'indicador compost.

En l'apartat de selecció de variables presentarem els diferents components individuals que representaran i donaran valor a cada una de les dimensions del nostre indicador compost. La selecció de variables s'ha realitzat d'acord amb el marc conceptual, presentat en l'apartat anterior i basant-se en el marc teòric del treball. Per assegurar la qualitat en la selecció de variables és primordial assegurar el vincle entre el marc conceptual, les dimensions i les variables individuals. Però també s'han de seleccionar les variables segons la seva rellevància, solidesa analítica, oportunitat i accessibilitat.

En el cas de la innovació, la quantitat de dades qualitatives comparables internacionalment i que representin les dimensions del nostre indicador, són força limitades. Com a conseqüència, ens hem servit de dades d'enquestes i altres indicadors sintètics per corregir les carències pel que fa a dades qualitatives. Les dades que sorgeixen d'enquestes es poden considerar com a dades toves, i no són ideals pels estudis analítics. Però en el context dels indicadors compostos són molt utilitzades per enriquir l'escassa quantitat d'informació dels determinants en l'explicació de fenòmens complexos i multidimensionals. Com assenyalen, Mairesse i Mohnen (2010), una part significativa de les dades que sorgeixen de les enquestes d'innovació es poden considerar de qualitat suficient per a les anàlisis econòmiques sòlides. Per altre costat, obtenir dades directes sobre la innovació és una tasca realment complicada, ja que es tracta d'un concepte difícilment observable en la realitat. Així doncs, ens hem servit de dades indirectes que capturin amb la màxima fidelitat els objectius de l'indicador compost. Com indica l'OECD (2008, p.23) quan les dades són escasses s'ha de considerar usar variables indirectes o *proxy*. Finalment, cal identificar si els indicadors individuals depenen de factors relacionats amb la mida o l'escala (PIB, població...). En cas d'identificar aquestes característiques en les variables, s'hauran de fer ús aquells denominadors pertinents per evitar diferències en les dades. La finalitat d'eliminar els efectes d'escala i mida és assolir una comparació objectiva entre els diferents indicadors. Per exemple, la despesa en R+D, caldrà presentar-la en proporció del PIB, d'altra manera aquells països amb un PIB més elevat estarien sobrevalorats davant els d'un PIB més modest.

D'acord amb el seguit de pautes metodològiques exposades per a la selecció de variables i amb el marc conceptual. Hem construït la Taula 5, on podem observar els diferents indicadors individuals per a cada dimensió definida. Els indicadors seleccionats són resultat de la recerca en les principals bases de dades (Eurostat, Institut d'Estadística de la UNESCO o *World Bank*) i de treballs previs en la construcció d'indicadors de la innovació (*European Innovation Scoreboard* o *Global Innovation Index*) o la competitivitat (*Global Competitiveness Index*). Hem prioritzat aquells indicadors amb dades més recents entre el 2017-2020 i que presentessin dades pels vint-i-set països de la UE. Les especificacions de les dades i les seves característiques quedaran recollides a "l'Annex 1: Resum de les variables".

Taula 5: Variables seleccionades per dimensió de l'indicador compost en innovació.

<p><u>1. Context econòmic</u></p> <p>1.1. Facilitat per negocis</p> <p>1.2. Actituds enfront del risc empresarial</p> <p>1.3. Eficàcia del govern</p> <p>1.4. Qualitat normativa</p> <p>1.5. Aplicació de l'estat de dret</p> <p><u>2. Entorn institucional</u></p> <p>2.1. Despesa en R+D</p> <p>2.2. Despesa en R+D per investigador</p> <p>2.3. Investigadors com a proporció de la força de treball</p> <p><u>3. Entorn empresarial</u></p> <p>3.1. Despesa en R+D realitzada al sector privat</p> <p>3.2. Despesa en R+D finançada pel sector privat</p> <p>3.3. Percentatge d'investigadors al sector privat</p> <p>3.4. Estat de desenvolupament del clúster</p>	<p><u>4. Capital humà</u></p> <p>4.1. Despesa governamental en educació</p> <p>4.2. Percentatge de població amb educació terciària</p> <p>4.3. Nous doctorats STEM per cada mil habitants</p> <p>4.4. Percentatge d'ocupació d'habilitats altes</p> <p><u>5. Producció</u></p> <p>5.1. Percentatge d'exportacions de béns culturals</p> <p>5.2. Índex H de citacions de textos científics.</p> <p>5.3. Sol·licituds de patents a l'OEP per milió d'habitants</p> <p><u>6. Impacte</u></p> <p>6.1. Protagonisme de les institucions de recerca</p> <p>6.2. Creixement de les empreses innovadores</p> <p>6.3. Densitat de nous negocis per cada mil habitants.</p> <p>6.4. Percentatge d'exportacions de productes d'alta tecnologia</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Font: Elaboració pròpia

Per tal de poder interpretar les dimensions de l'indicador, farem un breu resum del significat de les diferents variables emprades. El context econòmic, vol representar les "regles de joc" que faciliten els processos innovadors i que incentiven la creació de nous negocis. Està representada per dues variables que avaluen el dinamisme empresarial, la facilitat de fer negocis i les actituds envers el risc. La primera variable és un índex que registra els tràmits requerits, el cost econòmic i el temps destinat per a la creació d'un negoci. La segona resulta d'una enquesta i mesura les percepcions de la cultura empresarial d'un país, és a dir, l'aversion al risc dels emprenedors. Ambdues variables són rellevants perquè gravaran les facilitats o dificultats que les institucions posen al desenvolupament de nous projectes empresarial i com els individus actuen davant aquestes. A més, el context econòmic, incorpora tres altres variables en forma d'índexs: l'eficàcia del govern, la qualitat reguladora i l'aplicació de l'estat de dret. L'eficàcia del govern grava la qualitat dels serveis públics, la qualitat de la funció política i el grau d'independència a les pressions polítiques. La qualitat reguladora mesura les percepcions de la capacitat del govern per executar polítiques i regulacions que promoguin el desenvolupament del sector privat. I per últim, l'aplicació de l'estat de dret, avalua els nivells de compliment dels acords socials i la protecció dels drets de propietat. En definitiva, les tres variables ajudaran a mesurar el grau de competència



en el mercat domèstic, la seguretat en l'execució de les activitats pròpies de les empreses i l'estabilitat política i econòmica.

L'entorn institucional i empresarial tenen la finalitat de mesurar la participació de l'àmbit públic i privat en els processos de generació de noves idees i coneixements. Principalment, graven els esforços d'ambdós sectors en els procediments d'R+D. La investigació i el desenvolupament ja varen ser considerats per Romer (1990), com un dels determinants de la innovació i del progrés tecnològic. Per a l'OECD (2015), l'R+D compren el treball creatiu i sistemàtic que té com a finalitat augmentar les dotacions de coneixement i generar noves aplicacions pels coneixements ja disponibles. En l'àmbit públic mesurarem els recursos disponibles respecte a despesa en R+D i el nombre d'investigadors. A més, mesurarem la despesa per investigador com a indicador de la qualitat dels processos d'investigació i desenvolupament. En l'àmbit privat ens interessarà valorar la quantitat de despesa en R+D que es realitza en el sector, que provingui de l'àmbit públic i privat; la despesa en R+D finançada exclusivament pel sector privat i el percentatge d'investigadors que hi participen. A part de valorar els esforços en termes d'R+D, l'àmbit privat també avaluarà el grau de desenvolupament del clúster. Entenen per clúster la concentració geogràfica d'empreses, proveïdors i serveis relacionats d'un determinat sector. La variable recollirà les interrelacions entre empreses, la difusió tecnològica i la circulació de coneixement entre les empreses.

La dimensió del capital humà valorarà l'esforç de les institucions sobre la inversió en educació i mesurarà l'estoc d'habilitats, capacitats i coneixements disponibles en l'economia. La despesa general en educació serà la variable encarregada de representar l'esforç inversor del sector públic. Per representar la qualitat i quantitat del capital humà en termes d'habilitats, utilitzarem tres variables: el percentatge de població amb educació terciària, el percentatge d'ocupació d'habilitats altes i el nombre de nous doctorats en els camps de ciències, tecnologia, enginyeria i matemàtiques (STEM). El primer és un indicador general de les dotacions de capital humà d'una economia, compren a la població entre els 25 a 34 anys. En centrar-se en una cohort d'edat jove, recull els canvis en les polítiques d'educació que condueixen a més graduats en el nivell (Hollanders *et al.*, 2021, p.85). El segon, el percentatge d'ocupació d'habilitats altes, quantificarà la proporció de mànagers i professionals respecte a la resta de categories d'*International Standard Classification of Occupation* (ISCO-08). Permetrà veure l'estructura econòmica dels països en termes d'habilitats i l'oferta de treball existent per aquestes categories. El tercer, nous doctorats STEM, serà un indicador específic de camps determinats i de caràcter científic i tècnic. La ciència, la tecnologia, l'enginyeria i les matemàtiques són fonamentals pels processos innovadors en l'economia del coneixement i les tecnologies digitals.

La producció estarà representada per tres variables que gravaran el ritme de generació de noves invencions i coneixements en l'economia. Per representar la producció de coneixements científicotècnics, utilitzarem l'índex H. L'índex H calcula el nombre d'articles (H) d'una revista que han rebut almenys H citacions. És un bon indicador sobre la productivitat i impacte de les publicacions científiques. El nombre de sol·licituds de patents a l'Oficina Europea de Patents (OEP), serà una bona mesura de la taxa de creació de nous productes. I per últim, el percentatge d'exportacions de béns culturals recolliran la producció de coneixements i la capacitat creativa fora de l'àmbit tècnic i científic.

Finalment, la dimensió de l'impacte es constituirà per quatre variables: protagonisme de les institucions de recerca, creixement d'empreses innovadores, densitat de nous negocis per mil habitats i les exportacions d'alta tecnologia. Aquesta dimensió correspon a com els *inputs* i *outputs* es tradueixen en innovació. El protagonisme de les institucions de recerca, avaluaran l'impacte de la producció de les institucions públiques i privades en investigació mitjançant el seu prestigi internacional. El creixement de les empreses innovadores, serà un bon indicador del ritme de creixement i dels resultats econòmics de les empreses innovadores. La densitat de nous negocis, serà una bona mesura de les actituds empresarials i el ritme de creació de noves empreses. Finalment, el percentatge d'exportacions d'alta tecnologia servirà per avaluar la competitivitat tecnològica dels països. Els productes d'alta tecnologia solen considerar-se com intensiu en R+D, així que serviran també per avaluar els impactes de la investigació i el desenvolupament.

L'explicació dels components individuals de l'indicador sintètic, ha d'atorgar transparència sobre el procés de selecció de variables, però també per identificar allò que realment mesura l'indicador. L'ús de variables indirectes i dades toves podria ser fàcilment mal interpretable. Per tant, per treure conclusions o missatges útils de política serà necessària fer referència a les variables individuals que el componen. A més, tot i que en l'apartat de "Desenvolupament del marc teòric: la definició de la innovació en els indicadors compostos" s'ha especificat la definició d'innovació i indicat els criteris de selecció de variables. No podem considerar que l'indicador reculli totes les complexitats del fenomen d'innovació definit, això succeeix per la falta de disponibilitat de dades directes dels diferents determinants de la innovació. En el context de l'anàlisi de polítiques els indicadors són útils per identificar tendències i senyalitzar problemes concrets. També per establir prioritats polítiques i comparar i monitorar el desenvolupament dels països (OECD, 2008, p.13). En definitiva, el nostre indicador proporcionarà una imatge sobre la capacitat d'innovació dels països, però el seu punt fort estarà relacionat amb el monitoratge dels diferents components i la comparació entre països sobre els seus esforços en les diverses dimensions definides. A part de l'anàlisi dels resultats de l'indicador i les seves dimensions, considerem rellevant l'estudi concret dels indicadors individuals per senyalitzar punts forts i dèbils de les economies.

#### 4.3. Estudi descriptiu i correlacional de les variables

En l'anàlisi multivariant s'inclouen aquelles tècniques que permeten analitzar els criteris estadístics darrere la selecció de les variables. Cal estudiar doncs la naturalesa darrera de les dades i la relació que hi podria haver entre elles (OECD, 2008, p.25). Com indiquen Soto i Schuschny (2009, p. 41), hi ha dos possibles criteris: l'anàlisi de relacions entre variables i l'estudi de les relacions entre unitats d'anàlisi. El primer criteri es basa en l'agrupació de variables en subindicadors, sota una estructura niada. Aquestes tècniques permeten identificar si aquesta estructura i la selecció de variables expliquen un determinat fenomen multidimensional. Les tècniques més utilitzades són l'anàlisi de components principals, l'anàlisi factorial i l'alfa de Cronbach. Per altra banda, l'estudi de les relacions entre unitats d'anàlisi parteix de la combinació de variables per la seva similitud. El mètode més usat és l'anàlisi de conglomerats o clúster.

En l'estudi de la naturalesa i les relacions entre variables pel nostre indicador ens basarem en l'estudi dels coeficients de correlació. L'elecció de l'eina d'anàlisi es basa

en el fet que la mostra és petita, en comparació al nombre de variables seleccionades, s'hauria d'evitar utilitzar aquestes tècniques estadístiques perquè els resultats no serien representatius (Soto i Schuschny, 2009, p. 41). Per exemple, l'anàlisi de components principals recomana el triple de dades en proporció a les variables. Consegüentment, cal emprar anàlisis exploratòries simples per analitzar les relacions entre les variables, tal com indiquen Soto i Schuschny (2009, p. 41).

Pel que a la correlació entre variables, caldria esperar que les variables estiguin força correlacionades. Això succeeix perquè les diferents variables emprades pretenen mesurar el fenomen de la innovació, en la definició de l'estructura de l'indicador i la selecció de variables ja hem pogut veure part de les relacions entre variables. La seva disposició en diferents pilars que es constitueixen com a *inputs*, *outputs* i resultats fa que part de les variables estiguin correlacionades. Per exemple, en el cas de la despesa en R+D, la despesa R+D per investigador i la quantitat d'investigadors són variables que a priori haurien d'estar correlacionades perquè parteixen d'un mateix concepte, però avaluen aspectes diferents de l'R+D.

En "l'Annex 2: Coeficient de correlació" trobarem l'estudi de la matriu de correlacions de Pearson per la mostra i per a cada una de les dimensions. Pel que fa a les correlacions de Pearson per cada dimensió podem observar que efectivament les diferents variables dins dels grups estan altament correlacionades. Com explicat anteriorment aquest comportament era del tot esperable. Ara bé, veiem que en la dimensió del context econòmic hi ha tres variables que tenen unes correlacions molt elevades respecte als altres grups. Aquestes són *l'eficàcia del govern*, *la qualitat normativa* i *l'aplicació de l'estat de dret* presenten correlacions de Pearson de 0,9 i són estadísticament significatives. Les variables són extrems de la mateixa font i volen capturar el comportament del govern pel que fa a l'estabilitat econòmica i política i la promoció del sector privat. Això ens condueix a pensar que estan capturant un mateix aspecte del fenomen en qüestió. Així doncs, estaríem sobreestimant l'efecte d'aquest sobre la dimensió del context econòmic, per sobre de les variables de *facilitat per fer negocis* o *les actituds enfront del risc*. Com aquestes variables són igual de rellevants en la definició del context econòmic les agruparem de tal forma que la suma de les seves ponderacions sigui igual a la d'una única variable.

En segon lloc, en l'anàlisi de les correlacions per a dimensions observem que en la dimensió de l'impacte les variables de *protagonisme de les institucions de recerca* i de *densitat de nous negocis*, estan correlacionades lleugerament (-0,39) però negativament i aquesta és significativa. Atenent el marc conceptual i teòric sembla difícil que ambdues variables estiguin correlacionades negativament, considerarem que són fruit de l'atzar en tenir una mostra relativament petita de països.

Per últim lloc, en l'anàlisi de la matriu de correlació detectem que part de les variables emprades no presenten cap lligam de correlació. Tot i que hi ha una part important que presenten correlacions elevades, positives i significatives d'acord amb la naturalesa de les dades. La correlació entre variables no és quelcom ideal en el marc dels indicadors compostos, però no significa que altes correlacions impliquen redundància explicativa. A través del nostre marc conceptual i la definició de les variables seleccionades identifiquem que les correlacions que presenten no són fruit de l'explicació del mateix aspecte del concepte. Per tant, donem per bona la mostra de dades i variables per a la construcció de l'indicador compost. També descobrim algun cas com l'esmentat en la dimensió de l'impacte, les variables de *densitat de nous negocis* i l'Índex *H* presenten

una lleu correlació negativa (-0,46). D'acord amb el cas anterior i el nostre marc conceptual no trobem cap relació evident o significativa entre els nous negocis i la producció científica que avaluï aquests resultats. També, la considerem resultant de l'aleatorietat a causa d'una mostra relativament petita.

#### 4.4. Normalització i tractament de dades

El següent pas en la construcció de l'indicador és la normalització de les dades. La normalització de les dades permet expressar les diferents variables en la mateixa unitat de mesura, evitant l'aparició de fenòmens que depenguin de l'escala. Per altra banda, la normalització, l'aplicació de la mateixa escala a totes variables, és el pas previ a l'agregació de les dades, ja que facilita el procediment. L'OECD (2008, p.27) indica que la normalització és necessària abans de qualsevol agregació de dades i que existeixen diverses formes per a fer-ho: mitjançant la classificació (*Ranking*), l'estandardització (*z-score*) i el mètode Min-Max.

En la normalització del nostre indicador utilitzarem el mètode Min-Max, utilitzat per indicadors com el *Global Competitiveness Index* o el *Global Knowledge Index*. El mètode Min-Max consisteix a escalar els valors a un rang determinat, normalment de 0 a 1, però nosaltres farem ús d'un rang 0 a 10 perquè voldrem construir el nostre indicador en base 10. El valor 0 s'aplicarà al país amb valor mínim i el 10 al país amb valor màxim. A partir d'aquestes dues mesures es construiran els valors intermedis mitjançant la següent fórmula:

$$\text{Valor } X \text{ Normalitzat} = \frac{\text{Valor } X - \text{Mínim}}{\text{Màxim} - \text{Mínim}} \times 10$$

El procés Min-Max treballa amb els valors extrems de les variables. Així, la presència de valors atípics distorsionaria l'anàlisi a realitzar, atès que determinats valors sobrevalorarien o infravalorarien determinades variables, augmentant l'efecte d'aquella variable sobre el total de l'indicador compost. En conseqüència, cal corregir aquests valors per evitar els efectes anteriorment comentats.

Els valors atípics són valors molt extrems i allunyats dels valors esperats, s'escapen de la distribució que dona lloc a les dades. L'existència de valors atípics pot produir biaixos indesitjables sobre la mostra (Soto i Schuschny, 2009, p.55). La forma més comuna d'identificar-los en el context dels indicadors compostos és calculant la ubicació dels quartils. Sota aquest esquema es considera com a valors atípics aquelles dades que són inferiors al primer quartil menys 1,5 vegades el rang interquartílic o superiors al tercer quartil més 1,5 vegades el rang interquartílic. A l'apartat "Annex 3: Normalització de les variables" hi ha indicats els valors considerats atípics i la seva posterior modificació. En la correcció d'aquests indicadors usarem el mètode de winsorització utilitzat en la creació del *Global Competitiveness Index* o el *Global Knowledge Index*. La winsorització consisteix a substituir els valors atípics extrems pel valor màxim dins dels límits interquartílics que hem definit anteriorment per detectar els atípics. El MBRF i PNUB (2021, p.22) identifiquen que la winsorització és útil i s'ha d'utilitzar per a aquelles variables que tinguin entre un i cinc valors atípics. En cas de l'existència de més valors atípics s'han d'aplicar altres mètodes de transformació mitjançant logaritmes o arrels quadrades. En el nostre cas cap variable superava aquest límit, així que no ha sigut necessari aplicar cap altre tipus de transformació. Per altra banda, les transformacions esmentades són útils per corregir

asimetries severes (*skewness*) o curtosi en les variables que podrien tenir efectes negatius sobre la construcció de l'indicador a causa d'una mala distribució de les variables. Els mateixos autors assenyalen que l'asimetria severa es produeix a partir d'un valor 2,25 i la curtosi a partir d'un coeficient de 3,5. En "Annex 3: Normalització de les variables" trobarem el càlcul de l'asimetria, la curtosi i el càlcul dels quartils. Podrem observar que en cap cas les nostres variables presentaven valors elevats d'asimetria o de curtosi, i que un cop aplicada la correcció dels atípics els coeficients s'han corregit encara més.

Un cop realitzat el tractament de les variables necessari abans de la normalització hem procedit a normalitzar les variables per a la posterior agregació d'aquestes en l'indicador compost. La taula de les variables normalitzades també les podem trobar en els annexos esmentats al llarg de l'apartat.

#### 4.5. Ponderació i agregació

La ponderació és el següent pas en la construcció d'indicadors compostos, on s'atribueix el pes a cada variable i dimensió sobre el sistema matemàtic que resultarà en el valor final de l'indicador. Dit d'altra manera, les ponderacions capturen la importància relativa de cada variable o dimensió sobre el fenomen en qüestió de l'estudi. Alguns autors Saisana *et al.* (2005) o Grupp i Schubert (2010, p.69), mostren com la utilització de diferents mètodes d'agregació i ponderació condueixen a canvis significatius en les classificacions dels diferents països i dels resultats finals dels indicadors compostos. A part, l'OECD (2008, p.31) afirma que qualsevol mètode que s'utilitzi en l'assignació de ponderacions resultà de judicis de valors i de la subjectivitat. Per tant, torna a ser indispensable la transparència en la selecció del mètode de ponderació o agregació per evitar manipulacions en la mostra. Hi ha diversos esquemes de ponderació, tots amb avantatges i desavantatges, correspon a l'investigador identificar aquell que s'adapta millor a l'objectiu perseguit.

Els mecanismes de ponderació són molt variats, però en termes generals podem identificar tres grans famílies: els pesos iguals, mètodes participatius i els basats en les dades o models estadístics. La ponderació de pesos iguals és un dels mètodes més comuns en la creació d'indicadors compostos. Consisteix a distribuir de forma equitativa els pesos entre les diferents variables. Ara bé, si l'indicador té diverses dimensions i cada dimensió té un nombre diferent de variables, aquells pilars amb més variables estaran sobredimensionats respecte als altres i tindran un efecte més rellevant en la determinació del valor final de l'indicador compost. Per evitar-ho, cal distribuir els pesos equitativament entre les variables respecte a cada dimensió i després agregar el conjunt del sistema. Segons Greco *et al.* (2018), les principals justificacions en l'ús d'aquests mètodes giren en torn la simplificació de la construcció i la falta d'un esquema teòric ben definit que permeti aplicar pesos diferencials. Autors com Ray (2008, p.5) consideren que l'aplicació de pesos equitatius és errònia, ja que igual que els altres mètodes el seu ús neix de la subjectivitat i acaba simplificant la realitat.

L'elecció d'un esquema de ponderació és una tasca subjectiva perquè que l'elecció d'un sistema o altre dependrà de les percepcions del constructor. Els mètodes participatius pretenen reduir aquest grau de subjectivitat mitjançant la participació de les parts interessades. En el cas d'indicadors de polítiques, seria útil que un grup d'experts determinessin les ponderacions dels diferents indicadors. Aquesta metodologia permet crear un model de ponderació subjectiu, però molt transparent.

Tot i això, l'OECD (2008, p.32) identifica que en la comparació de països internacionalment, els mètodes participatius podrien no ser un bon mètode. Les prioritats i els objectius polítics enfront del creixement econòmic o la innovació poden ser molt diversos entre països. Caldria arribar a un consens comú entre totes les parts interessades.

L'últim grup de mètodes de ponderació són els basats en les dades. L'elecció de pesos es determina per sistemes matemàtics o econòmics. Els més utilitzats són l'anàlisi de components, l'anàlisi de correlacions i el *data envelopment analysis (DEA)*. Són mètodes molt interessants, ja que eviten la possible manipulació de les dades i la subjectivitat implícita en l'elecció de pesos per part d'un modelador o un grup d'experts. Per altra banda, Greco *et al.* (2018, p.69) assenyalen que ni aquesta tipologia de models es troben fora de les crítiques. La principal crítica a l'ús dels models basats en dades neix de la diferenciació entre el que les dades expliquen i el que les parts interessades busquen. En el context d'indicadors que busquen fer comparacions sobre països, els sistemes basats en dades podrien identificar que una o diverses variables són les més rellevants en l'explicació del sistema. Però aquestes es podrien allunyar dels objectius i necessitats perseguides des de l'àmbit polític. Per tant, l'indicador no capturaria allò que realment és important per la política de creixement econòmic, competitivitat o innovació en un determinat país.

El pas final en la consolidació dels indicadors compostos és l'elecció del mètode d'agregació de les variables mitjançant les ponderacions establertes. Els mètodes d'agregació es poden classificar en tres grups: lineals, geomètrics i multicriteri (OECD, 2008, p.33). Els models lineals i geomètrics formen part del subgrup de models compensatoris mentre que l'anàlisi multicriteri no és compensatori. La compensació significa que els dèficits experimentats en una dimensió es poden compensar a través d'un bon resultat en una altra dimensió. De la mateixa manera que en la ponderació, no existeix un únic mètode ideal per agregar un sistema de variables (Greco *et al.*, 2018, p.75). L'elecció del mètode més adequat es redueix a la utilitat d'allò que l'indicador vol mesurar (OECD, 2008, p.33).

Per a la construcció del nostre indicador el mètode més adequat pel que fa a la ponderació serà la distribució de pesos de forma equitativa. L'elecció d'aquest esquema es basa en el mètode més comunament utilitzat i l'absència d'un esquema teòric i empíric ben definit per la innovació que permeti aplicar pesos diferenciats a cada indicador o dimensió. A més, quan estem sota la presència de variables altament correlacionades, com és el nostre cas, és convenient fer servir ponderacions idèntiques (Soto i Schuschny, 2009, p. 72). Tot i que l'ús de variables altament correlacionades sigui símptoma de redundància explicativa, mitjançant el marc conceptual i els variables hem considerat que pretén mesurar aspectes diferents sobre el fenomen de la innovació. Per tant, el seu ús no és incongruent. La ponderació equitativa de les variables es farà dins de cada dimensió i, posteriorment, s'agregaran les diferents dimensions a través d'una ponderació equitativa també. D'aquesta manera aconseguirem que aquelles dimensions amb més variables no estiguin sobredimensionades en el càlcul final de l'indicador. Cal afegir que per la dimensió del context econòmic s'han agrupat tres variables que teòricament presenten un vincle molt estret i a més estan altament correlacionades. Això vol dir, que en el càlcul de la dimensió del context econòmic s'han ponderat aquestes variables perquè el seu valor es computi com si es tractés d'una sola variable.

L'agregació del nostre indicador es farà mitjançant la mitjana aritmètica ponderada que és el mètode més àmpliament utilitzat en la creació d'indicadors compostos (Soto i Schuschny, 2009, p.71). La justificació de l'elecció del mètode s'explica perquè s'ha optat per la simplicitat. Però també sobre el marc conceptual i la intencionalitat darrera de l'indicador compost d'innovació. La finalitat del nostre indicador compost és que mesuri la capacitat d'innovació dels països des d'una perspectiva de creixement econòmic i de l'economia del coneixement. Tot i això, en l'apartat de "Selecció de variables: interpretació de l'indicador compost", hem identificat que el punt fort de l'indicador rauria en la comparació entre països, d'acord amb el seu desenvolupament entre les diverses dimensions definides. A conseqüència, l'agregació dels pilars com a mitjana aritmètica d'una ponderació equitativa farà que el resultat final de l'indicador gravi el desenvolupament dels països per cada dimensió. La compensació entre les dimensions serà quelcom esperat i que mitjançant l'anàlisi comparativa entre les dimensions i, posteriorment, l'anàlisi dels diferents indicadors individual permetrà obtenir una imatge del desenvolupament dels països en termes d'innovació. Finalment, la fórmula emprada en la ponderació i agregació de l'indicador compost és la següent:

$$IC_p = \frac{\frac{\sum_{i=1}^2 CEi + \frac{\sum_{n=3}^5 CEn}{3}}{3} + \frac{\sum_{j=1}^3 EIj}{3} + \frac{\sum_{k=1}^4 EEk}{4} + \frac{\sum_{l=1}^3 KHL}{4} + \frac{\sum_{m=1}^3 Pm}{3} + \frac{\sum_{t=1}^4 It}{4}}{6}$$

On  $IC_p$  representa el valor de l'indicador compost per a cada país. La fórmula es compon per la mitjana aritmètica de les variables definides per a cada dimensió: context econòmic ( $CEi$ ), entorn institucional ( $EIj$ ), entorn empresarial ( $EEk$ ), capital humà ( $KHL$ ), producció ( $Pm$ ) i impacte ( $It$ ). Les variables usades en cada pilar corresponen a la mostra de la Taula 5 de l'apartat "Selecció de variables: interpretació de l'indicador compost". Tanmateix, la dimensió del context econòmic agrupa les variables *eficàcia del govern*, *qualitat normativa i aplicació de l'estat de dret* com si es tractés d'una única variable ( $CEn$ ) perquè considerem que avaluen el mateix aspecte de la innovació. Utilitzarem una mitjana aritmètica entre les tres variables i, seguidament, realitzarem la mitjana aritmètica del resultat amb les altres variables del pilar. En darrer terme, agregarem les sis dimensions mitjançant una altra mitjana aritmètica.

## 5. Anàlisi del rendiment en innovació

El darrer apartat del treball consistirà en una anàlisi a tres nivells, aquest donarà resposta als objectius plantejats i comprovarà les dues hipòtesis que defineixen el propòsit de la investigació. Inicialment, estudiarem el rendiment dels països partint de l'indicador compost d'innovació, obtindrem una visió general del comportament innovador dels països i resoldrem el propòsit secundari. La hipòtesi secundària es formulava a través de la consideració que els indicadors compostos eren eines útils en la representació i l'anàlisi de fenòmens complexes. Així doncs, analitzarem els resultats dels països i farem un breu estudi de la relació entre la renda per càpita i el rendiment d'innovació de l'índex sintètic construït. A continuació, valorarem el desenvolupament dels països d'acord amb els resultats dels pilars subjacents en l'índex agregat. Doncs bé, ens centrarem en l'anàlisi del rendiment d'Espanya respecte a la mitjana de la UE i en l'estudi comparativa dels rendiments amb les altres economies. En darrer lloc, examinarem el comportament de les variables individuals pel cas d'Espanya. Durem a terme una anàlisi comparativa de les dades per identificar els punts forts i dèbils de l'economia espanyola en termes d'innovació. El darrer exercici serà molt rellevant per identificar les realitats amagades en l'índex d'innovació i per remarcar aquelles àrees que requereixen l'atenció dels dirigents polítics. En definitiva, l'estructura a tres nivells facilitarà la resolució de l'objectiu principal constituït sota l'estudi del desenvolupament de l'economia espanyola i de la seva capacitat d'innovació en comparativa amb els socis de la UE.

### 5.1. L'indicador compost d'innovació

D'entrada analitzarem la Taula 6 que mostra el resultat, la posició i el rendiment obtingut pels països en l'indicador compost d'innovació. S'ha decidit classificar els països segons el seu rendiment, considerarem un valor alt aquells països que presenten una puntuació d'entre 8 i 6 punts, un rendiment mitjà aquells que se situïn per sota del 6 i sobre del 4 i els països que presenten resultats inferiors a 4 punts els considerarem com a baix nivell d'innovació. Els països amb un grau d'innovació més destacable segons el nostre indicador són Suècia (7,9), Alemanya (7,36) i Dinamarca (7,3). Suècia rep la primera posició amb força diferència respecte als seguidors, això significa que és el país amb capacitat innovadora més elevada de la mostra estudiada i presenta els millors rendiments. Ara bé, cal tenir en consideració que la nota resultant sorgeix de les variables emprades, tècniques d'agregació i ponderació. En cas d'utilitzar altres variables o altres mètodes aquest resultat podria variar. Tot i això, l'informe del WIPO (2021, p.4) sobre *Global Innovation Index* i l'estudi d'Hollanders *et al.* (2021, p.91) sobre *Summary Innovation Index* avalen els nostres resultats, situant en la primera posició a Suècia tenint present la mostra de països usada. Pel que fa als rendiments mitjans observem que destaquen Bèlgica (5,92) i Irlanda (5,57), ambdós països es troben molt a prop del grau d'innovació alt. En últim lloc, els països que presenten uns nivells més baixos d'innovació són Croàcia (2,06) i Romania (2,03). En conseqüència, representen els països que requereixen més esforços per desenvolupar les dimensions que constitueixen les bases fonamentals del procés innovador i fomentar així el creixement econòmic.



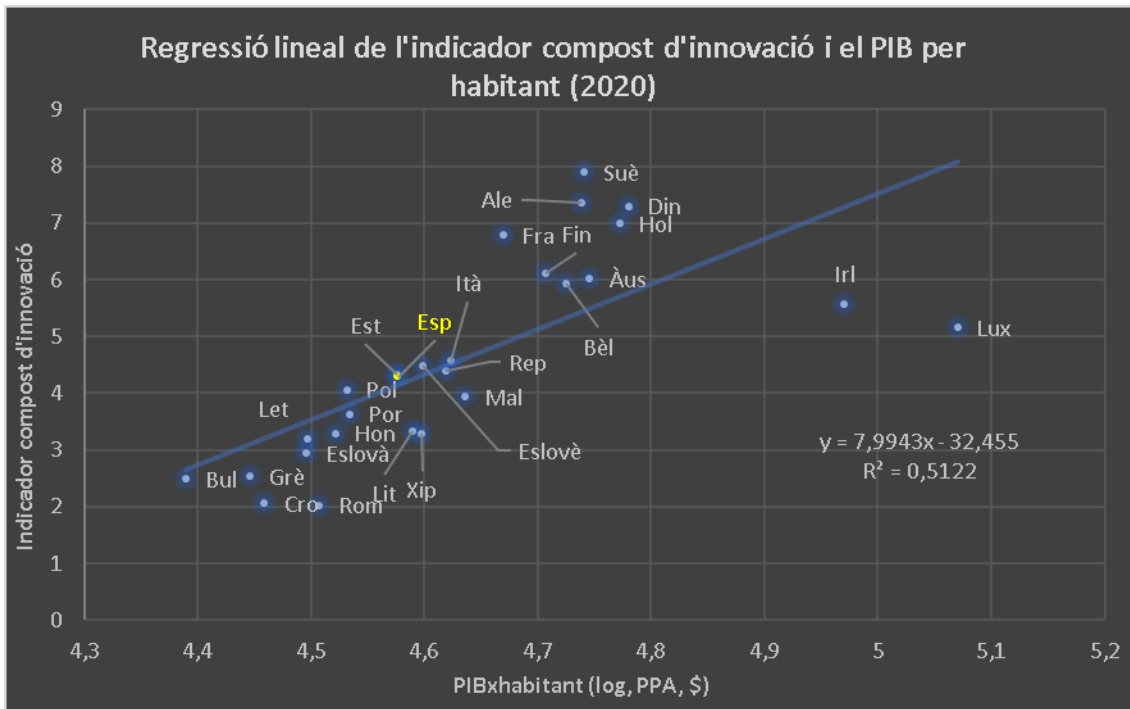
Taula 6. Classificació i puntuacions de l'indicador compost d'innovació.

<b>País</b>	<b>Classificació</b>	<b>Puntuació</b>	<b>Rendiment</b>
<i>Suècia</i>	1	7,90	Alt
<i>Alemanya</i>	2	7,36	Alt
<i>Dinamarca</i>	3	7,30	Alt
<i>Països Baixos</i>	4	6,99	Alt
<i>França</i>	5	6,79	Alt
<i>Finlàndia</i>	6	6,11	Alt
<i>Àustria</i>	7	6,02	Alt
<i>Bèlgica</i>	8	5,92	Mitjà
<i>Irlanda</i>	9	5,57	Mitjà
<i>Luxemburg</i>	10	5,16	Mitjà
<i>Mitjana UE-27</i>	-	4,59	Mitjà
<i>Itàlia</i>	11	4,57	Mitjà
<i>Eslovènia</i>	12	4,49	Mitjà
<i>República Txeca</i>	13	4,39	Mitjà
<i>Estònia</i>	14	4,33	Mitjà
<b><i>Espanya</i></b>	<b>15</b>	<b>4,29</b>	<b>Mitjà</b>
<i>Polònia</i>	16	4,06	Mitjà
<i>Malta</i>	17	3,93	Baix
<i>Portugal</i>	18	3,63	Baix
<i>Lituània</i>	19	3,33	Baix
<i>Hongria</i>	20	3,29	Baix
<i>Xipre</i>	21	3,28	Baix
<i>Letònia</i>	22	3,20	Baix
<i>Eslovàquia</i>	23	2,95	Baix
<i>Grècia</i>	24	2,53	Baix
<i>Bulgària</i>	25	2,49	Baix
<i>Croàcia</i>	26	2,06	Baix
<i>Romania</i>	27	2,03	Baix

Font: Elaboració pròpia

Seguidament, exposarem el comportament d'Espanya referent a la posició i puntuació de l'índex sintètic construït. En concret, l'economia espanyola se situa en la quinzena posició, rep una valoració de 4,29 punts i obté un rendiment mitjà. Podem afirmar que la seva capacitat d'innovació és intermèdia dins del conjunt de la UE. Tanmateix, comparant la seva puntuació amb la mitjana de la UE (4,59), notarem que es troba lleugerament per sota d'aquesta. A més, presenta una diferència de més de tres punts envers els primers classificats i quasi dos punts dels de pitjor rendiment. Finalment, observem que dins dels països amb rendiment mitjà se situa en penúltima posició. En l'informe del WIPO (2021, p.4) situa a Espanya en setzena posició envers el conjunt de la UE i amb una puntuació de 45,4 punts (el GII utilitza un interval de puntuació de 0 a 100), els resultats tenen alguna diferència que es podria explicar una selecció diferent de variables o la metodologia emprada. Tot i això, podem considerar que l'indicador captura amb força fidelitat el rendiment innovador de l'economia espanyola. En definitiva, localitzem Espanya per sota del desenvolupament mitjà de la UE, presentant un alt marge de millora pel que fa a innovació.

Figura 2. Regressió lineal de l'indicador compost creat amb el PIB per habitant (2020).

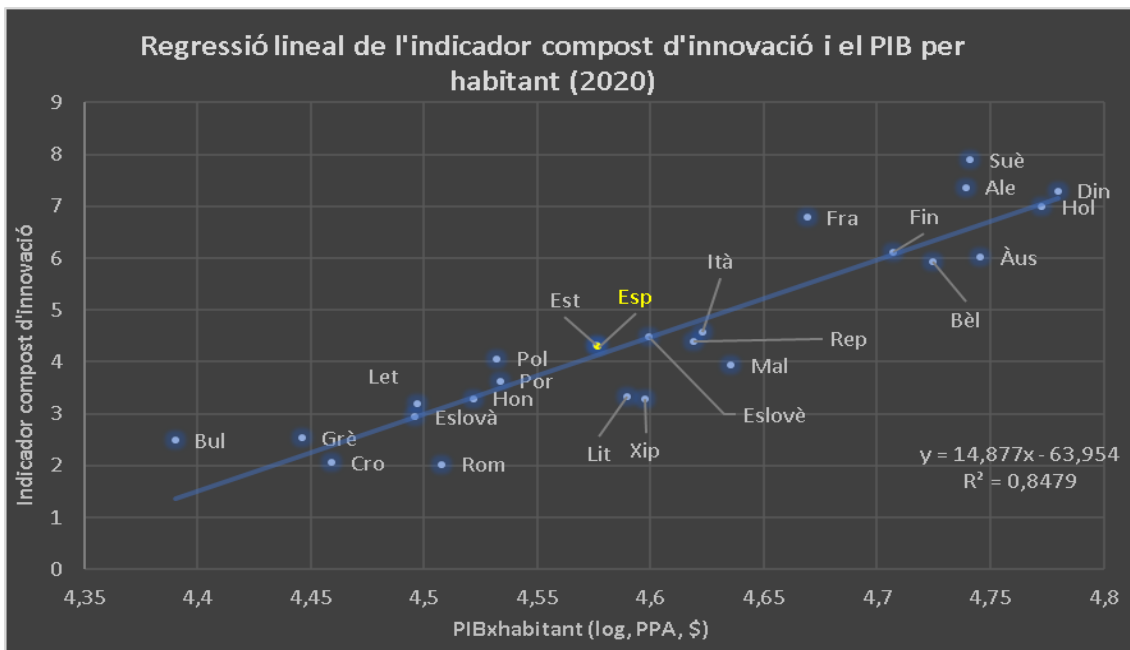


Font: Elaboració pròpia

Per altra banda, en la Figura 2 veiem representada la regressió lineal entre l'indicador creat i el PIB per habitant per l'any 2020, expressat en dòlars PPA i logaritmes naturals. Sota el supòsit que davant uns nivells de renda més alt, caldria esperar un grau més alt d'innovació. La línia de tendència mostra els nivells esperats d'innovació d'una economia determinada amb relació al seu PIB per càpita, la tendència resulta de la mostra de països seleccionats en la creació de l'indicador. El gràfic ens permet posicionar Espanya enfront de la línia de tendència, observarem que els esforços del país s'adeqüen amb els nivells esperats d'innovació d'acord amb la renda per càpita del país.

A més, si tractem com a atípics els valors presentats per Irlanda i Luxemburg (Figura 3), ja que presenten uns valors d'innovació molt per sota dels esperats en relació amb el nivell de renda que presenten. La mostra obté una bondat d'ajust molt bo ( $R=0,85$ ) i millora respecte al presentat en la Figura 2.

Figura 3. Regressió lineal de l'indicador compost creat amb el PIB per habitant (2020).

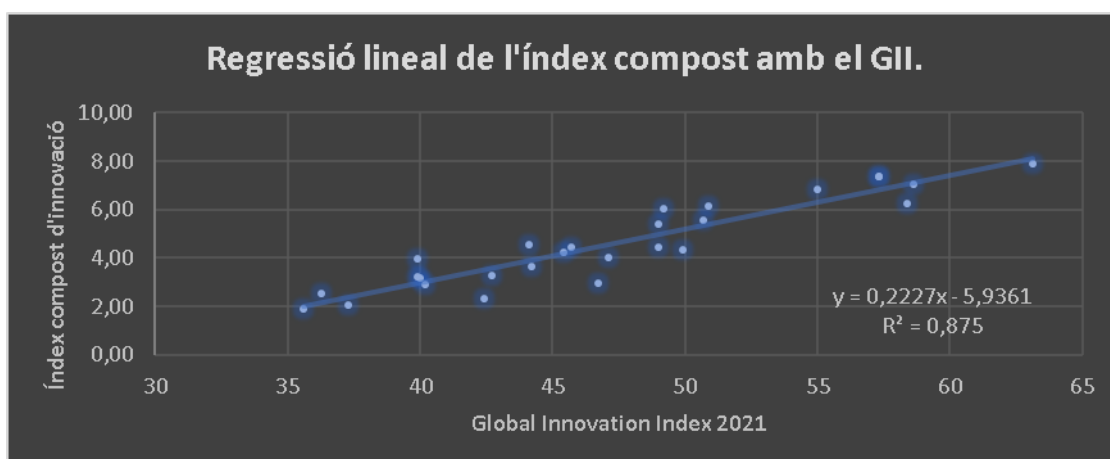


Font: Elaboració pròpia

Luxemburg i Irlanda són els països que presenten les rendes per càpita més elevades. Això ens fa pensar que davant nivells alts de renda caldria esperar que el grau d'innovació es reduís, fet que sembla poc probable. O per l'altre costat que els nivells de renda de Luxemburg i Irlanda depenguin d'altres variables que incrementen el PIB per habitant, però no tenen efectes directes sobre el procés innovador. Bowers (2017) i Olmo (2021) indiquen que Irlanda i Luxemburg tenen els sistemes fiscals més laxos de la UE. En conseqüència, atreuen les grans multinacionals que ubiquen les seves seves domiciliàries en aquests països. Per tant, s'ha de computar l'activitat de les multinacionals, però no sempre tenen efectes sobre l'economia real. Cal afegir que Luxemburg és una important capital europea on es desenvolupen activitats relacionades amb la gestió monetària de la UE, fet que podria incrementar els seus nivells de renda. Tanmateix, també es podria explicar per què la selecció de variables, tot i considerar-se representatives del procés innovador, no aconsegueixen capturar les característiques innovadores d'ambdós països. En conseqüència, podem afirmar que Espanya presentar un bon rendiment en innovació, ja que per renda s'adequa a la mostra estudiada.

Adicionalment, la Figura 4 representa la regressió lineal entre l'índex d'innovació que hem creat i el *Global Innovation Index* (GII) del WIPO (2021). L'indicador creat pel WIPO és un dels índexs d'innovació més rellevants. A través de la Figura 4 i la regressió lineal, observem com el nostre indicador s'adapta als resultats del GII. Identifiquem que la tendència entre ambdós indicadors és molt similar i la bondat de l'ajust és alta (0,875). En conseqüència, la tendència és molt similar i el nostre indicador s'adequa al GII. A més, la variació entre ambdós indicadors es pot explicar per l'ús de variables diferents i per una quantitat més reduïda tant de mostra com de variables en la construcció del nostre indicador.

Figura 4. Regressió lineal de l'indicador compost creat amb el GII (2021).



Font: Elaboració pròpia

En la Taula 7, trobem una comparativa entre les classificacions i puntuacions del GII envers el nostre indicador compost (IC). Inicialment, assenyalarem que les puntuacions del GII mostren un interval més central de valors. És a dir, les puntuacions extremes són més moderades en comparació a l'indicador compost realitzat en el treball. Així doncs, destaquem que els resultats entre els indicadors no coincideixen. Tanmateix, si ens fixem en la classificació de països, observem que hi ha similituds importants. Dit d'altra forma, els resultats en classificacions mostren petites variacions, però una bona concordança en la distribució dels rendiments innovadors dels països. Les diferències esmentades entre els indicadors s'expliquen per l'ús d'una metodologia i una selecció de variables diferents entre ambdós índexs.

Taula 7. Classificació i puntuacions de l'indicador compost d'innovació i el GII.

País	Classificació IC	Classificació GII	Puntuació IC	Puntuació GII
Alemanya	2	4	7,36	57,3
Àustria	7	7	6,02	50,9
Bèlgica	8	10	5,92	49,2
Bulgària	25	20	2,49	42,4
Croàcia	26	25	2,06	37,3
Dinamarca	3	5	7,30	57,3
Eslovàquia	23	21	2,95	40,2
Eslovènia	11	18	4,49	44,1
<b>Espanya</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>4,29</b>	<b>45,4</b>
Estònia	14	9	4,33	49,9
Finlàndia	6	3	6,11	58,4
França	5	6	6,79	55
Grècia	24	26	2,53	36,3
Hongria	19	19	3,29	42,7
Irlanda	9	8	5,57	50,7
Itàlia	12	15	4,57	45,7
Letònia	21	22	3,20	40
Lituània	20	23	3,33	39,9
Luxemburg	10	11	5,16	49
Malta	16	13	3,93	47,1
Països Baixos	4	2	6,99	58,6
Polònia	17	24	4,06	39,9

<i>Portugal</i>	18	17	3,63	44,2
<i>República Txeca</i>	13	12	4,39	49
<i>Romania</i>	27	27	2,03	35,6
<i>Suècia</i>	1	1	7,90	63,1
<i>Xipre</i>	22	14	3,28	46,7

Font: Elaboració pròpia

En conclusió, en el marc teòric s'especifica que la utilitat dels indicadors compostos rau a recollir la multidimensionalitat de fenòmens complexos en una mida adequada que en facilita la seva interpretació. A més, permet fer comparacions entre països i són útils per l'anàlisi de polítiques. Particularment, el nostre indicador permet explicar els rendiments dels països envers la innovació, compleix amb la finalitat de captar l'interès dels responsables polítics i té capacitat comparativa. Ara bé, l'anàlisi general de l'indicador no sembla donar cap informació rellevant sobre les mesures que poden ajudar al desenvolupament dels països. Conseqüentment, identificar les mesures apropiades per incentivar la innovació requerirà l'estudi de les dimensions i dels indicadors per separat. La hipòtesi secundària del treball consistia a identificar tècniques que permetessin quantificar el fenomen de la innovació, considerem que els indicadors compostos són una bona eina per agregar variables i mostra les tendències generals de conceptes multidimensionals. En últim lloc, el nostre treball seguirà la línia dels treballs previs sobre innovació, en els quals estableixen un progrés moderat i intermedi de l'economia espanyola en termes d'innovació. A més, identifiquem que el grau d'innovació coincideix amb el valor esperat pel PIB per habitant de l'economia, mostrant que tot i posicionar-se en penúltima posició dels rendiments mitjans coincideix amb el seu grau de desenvolupament. Tot i això, és innegable l'alt marge de millora de l'economia i que analitzarem en els dos següents subapartats.

## 5.2. Els països de la UE-27 respecte als pilars de la innovació

A continuació, emprarem una taula de calor per estudiar el rendiment dels països per a cada dimensió. Concretament, aprofundirem en els resultats d'Espanya a través de diversos diagrames d'aranya que ens seran útils per comprendre les causes que s'amaguen darrere del resultat de l'indicador compost.

En la Taula 8 trobem representats els valors dels països per cada dimensió. A més, la distribució de l'escala de colors ens permet identificar el desenvolupament dels països per cada pilar definit. Així doncs, la distribució va del color verd fort (puntuació alta) al vermell intens (puntuació baixa).

D'entrada, analitzarem el context econòmic que grava el paper de les institucions públiques i la seva eficàcia en la promoció del sector privat i de l'entorn necessari que permet que les innovacions succeeixin. També, avaluar el dinamisme i la cultura empresarial de les nacions que capturen com els individus responen, d'acord amb aspectes culturals, a les restriccions o facilitats imposades pels òrgans de govern. En aquesta dimensió els països més destacats són Suècia (9,08), Dinamarca (8,84) i Països Baixos (8,01).

Taula 8. Puntuacions per dimensions de l'indicador i gràfic de calor.

País	Context econòmic	Entorn institucional	Entorn empresarial	Capital humà	Producció	Impacte
Alemanya	7,76	8,42	8,98	5,29	7,94	5,79
Àustria	6,31	8,43	8,00	5,18	5,47	2,73
Bèlgica	4,96	7,73	8,23	6,82	4,48	3,33
Bulgària	2,96	1,05	5,98	1,94	1,19	1,82
Croàcia	1,83	1,87	2,24	3,13	1,89	1,41
Dinamarca	8,84	7,97	7,92	7,78	6,05	5,22
Eslovàquia	3,79	1,77	3,92	3,43	2,30	2,46
Eslovènia	4,53	4,83	7,60	5,69	2,23	2,07
<b>Espanya</b>	<b>4,65</b>	<b>3,20</b>	<b>5,16</b>	<b>3,99</b>	<b>4,91</b>	<b>3,81</b>
Estònia	6,92	2,93	3,26	5,78	2,56	4,52
Finlàndia	7,62	7,19	7,58	6,44	4,22	3,64
França	5,91	6,07	7,62	6,24	7,94	6,96
Grècia	2,26	2,68	2,68	3,21	2,76	1,59
Hongria	2,32	3,35	7,16	2,40	2,04	2,49
Irlanda	7,95	4,39	6,79	5,44	3,18	5,68
Itàlia	3,45	4,12	7,14	2,50	6,67	3,54
Letònia	5,52	0,96	1,02	4,44	3,51	3,76
Lituània	6,41	1,92	2,48	4,83	1,43	2,89
Luxemburg	5,98	5,24	6,24	7,32	1,67	4,50
Malta	4,27	1,61	6,45	3,76	1,45	6,07
Països Baixos	8,01	6,19	8,26	6,08	6,85	6,55
Polònia	4,32	2,68	5,91	3,85	4,75	2,86
Portugal	4,81	3,13	4,52	3,82	2,20	3,28
República Txeca	4,86	4,73	5,02	4,08	3,29	4,38
Romania	2,42	0,77	4,19	0,33	0,99	3,45
Suècia	9,08	8,65	8,85	8,62	6,33	5,89
<b>UE-27</b>	<b>5,28</b>	<b>4,20</b>	<b>5,76</b>	<b>4,72</b>	<b>3,70</b>	<b>3,89</b>
Xipre	4,74	1,51	2,26	5,17	1,66	4,32

Font: Elaboració pròpia

Seguidament, l'entorn institucional avalua la participació i els esforços dels organismes públics en els processos d'R+D. El pilar es compon pels *inputs* (investigadors i despesa) i per la qualitat (despesa per investigadors) que estructurin la recerca i el desenvolupament. Els països que sobresurten en l'avaluació de l'entorn institucional són Suècia (8,65), Bèlgica (8,43) i Alemanya (8,42). En tercer lloc, l'entorn empresarial mostra un comportament idèntic al del sector privat d'acord en la promoció de les activitats d'R+D. Addicionalment, incorpora com les empreses interactuen entre elles d'acord amb la difusió de coneixements i tecnologia. Els millor resultats els reben Alemanya (8,98), Suècia (8,85) i Països Baixos (8,26).

L'última dimensió construïda en la valoració dels *inputs* d'innovació és el capital humà. Concretament, el pilar quantifica la despesa en educació de les nacions i l'estoc d'habilitats disponibles en població per desenvolupar tasques intenses en coneixement i que incentiven la innovació. Suècia (8,62), Dinamarca (7,78) i Luxemburg (7,32) són les nacions que disposen de capital humà d'alta qualitat.

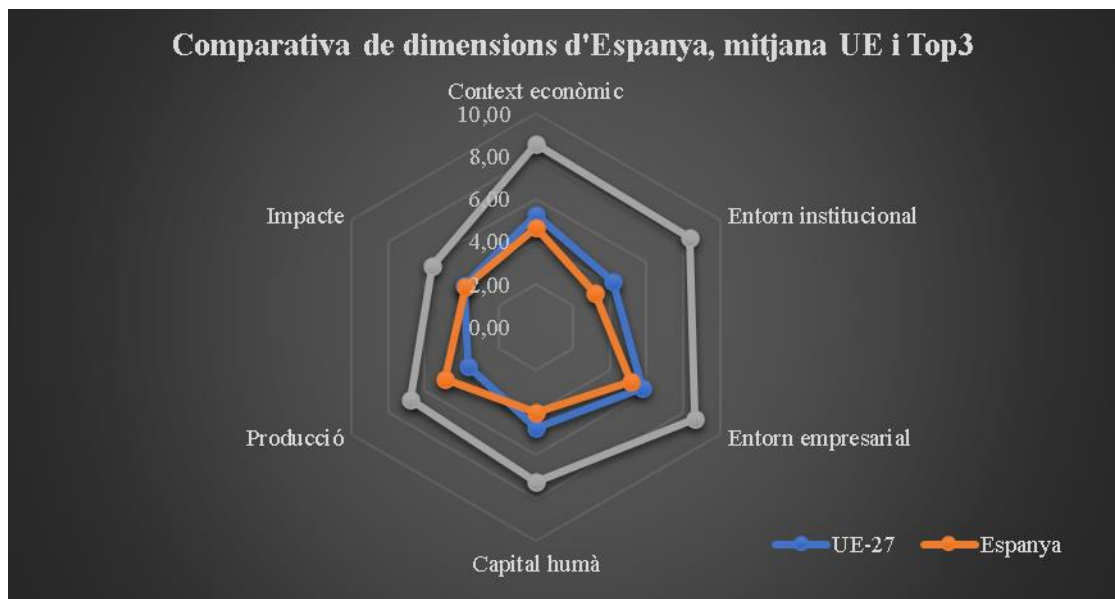
Pel que fa a la dimensió de producció que mesura els *outputs* resultants de les activitats altament relacionades amb la innovació i la generació de coneixements. Observem que els països amb més rendiment són Alemanya (7,94), França (7,94) i Països Baixos (6,85). En últim lloc, el pilar de l'impacte es construeix mitjançant

indicadors que mesuren els efectes i la rellevància dels actors que participaven en la generació de nous coneixements. Els països amb més impacte són França (6,96), Països Baixos (6,55) i Malta (6,07).

A continuació, interpretarem dos diagrames d'aranya corresponents a les Figures 5 i 6. L'estudi dels diagrames d'aranya és molt útil en la comparació entre països i permet assenyalar els punts forts i febles de les economies. D'entrada, analitzarem la Figura 5, que mostra la comparativa per dimensions entre Espanya, la mitjana dels països de la UE i el valor mitjà de les tres millors puntuacions. En la Taula 8, veiem que la mitjana de la UE destaca per presentar uns valors elevats en el context econòmic i empresarial, uns valors més modestos pel que fa al capital humà i l'entorn institucional i uns valors relativament baixos en producció i impacte. Generalment, la dotació d'*inputs* per a la innovació és bona, però la traducció d'aquests en *outputs* i impacte es mostra més deficient.

En "l'Annex 4: Taules comparatives", trobarem les diferències entre el desenvolupament dels països analitzats que ajudaran en la posterior interpretació. En la comparativa per dimensions de l'economia espanyola enfront del rendiment mitjà dels socis europeus, veiem que l'estructura d'innovació d'Espanya està en sintonia amb la mitjana de la UE.

Figura 5. Anàlisi comparativa de dimensions entre Espanya, la mitjana de la UE i Top3.



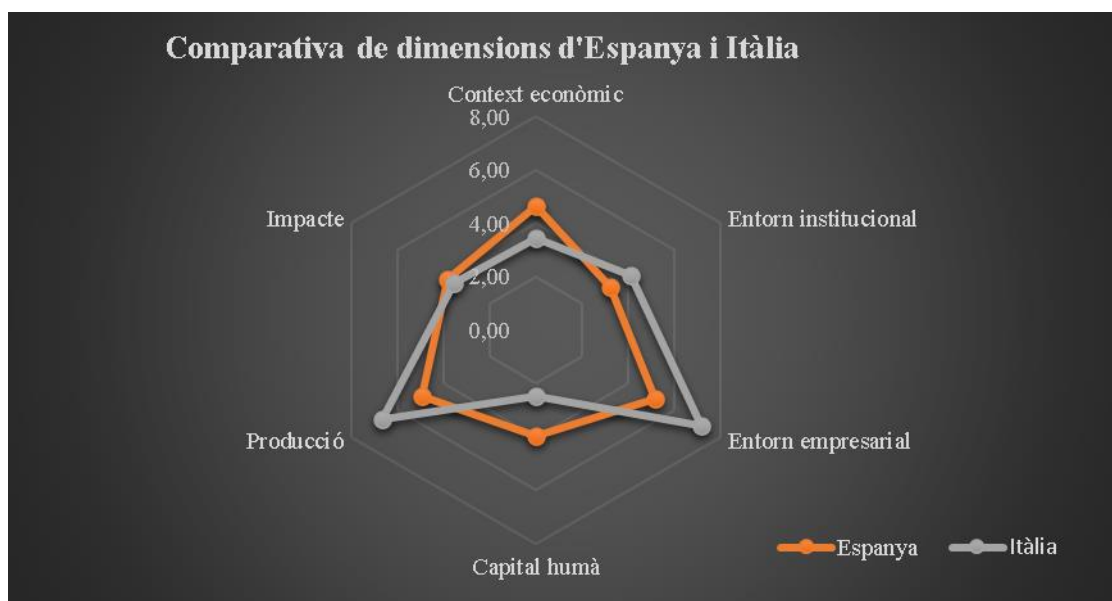
Font: Elaboració pròpia

A més, en la majoria de pilars els esforços de l'economia espanyola es troben lleugerament per sota de la mitjana. Els resultats coincideixen amb l'anàlisi de l'indicador d'innovació global que identificava que Espanya es descobreix lleugerament per sota de la mitjana. Per altra banda, els resultats en les dimensions d'impacte i producció són bastant sorprenents i podem considerar-los com els seus punts forts. L'impacte se situa en la mitjana europea i la producció un més d'un punt per sobre de la mitjana. En altres paraules, tot i presentar uns nivells inferiors pel que fa a *inputs* i context econòmic general els resultats del seu ús són relativament bons respecte al conjunt de la mostra. Això podria significar que amb unes dotacions inferiors, Espanya és capaç de produir més i amb millors resultats que la mitjana de la UE.

Tanmateix, l'entorn empresarial (5,16) i el context econòmic (4,65) constitueixen els valors més elevats de l'economia espanyola, però en comparació amb la mitjana de la UE són 0,6 punts inferiors. L'estudi d'ambdues dimensions ens mostra que el rendiment d'Espanya és modest, però tampoc podem considerar-les com a febles de la innovació. Conseqüentment, les febles de l'economia espanyola estan representades per l'entorn institucional (3,20) i el capital humà (3,99), són les que obtenen una puntuació més baixa d'acord amb la mitjana europea. El pitjor resultat l'assoleix l'entorn institucional, apuntem que els recursos disponibles i la qualitat dels processos d'R+D s'ubiquen un punt per sota del valor mitjà (4,20). Finalment, el capital humà aconseguix 0,74 punts menys que el terme mitjà del conjunt, les habilitats i capacitats necessàries per al procés innovador i el desenvolupament de l'economia del coneixement constitueixen la segona debilitat de l'economia espanyola.

A part la Figura 5, compara el desenvolupament mitjà de les tres millors puntuacions envers Espanya. La forma que dibuixa la distribució de pilars de l'estat espanyol i les tres millors puntuacions és molt similar. En conseqüència, identifiquem que el desenvolupament d'Espanya té una tendència molt similar a l'europea, tot i que presenta una distància molt elevada respecte als millors rendiments. A més, l'anàlisi ens reforça que els pilars de producció i d'impacte són els més representatius de l'economia, mentre que l'entorn institucional destaca per ser el pilar amb pitjor rendiment.

Figura 6. Anàlisi comparativa de dimensions entre Espanya i Itàlia.



Font: Elaboració pròpia

En darrer terme, confrontarem els resultats pels pilars d'Espanya i d'Itàlia, ambdues economies presenten una renda per càpita molt similar pel que fa a paritat de poder adquisitiu (PPA) i una dimensió poblacional força similar. Així doncs, considerem que els dos països són estructuralment similars, ja que no tindríem una gran influència de l'escala o de la mida. En la comparativa de la Figura 6, Itàlia sobresurt pel desenvolupament de l'entorn empresarial i la producció, mentre que Espanya ho fa per la dimensió del context econòmic i del capital humà. Això demostra que amb renda i mida de població similars, les estructures d'innovació entre economies poden variar molt. Com a conseqüència, identifiquem quins són els objectius o elements que els



diferents països contemplen a l'hora de promocionar les innovacions i el creixement econòmic.

En conclusió, l'estudi de les dimensions i la seva capacitat comparativa entre països és útil per escodrinyar les estructures d'innovació de les economies i els seus rendiments en els diversos àmbits. A diferència de l'anàlisi anterior sobre el resultat global de l'indicador, l'estudi de les dimensions deixa entreveure informació més rellevant per la política econòmica que pot resultar en actuacions concretes per a potenciar el procés innovador. A més, els diagrames de calor i d'aranya mostren que el nombre d'aplicacions analítiques són molt àmplies i la seva execució dependrà d'allò que l'investigador vulgui destacar o sigui rellevant pel seu estudi. En el nostre cas, emfatitzem que l'estructura d'innovació de l'economia espanyola es troba lleugerament per sota que la mitjana de la UE. Tot i que les dimensions de producció i impacte es constitueixen com els punts forts d'Espanya en el context de la innovació.

### 5.3. Anàlisi de les variables individuals pel cas d'Espanya.

En el tercer subapartat emprarem un estudi comparatiu per les diferents variables que constitueixen l'indicador compost, detectarem el rendiment d'Espanya d'acord amb els resultats de cada variable individual. Concretament, l'anàlisi comparativa serà en contraposició de la mitjana dels països de la UE i del valor mitjà dels tres països amb millor i pitjor rendiment per cada una de les variables. Així, podrem identificar allò que constitueix el nostre índex sintètic i que li dona valor. A més, la interpretació de les variables constituents permetran als dirigents polítics detectar polítiques econòmiques i d'innovació que promoguin el procés innovador dins del país i que es tradueix en creixement econòmic. Per altra banda, el debat sobre l'agregació o no agregació de variables en un índex compost continua obert i difícilment sembla tenir una solució. Aleshores, emprar una anàlisi de variables individuals va en consonància amb el pensament dels contraris a l'agregació, que consideren que el procés de creació d'indicadors compostos té una càrrega subjectiva molt gran. I, per tant, creuen que la interpretació individual de les variables és suficient i el fet d'agregar-les en un indicador conjunt perd informació rellevant de la mostra.

El subapartat s'estructurarà mitjançant l'estudi de les variables segons les dimensions definides en el desenvolupament de l'indicador compost. En la Taula 9, observem els rendiments per variables de la dimensió del context econòmic. La distribució per columnes correspon al resultat d'Espanya per cada variable, la mitjana de la UE, el valor mitjà dels tres països amb millor rendiment (Top3) i amb pitjor desenvolupament (Bot3). Addicionalment, ubicarem l'estat espanyol en la posició que ocupa entre els vint-i-set països de la UE i usarem les diferències d'Espanya respecte dels diferents valors mitjans per obtenir una anàlisi més completa del seu rendiment. En el context d'Espanya, considerem punts forts aquells valors que estiguin per sobre de la mitjana de la UE i que presentin una distància més petita respecte al valor mitjà dels països que assoleixen millors rendiments en comparació amb els que presenten un pitjor desenvolupament. Les debilitats i punts de millora en què l'economia espanyola s'ha de focalitzar es constituïran pels valors inferiors a la mitjana i més propers als rendiments més baixos.

Així doncs, ens disposem a analitzar la dimensió del context econòmic de la Taula 9. Pel que fa a la *facilitat per fer negocis*, veiem que Espanya se situa en desena posició i un punt per sobre de la mitjana de la UE. La diferència respecte al millor rendiment és

de cinc punts per sota i aproximadament deu punts per sobre del rendiment baix. En conseqüència, el país es caracteritza per facilitar i incentivar el desenvolupament d'empreses. És a dir, presenta unes condicions favorables en relació amb els tràmits i els costos d'iniciar i fer operar una nova empresa. Podem considerar que promou i facilitar les propostes innovadores en la creació de noves empreses. A continuació, identifiquem les *actituds enfront del risc* que es constitueixen com una debilitat. Espanya ocupa la posició vint-i-unena i es troba relativament per sota de la mitjana de la UE (-0,3 punts). A més, presenta una llunyania molt gran dels països que obtenen les millors puntuacions. D'acord amb els resultats, l'economia presenta un alt marge de millor en l'aversion al risc i el desenvolupament de la cultura emprenedora.

Taula 9. Estudi individual de variables: Context econòmic.

Dimensió	Variables	Espanya	UE	Top3	Bot3	Posició (1-27)	Dif. UE	Dif. Top3	Dif. Bot3
Context Econòmic	<i>Facilitat per fer negocis</i>	77,7	76,0	82,7	67,5	10	1,7	-5,0	10,2
	<i>Actituds enfront del risc empresarial</i>	3,8	4,1	5,0	3,3	21	-0,3	-1,2	0,5
	<i>Eficàcia del govern</i>	0,9	1,0	1,9	0,0	17(2)	-0,1	-1,0	0,9
	<i>Qualitat normativa</i>	0,8	1,1	1,8	0,4	19(2)	-0,4	-1,1	0,3
	<i>Aplicació de l'estat de dret</i>	0,9	1,1	1,9	0,1	18(1)	-0,2	-1,0	0,8

Font: Elaboració pròpia

Seguidament, trobem l'*eficàcia del govern* que avalua les percepcions sobre la qualitat dels serveis públics i la funció política, el grau d'independència política i la credibilitat del govern. Apuntem que el desenvolupament de l'economia espanyola mostra quasi una posició intermèdia, es descobreix aproximadament en la mitjana i presenta unes diferències molt similars. Tanmateix, en situar-se tímidament per sota de la mitjana de la UE (-0,1), cal assenyalar-lo com un punt a tenir en consideració. Ja que el desenvolupament del sector públic, la disponibilitat de serveis públics eficients i la credibilitat de les institucions públiques són elements molt rellevants per promocionar el procés innovador i l'activitat econòmica. A més, els serveis públics tenen un alt caràcter redistributiu que es tradueix en benestar social.

Pel que fa a la *qualitat normativa*, anotem que s'ubica per sota de la mitjana de la UE i entre els països amb valors més baixos. En conseqüència, la capacitat del govern per executar regulacions i polítiques que promoguin el sector privat és inferior a la major part del gruix de socis de la UE. I esdevé un aspecte rellevant per potenciar la capacitat innovadora del país. En darrer lloc, l'*aplicació de l'estat de dret* expressa un comportament similar a l'*eficàcia del govern*. No idèntiques un rendiment molt negatiu, però si lleugerament inferior al valor mitjà de la mostra. Per tant, reforcem la creença que els òrgans públics necessiten millorar la seva confiança i credibilitat perquè es compleixin les normes de la societat (contractes, drets de propietat, probabilitat de delictes...).

En síntesi, el context econòmic espanyol es caracteritza per facilitar la creació de noves empreses, però la societat no presenta actituds especialment emprenedores. La falta d'aversion al risc pot generar que no s'aprofiti la relativa facilitat per fer negocis dins de l'estat espanyol. A més, els òrgans i institucions públiques semblen no

proporcionar les condicions generals necessàries perquè el sector privat es desenvolupi correctament.

En la Taula 10, hi ha representades les variables que fonamenten la dimensió de l'entorn institucional. El primer indicador, *despesa en R+D*, compara la despesa dels diferents països de la UE com percentatge respecte del PIB. Podem observar que Espanya, destina un 1,24% del seu PIB a investigació i desenvolupament, i es troba per sota de la mitjana de la UE que és d'1,62% del PIB, ocupant la quinzena posició. Paral·lelament, mostra una diferència elevada envers els rendiments més alts. En considerar-se amb relació al PIB la variable grava els *inputs* disponibles pels processos d'R+D, però també els esforços que fan els països per fomentar-los. Espanya es caracteritza per uns esforços baixos en la despesa destinada de l'R+D.

Taula 10. Estudi individual de variables: Entorn institucional.

Dimensió	Variables	Espanya	UE	Top3	Bot3	Posició (1-27)	Dif. UE	Dif. Top3	Dif. Bot3
Entorn Institucional	<i>Despesa en R+D</i>	1,2	1,6	3,2	0,5	15(4)	-0,4	-2,0	0,7
	<i>Despesa en R+D per investigador</i>	121,5	126,2	216,7	65,1	14	-4,6	-95,2	56,4
	<i>Investigadors en proporció de la força de treball</i>	6,1	8,0	14,5	2,6	18(1)	-1,9	-8,4	3,5

Font: Elaboració pròpia

El segon indicador, *despesa en R+D per investigador*, és un indicador de qualitat, ja que avalua la ràtio entre el capital disponible i el nombre investigadors. Espanya presenta un valor de 122 mil dòlars de despesa per investigador, molt proper a la mitjana del conjunt de la UE, però lleugerament més baix. Particularment, tot i situar-se gairebé a la mitjana la diferència amb els millors resultats és aproximament el doble que la diferència amb els tres països amb rendiments més baixos. Per acabar, la variable d'*investigadors en proporció de la força de treball* avaluar els *inputs* en R+D en referència al capital humà que hi participa. L'economia espanyola es troba en la divuitena posició, amb 6 investigadors per cada mil treballadors, força per sota de la mitjana que és de quasi 8 investigadors. De la mateixa manera que en les altres dues variables del pilar, el país objecte d'estudi presentar una remarcada desigualtat respecte a les economies amb millor desenvolupament.

En resum, els indicadors individuals de la dimensió de l'entorn institucional es caracteritzen per situar-se per davall de la mitjana del conjunt. Conseqüentment, el marge de millora pel que fa a esforços per part del sector públic per incentivar els processos d'R+D, mitjançant la disponibilitat dels seus *inputs* bàsics, destaca per ser considerablement àmplia.

A continuació, en la Taula 11 veurem els índexs individuals que basteixen el pilar de l'entorn empresarial. D'entrada, la *despesa en R+D realitzada en el sector privat*, identifiquem que el 56,5% de la despesa es realitza en el sector privat. En conseqüència, podem dir que el sector privat participa positivament en els processos d'R+D. Tanmateix, la mitjana de la UE és aproximadament tres punts més elevada, dit d'altra forma els socis europeus presenten una implicació més gran quant a despesa en recerca i desenvolupament. Tot i no poder considerar-ho com una fortalesa de l'economia, la distància d'Espanya respecte a les millors i pitjors valoracions, ens

deixa entreveure que l'economia espanyola s'apropa més a les puntuacions més elevades. En segon terme, ens disposarem a analitzar l'indicador de *despesa en R+D finançada en el sector privat* que avalua quin percentatge de la despesa total en investigació i desenvolupament neix dels fons econòmics del sector empresarial. Observem que el percentatge aportat és inferior al valor mitjà de la mostra dels veïns europeus i que més de la meitat del finançament sorgeix del sector públic. A més, si analitzem les diferències veiem que Espanya es posiciona en una situació molt intermèdia, fet que qüestiona la implicació del sector privat en els processos de recerca i desenvolupament fonamentals del procés innovador i la transició cap a l'economia del coneixement.

Taula 11. Estudi individual de variables: Entorn empresarial.

Dimensió	Variables	Espanya	UE	Top3	Bot3	Posició (1-27)	Dif. UE	Dif. Top3	Dif. Bot3
Entorn empresarial	<i>Despesa en R+D realitzada en el sector privat</i>	56,5	59,6	74,9	34,5	18	-3,1	-18,4	22,0
	<i>Despesa en R+D finançada pel sector privat</i>	47,8	50,0	64,3	30,8	18	-2,2	-16,5	17,0
	<i>Percentatge d'investigadors en el sector privat</i>	38,8	46,3	68,8	22,1	18	-7,5	-30,1	16,6
	<i>Estat de desenvolupament del clúster</i>	4,3	4,3	5,4	3,0	12(1)	0,1	-1,1	1,3

Font: Elaboració pròpia

Pel que fa al *percentatge d'investigadors al sector privat* també s'erigeix en una debilitat de l'economia analitzada. La variable mostra que el nombre d'investigadors al sector empresarial és molt baixa, més del 60% els investigadors s'ocupen en llocs de treball que depenen del sector públic. En conseqüència, podem afirmar que els *inputs* disponibles són relativament baixos envers la mitjana de la UE. I sembla que la participació i finançament dels processos R+D no és una prioritat per les empreses espanyoles. Per acabar, la variable d'*estat de desenvolupament del clúster* esdevé l'única fortalesa d'Espanya en el pilar de l'entorn empresarial. Tot i això, es troba gairebé a la mitjana i no compensa les importants diferències pel que fa a recursos de la recerca i el desenvolupament. Malgrat això, el país mostra un bon desenvolupament dels clústers profunds. En definitiva, Espanya es caracteritza per un entramat empresarial que fonamenta les interrelacions entre empreses, la difusió econòmica i la transferència de coneixement.

La quarta dimensió de l'indicador sintètic correspon al capital humà, representat en la Taula 12. En l'estudi general de les variables identifiquem dues flaqueses, representades per la *despesa governamental en educació* i el *percentatge d'ocupació d'habilitats altes*. En contraposició, el *percentatge de població amb educació terciària* i el nombre de *nous doctorats STEM per cada mil habitants* pertanyen a les virtuts, en termes d'innovació, de l'economia espanyola. Cal matisar que l'indicador individual *nous doctorats STEM per cada mil habitants* es posiciona exactament en la mitjana de la UE i presenta les mateixes diferències amb relació als països més desenvolupats i als menys.

Taula 12. Estudi individual de variables: Capital humà.

Dimensió	Variables	Espanya	UE	Top3	Bot3	Posició (1-27)	Dif. UE	Dif. Top3	Dif. Bot3
Capital humà	<i>Despesa governamental en educació</i>	4,0	4,9	6,4	3,5	22(1)	-0,9	-2,4	0,5
	<i>Percentatge de població amb educació terciària</i>	46,5	42,5	57,3	27,9	10	4,0	-10,8	18,6
	<i>Nous doctorats STEM per cada mil habitants</i>	0,7	0,7	1,2	0,2	13(2)	0,0	-0,5	0,5
	<i>Percentatge d'ocupació d'habilitats altes</i>	34,0	41,8	55,7	28,7	24	-7,8	-21,7	5,3

Font: Elaboració pròpia

L'anàlisi individual ens mostra que la despesa en educació de l'estat espanyol és inferior als socis europeus. Per altra banda, mostra que l'estructura del mercat laboral presenta un percentatge baix de professions altament qualificades. La variable de *percentatge d'ocupació d'habilitats altes* avalua el percentatge de directius, professionals i tècnics envers el total de l'ocupació. El baix nombre de personal qualificat es pot donar per falta de població qualificada o bé per falta d'oferta de demanda de personal qualificat. Tanmateix, la presència d'un alt percentatge de població amb educació terciària, recordem que grava l'interval d'edat de vint-i-cinc a trenta-cinc anys per incorporar els canvis en la política educativa, ens fa pensar que el capital humà amb capacitats altes existeix, però no té accés als llocs de treball corresponents. Per acabar, l'indicador individual *nous doctorats STEM per cada mil habitants* inclou només els àmbits educatius de les ciències, la tecnologia, l'enginyeria i les matemàtiques. Basant-nos en el supòsit que els àmbits educatius que compren la variable estan altament relacionats amb sectors econòmics que potencien la innovació, afirmem que Espanya presenta un bon potencial de professionals de la innovació.

Per un altre costat, el pilar de producció presenta una vulnerabilitat reflectida per les *sol·licituds de patents a l'OEP* i dues forteses que fan referència als indicadors *percentatge d'exportacions de béns culturals* i *l'índex H de citacions de textos científics*. Els resultats d'Espanya per la dimensió de producció apareix desglossada a la Taula 13.

Taula 13. Estudi individual de variables: Producció.

Dimensió	Variables	Espanya	UE	Top3	Bot 3	Posició (1-27)	Dif. UE	Dif. Top3	Dif. Bot3
Producció	<i>Percentatge d'exportacions de béns culturals</i>	0,7	0,6	1,8	0,2	5	0,1	-1,0	0,5
	<i>Índex H de citacions de textos científics</i>	1010,0	612,0	1283,3	187,7	5	398,0	-273,3	822,3
	<i>Sol·licituds de patents a l'OEP per milió d'habitants</i>	35,6	82,9	255,3	4,7	13	-47,3	-219,7	30,9

Font: Elaboració pròpia

En suma, detectem que la producció de textos científics mostra una alta productivitat. A més, els béns culturals que són aquells béns que transmeten idees, símbols i formes de vida destaquen per obtenir un bon resultat. El que ens fa pensar que la producció

de coneixement i idees és molt elevada en l'economia espanyola. Per contra, les sol·licituds de patents, indicador que reflecteix la capacitat d'innovació de les economies en relació amb la generació de nous productes, processos i serveis, constitueix un important punt de millora del país. Podem concloure que Espanya mostra una alta capacitat per generar i transmetre coneixements, però no té l'aptitud de transformar les idees en innovacions. En aquest sentit, identifiquem un baix dinamisme creatiu i innovador. Afegim que la simptomatologia d'alta producció científica i poca generació de patents, correspon amb l'anàlisi de Blasco (2021, p.62) on destaca que Espanya presenta dificultats per traslladar els coneixements generats al mercat productiu. Per tant, dins la dimensió de producció cal emfatitzar la desconexió entre les investigacions i la seva implementació o utilitat en el mercat.

Finalment, analitzarem els índexs simples que confeccionen la dimensió de l'impacte, l'estudi desagregat de les variables el trobem representat en la Taula 14. Exposem que d'acord amb l'anàlisi dels resultats detectem una fortalesa, *protagonisme de les institucions de recerca*, i tres febleses, *creixement de les empreses innovadores*, *densitat de nous negocis* i *percentatge d'exportacions de productes d'alta tecnologia*.

Taula 14. Estudi individual de variables: Impacte.

Dimensió	Variables	Espanya	UE	Top3	Bot3	Posició (1-27)	Dif. UE	Dif. Top3	Dif. Bot3
Impacte	<i>Protagonisme de les institucions de recerca</i>	100,0	25,7	100,0	1,0	1(2)	74,3	0,0	99,0
	<i>Creixement de les empreses innovadores</i>	4,0	4,4	5,3	3,5	21	-0,4	-1,3	0,5
	<i>Densitat de nous negocis per cada mil habitants</i>	3,0	6,5	19,5	1,1	19(3)	-3,5	-16,5	1,9
	<i>Percentatge d'exportacions de productes d'alta tecnologia</i>	6,9	13,7	27,6	6,4	24(1)	-6,9	-20,7	0,5

Font: Elaboració pròpia

L'últim pilar fa evident un gran contrast, mentre que les percepcions econòmiques mostren un entorn no molt adequat pel creixement de les empreses innovadores, identifiquem que les institucions d'investigació tenen un alt prestigi i impacte internacional. Cal destacar que els bons resultats envers El protagonisme de les institucions de recerca coincideix amb una important producció de textos científics, observats a la dimensió de producció. Addicionalment, el país presenta un baix ritme en la creació de nous negocis que concorda amb els resultats negatius pel que fa a cultura empresarial i aversió el risc. Finalment, el percentatge d'exportacions d'alta tecnologia representa la competitivitat tecnològica dels països i els resultats de la seva producció en R+D, ja que els productes que incorporen alta tecnologia són intensius de processos de recerca i desenvolupament. Així doncs, comprovem que la inversió en R+D d'Espanya és inferior a la mitjana de la UE i, en conseqüència, obté uns pitjors resultats.

A mode conclusió del subapartat corresponen a l'anàlisi de les variables individuals, s'ha construït la Taula 15 on hi apareixen representades les forteses i debilitats

d'Espanya amb relació a la seva capacitat innovadora. Observem que el nombre de debilitats són més en comparació amb les fortalezes, assenyalem que l'economia espanyola ha d'entendre diverses dimensions per incentivar i potenciar la innovació i el creixement econòmic. Tot i això, és important remarcar que en general els resultats de les variables s'apropen molt a la mitjana de la UE. És a dir, no presenta cap debilitat molt extrema, en general el seu desenvolupament es podria considerar com a positiu. A més, si considerem els seus nivells de renda per habitant, els resultats serien més favorables que els mostrats en la Taula 15. Així doncs, aquest estudi ha de permetre identificar aquelles àrees de millora que puguin potenciar la innovació d'Espanya.

Taula 15. Fortalezes i debilitats d'Espanya en relació amb el procés innovador.

	<i>Fortalezes</i>	<i>Debilitats</i>
<i>Context Econòmic</i>	Facilitat per fer negocis.	Actituds enfront del risc. Eficàcia del govern. Qualitat normativa. Aplicació de l'estat de dret.
<i>Entorn institucional</i>		Despesa en R+D. Despesa en R+D per investigador. Quantitat d'investigadors
<i>Entorn empresarial</i>	Estat de desenvolupament del clúster	Despesa en R+D realitzada. Despesa en R+D finançada. Investigadors en el sector privat.
<i>Capital humà</i>	Població amb educació terciària. Nous doctorats STEM.	Despesa governamental en educació. Ocupació d'habilitats altes.
<i>Producció</i>	Exportacions de béns culturals. Productivitat d'articles científics.	Sol·licituds de patents.
<i>Impacte</i>	Prestigi de les institucions de recerca.	Creixement de les empreses innovadores. Creació de nous negocis. Exportacions de productes d'alta tecnologia.

Font: Elaboració pròpia

Finalment, remarcarem que l'estudi de variables individuals permet extreure molta més informació de les dades que una anàlisi de l'indicador compost. Tanmateix, la comparació entre les dimensions ja aportava informació rellevant, però la dissecció mitjançant les variables és més útil a l'hora de crear propostes de millora i de política d'innovació. Tot i que els índexs sintètics i l'estudi de les seves dimensions capturen la realitat de la capacitat d'innovació i desperten l'interès dels mitjans de comunicació i els dirigents polítics. És el diagnòstic individual l'encarregat d'assenyalar les debilitats i les fortalezes, d'identificar polítiques de millora i d'extreure la informació subjacent a l'indicador compost. En conseqüència, la importància dels índexs sintètics rau en l'emfatització del fenomen de la innovació, però entendre allò que s'amaga darrere aquest permet als dirigents polítics actuar i extreure conclusions més complexes.

## 6. Conclusions

L'objectiu central del treball és mesurar la capacitat d'innovació dels països de la UE, fent un estudi més detallat del comportament d'Espanya en el context innovador. D'acord amb la finalitat principal, suposàvem, en forma d'hipòtesi estreta d'estudis previs sobre el grau de desenvolupament innovador, que l'economia espanyola assoliria una capacitat intermèdia en comparació amb els estats membres de la UE. Addicionalment, identificàvem la finalitat secundària, la construcció d'un indicador sintètic o compost que permetés quantificar i comparar els països amb relació als seus nivells d'innovació. Així doncs, establíem la hipòtesi secundària sota el supòsit que els indicadors compostos eren eines que permeten quantificar fenòmens complexos com la innovació i alhora comparar els rendiments entre països, identificant punts forts i dèbils i les àrees de millora. Basant-nos en els principis esmentats, elaborarem les conclusions a través de tres blocs al voltant de la concepció de la innovació, la utilitat dels indicadors sintètics i el rendiment d'Espanya en termes innovadors.

D'entrada, la innovació és la introducció d'un nou o millorat producte o procés que s'utilitza per a l'empresa o està disponible en el mercat. Tanmateix, a través de l'estudi de les aproximacions teòriques sobre el progrés tecnològic, els sistemes nacionals d'innovació i l'economia del coneixement hem ampliat la concepció de la innovació. Entenen doncs, que es tracta d'un fenomen complex, multidimensional i que engloba un gran llistat de determinants. A més, hem detectat que el nou panorama tècnic-econòmic de canvi ràpid i d'alta adaptabilitat, accentua el paper dels processos innovadors en la persecució del benestar social i la competitivitat empresarial.

Ara bé, la interpretació de la innovació en relació amb la introducció d'un nou producte o procés al mercat és útil en el marc conceptual, però a l'hora de mesurar-la no ho és tant. Enregistrar totes les activitats de les empreses pel que fa a nous productes, serveis o processos és una tasca molt extensa i complexa. En conseqüència, observem que el fenomen de la innovació és intangible, és a dir, difícilment observable en la realitat. Així doncs, mesurar-la requereix detallar una perspectiva subjectiva que s'enfoqui amb aquelles activitats o aspectes que faciliten el desenvolupament de nous productes o processos. En altres paraules, no mesurem el fenomen innovador sinó la capacitat innovadora de les nacions.

En el segon bloc, destaquem que no tots els conceptes multidimensionals disposen de bases teòriques i empíriques sòlides. Això fa que la creació d'indicadors compostos en els camps de la competitivitat o la innovació esdevinguin molt subjectius. A més, els indicadors emprats per avaluar la innovació solen ser indirectes, perquè el fenomen d'interès no és observable. Tanmateix, el nombre de variables indirectes i resultats d'enquestes utilitzades en la creació d'indicadors sintètics és molt extensa. Per afegit, l'àmplia gamma de tècniques metodològiques en la creació d'índexs sintètics són moltes i cap d'elles aconsegueix escapar-se de les crítiques. En conseqüència, indicadors sintètics que avaluen el mateix concepte, ofereixen variàncies importants pel que fa a resultats sobre els rendiments dels països. Amb tot això, hem optat per una ponderació equitativa i agregació de les variables mitjançant la mitjana aritmètica. És a dir, davant l'ampli ventall d'opcions metodològiques i les seves crítiques s'ha considerat pertinent confeccionar un índex sintètic senzill, per donar més rellevància a l'anàlisi de resultats. En un inici, la metodologia escollida per a realitzar l'indicador compost era basada en models econòmics; però la mida reduïda de la mostra, les



altes correlacions entre variables i les dificultats explicades anteriorment, han fet que s'escollís una versió simplificada.

A continuació, exposarem les principals implicacions de l'anàlisi a tres nivells sobre el grau innovador d'Espanya i explicarem les claus que ens aporta cada nivell d'estudi. Per una banda, l'anàlisi dels resultats de l'indicador compost es troba en consonància pel que fa a classificacions amb el *Global Innovation Index* i el *Summary Innovation Index*. No obstant això, els valors centrals de la classificació de països presten variacions considerables respecte als estudis previs. Així doncs, afirmem que l'ús d'unes determinades variables, dimensions i eines metodològiques poden generar diferències importants en els resultats d'indicadors compostos que capturen el mateix fenomen.

Pel que fa al rendiment d'Espanya obté un rendiment mitjà-baix en innovació en comparació amb el desenvolupament dels seus socis comercials. Malgrat això, podem afirmar que el grau innovador d'Espanya coincideix amb el rendiment esperat, d'acord amb la renda disponible. Així doncs, considerem que presenta un alt marge de millora, però que els seus resultats no són extremadament negatius. Per altra banda, l'examinació de les diferents dimensions de l'indicador elaborat, mostren que Espanya presenta una peculiaritat molt interessant, els rendiments de les dimensions de l'impacte i la producció destaquen per situar-se per damunt de la mitjana de la UE. En altres paraules, podem afirmar que amb menys recursos innovadors, Espanya és capaç de ser més productiva i aconseguir millors resultats que la mitjana de la UE. Cal destacar que l'estructura innovadora d'Espanya segueix la tendència dels països que assoleixen millors resultats en cada dimensió, dit d'altra forma, comparteixen els mateixos criteris a l'hora d'incentivar la innovació.

Destaquem, que l'estudi de variables individuals permet extreure molta més informació de les dades que l'anàlisi de l'indicador compost. A més, la comparació entre les dimensions ja aporta informació rellevant, però la dissecció mitjançant les variables és més útil a l'hora de crear propostes de millora i de política d'innovació. Els índexs sintètics i l'estudi de les seves dimensions capturen la realitat de la capacitat d'innovació i desperten l'interès dels mitjans de comunicació i els dirigents polítics. Malgrat això, és el diagnòstic individual l'encarregat d'assenyalar les debilitats i les fortaleces, d'identificar polítiques de millora i d'extreure la informació subjacent a l'indicador compost. En conseqüència, la importància dels índexs sintètics rau en l'emfatització del fenomen de la innovació, però entendre allò que s'amaga darrere aquest permet als dirigents polítics actuar.

Per acabar, l'economia espanyola destaca per ser intensiva en la producció de coneixement; no obstant això, no aconsegueix traslladar el nou coneixement en efectes reals en el mercat de productes. Pel que fa a dotacions d'*inputs* els esforços presenten un alt marge de millora, davant l'augment de recursos caldria esperar un salt qualitatiu de la capacitat innovadora. Tot i identificar més debilitats que fortaleces, Espanya destaca per tenir una economia constant, se situa per sota de la mitjana de la UE en la majoria de variables, però no presenta unes diferències extremadament baixes.

## 7. Bibliografía

- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. *The journal of economic history*, 46(2), 385-406.
- Bandura, R. (2008). A survey of composite indices measuring country performance: 2008 update. *Technical report, Office of Development Studies, United Nations Development Programme (UNDP)*, New York.
- Blasco, A. S. (2021). El papel del Estado en el fomento de la innovación en España. *Papeles de Economía Española*, (169), 48-73.
- Bowers, S. (2017). Luxembourg tax files: how tiny state rubber-stamped tax avoidance on an industrial scale. *The Guardian*. Recuperat 6 de juny de 2022.  
<https://www.theguardian.com/business/2014/nov/05/-sp-luxembourg-tax-files-tax-avoidance-industrial-scale>
- Camacho, M., & Horta, R. (2020). Metodologías para la Construcción de Índices Compuestos. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34384.25601>.
- Cameron, G. (1996). Innovation and economic growth (No. 277). *Centre for Economic Performance, London School of Economics and Political Science*.
- Corrente, S., Garcia-Bernabeu, A., Greco, S., & Makkonen, T. (2021). Robust measurement of innovation performances in Europe with a hierarchy of interacting composite indicators. *Economics of Innovation and New Technology*, 1–18.  
<https://doi.org/10.1080/10438599.2021.1910815>
- Edquist, C. (2014). Striving towards a holistic innovation policy in European countries-but linearity still prevails! *STI Policy Review*, 5(2), 1-19.
- Enríquez Pérez, I. (2016). Las teorías del crecimiento económico: notas críticas para incursionar en un debate inconcluso. *Revista latinoamericana de desarrollo económico*, (25), 73-125.
- Fagerberg, J. (2006): «Innovation: A Guide to Literature», en Fagerberg, J., Mowery, D. C. Y Nelson, R. R. (Eds.): *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press, Oxford, 1-27.
- Freeman, C., (1995). The ‘National System of Innovation’ in historical perspective. *Cambridge Journal of economics*, 19(1), 5-24.
- Galindo, M. A. (2008). La innovación y el crecimiento económico. Una perspectiva Histórica. *Economía industrial*, ISSN 0422-2784, N° 368, 17-25.
- Galindo, M. A., Ribeiro, D. & Méndez-Picazo, M.T. (2012). Innovación y crecimiento económico: Factores que estimulan la innovación. *Cuadernos de Gestión*, 12, 51-58.
- Greco, S., Ishizaka, A., Tasiou, M., & Torrissi, G. (2018). On the Methodological Framework of Composite Indices: A Review of the Issues of Weighting, Aggregation, and Robustness. *Social Indicators Research*, 141(1), 61–94.  
<https://doi.org/10.1007/s11205-017-1832-9>
- Grupp, H., & Mogege, M. E. (2004). Indicators for national science and technology policy: How robust are composite indicators? *Research Policy*, 33(9), 1373–1384

Grupp, H., & Schubert, T. (2010). Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance. *Research Policy*, 39(1), 67–78.  
<https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>

Hollanders, H., Es-Sadki, N., & Rantcheva, A. (2021). European Innovation Scoreboard 2021. *European Commission*.  
<https://doi.org/10.2873/340166>

Mazziotta, M., & Pareto, A. (2013). Methods for Constructing Composite Indices: One for All or All for One?. *Rivista italiana di economia, demografia e statistica*. 17, 67-80.

Montoya, O. (2004). Schumpeter, innovación i determinismo tecnológico. *Scientia Et Technica*, 2(25). <https://doi.org/10.22517/23447214.7255>

Nardo, M., Saisana, M., Saltelli, A., Tarantola, S., Hoffman, A., & Giovannini, E. (2005). Handbook on constructing composite indicators. *OECD Publishing*.

OECD. (1998). The OECD jobs strategy: technology, productivity and job creation. *OECD*, Paris.

OECD (2015). Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. *OECD Publishing*.  
<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264239012-en.pdf?expires=1637649130&id=id&acname=guest&checksum=3BC625D2C82D424E784EB8C863B21F95>

OECD-Eurostat. (2018). Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, *OECD Publishing*, Paris/Eurostat, Luxembourg.

OECD-JCR. (2008). Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide. *OECD*. <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>

Olaya, A. (2008). ECONOMÍA DE LA INNOVACIÓN Y DEL CAMBIO TECNOLÓGICO: UNA APROXIMACIÓN TEÓRICA DESDE EL PENSAMIENTO SCHUMPETERIANO. *Revista Ciencias Estratégicas*, 16(20),237-246. ISSN: 1794-8347. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=151312829002>

Olmo, G. D. (2021). El espejismo económico de Irlanda, el país que aparece como uno de los más ricos de Europa (pero no lo es tanto). *BBC News*. Recuperat 6 de juny de 2022. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-59511163>

Lundvall, B-Å. (1992). National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter

Lundvall, B-Å. (2007). National innovation systems, analytical concept and development tool. *Industry and innovation*, 14(1), 95-119.

MBRF & PNUB. (2020). Global Knowledge Index 2020. *Knowledge4All*.

MBRF & PNUB. (2021). Global Knowledge Index 2021. Methodology. *Knowledge4All*. <https://knowledge4all.com/admin/GKIReport/GKIReport2021-Methdology.pdf>

- Nelson, R. R. (1993). National innovation systems: a comparative analysis. *Oxford: OUP*.
- Pelinescu, E. (2015). The Impact of Human Capital on Economic Growth. *Procedia Economics and Finance*, 22, 184–190. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00258-0](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00258-0)
- Porter, M. E. (1991). La ventaja competitiva de las naciones.
- Ray, A. K. (2008). Measurement of social development: an international comparison. *Social Indicators Research*, 86(1), 1-46.
- Reig, E. (2018). La economía del conocimiento en España.
- Rosen R. (1991), Life Itself: A Comprehensive Inquiry into Nature, Origin, and Fabrication of Life. *Columbia University Press*.
- Saisana, M., & Tarantola, S. (2002). State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development. European Commission, Joint Research Centre, *Institute for the Protection and the Security of the Citizen, Technological and Economic Risk Management Unit*, Ispra, Italy.
- Saisana, M., Saltelli, A., & Tarantola, S. (2005). Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A: Statistics in Society*, 168(2), 307–323.
- Saisana M., D’Hombres B. and Saltelli A. (2011). Rickety Numbers: Volatility of university rankings and policy implications. *Research Policy*, 40, 165–177
- Sala i Martín, X. (2010). The Economics behind the World Economic Forum’s Global. P. de Grauwe (ed.). *Dimensions of Competitiveness*. Cambridge (MA): MIT Press.
- Saltelli, A. (2007). Composite indicators between analysis and advocacy. *Social Indicators Research*, 81(1), 65–77.
- Schumpeter, J. A. (1911). The Theory of Economic Development, *Oxford University Press*, New York.
- Schumpeter, J. A. (1947). Theoretical Problems of economic growth, *Journal of Economic History Supplement*, 1-9.
- Sharpe, A. (2004). Literature review of frameworks for macro-indicators. Ottawa: *Centre for the Study of Living Standards*.
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The review of Economics and Statistics*, 312-320.
- Soto, H., & Schuschny, A. R. (2009). Guía metodológica: diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible.
- Torrent, J. (2004). Innovació tecnològica, creixement econòmic i economia del coneixement. Barcelona: *Consell de Treball, Econòmic i Social de Catalunya*, Generalitat de Catalunya.
- Torrent, J. (2015). Knowledge Products and Network Externalities: Implications for the Business Strategy. *Journal of the Knowledge Economy*. 6, 138-156. <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0122-7>

- Torrent, J. (2016). La economía del conocimiento y el conocimiento de la economía. *Oikonomics. Revista de Economía, Empresa y Sociedad*. 5. 26-32.  
<https://doi.org/10.7238/o.n6.1614>
- Vértesy, D. (2016). A Critical Assessment of Quality and Validity of Composite Indicators of Innovation. *Joint Research Centre of the European Commission*.  
[https://www.oecd.org/sti/114%20-%20InnovationComposites\\_VertesyD\\_BlueSkyIIIpaper.pdf](https://www.oecd.org/sti/114%20-%20InnovationComposites_VertesyD_BlueSkyIIIpaper.pdf)
- Vilaseca, J., & Torrent, J. (2016). Economía del conocimiento: hacia una economía global del conocimiento. Módulo didáctico 7: Conocimiento, crecimiento y política económica. *Universitat Oberta de Catalunya*.
- WIPO (2020). The Global Innovation Index 2020: Who Will Finance Innovation? Ithaca, Fontainebleau, and Geneva.
- WIPO (2021). Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis. Geneva: *World Intellectual Property Organization*.
- World Economic Forum. (2018a). The Global Competitiveness Report 2017-2018.  
<https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2018>
- World Economic Forum. (2018b). Chapter 3: Benchmarking Competitiveness in the Fourth Industrial Revolution: Introducing the global Competitiveness Index 4.0.  
<https://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2018/chapter-3-benchmarking-competitiveness-in-the-fourth-industrial-revolution-introducing-the-global-competitiveness-index-4-0/>
- World Economic Forum (2019). The Global Competitiveness Report 2019.  
<https://es.weforum.org/reports/global-competitiveness-report-2019>
- Zahidi, S., & Schwab, K. (2020). Global Competitiveness Report Special Edition 2020: How Countries are Performing on the Road to Recovery. *World Economic Forum*. <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020>

## 8. Annexos

### 8.1. Annex: Resum de variables

#### Context econòmic

- Facilitat per fer negocis:  
Dada: Índex  
Font: Source: World Bank, Doing Business 2020  
Any: 2019  
El rànquing de les economies sobre la facilitat d'iniciar un negoci es determina ordenant les seves puntuacions. Aquestes puntuacions són la mitjana simple de les puntuacions de cadascun dels indicadors components. El World Banks Doing Business registra tots els tràmits requerits oficialment, o que es fan habitualment a la pràctica, perquè un empresari pugui iniciar i operar formalment un negoci industrial o comercial, així com el temps i el cost per completar aquests tràmits i el capital mínim abonat. requisit. Aquests procediments inclouen l'obtenció de totes les llicències i permisos necessaris i completar les notificacions, verificacions o inscripcions necessàries per a l'empresa i els empleats amb les autoritats pertinents. Les dades es recullen de societats de responsabilitat limitada amb seu a les ciutats comercials més grans.
- Actituds enfront el risc empresarial:  
Dada: Enquesta  
Font: World Economic Forum, Executive Opinion Survey  
Any: 2019  
Resposta a la pregunta de l'enquesta "Al teu país, fins a quin punt la gent té gana pel risc emprenedor?" [1 = gens; 7 = en gran mesura]
- Eficàcia del govern:  
Dada: Índex  
Font: World Bank, Worldwide Governance Indicators  
Any: 2020  
L'eficàcia del govern recull les percepcions de la qualitat dels serveis públics, la qualitat de la funció pública i el grau d'independència de les pressions polítiques, la qualitat de la formulació i implementació de polítiques i la credibilitat del compromís del govern amb aquestes polítiques. [-2,5 a 2,5]
- Qualitat normativa o reguladora:  
Dada: Índex  
Font: World Bank, Worldwide Governance Indicators  
Any: 2020  
Índex que reflecteix les percepcions de la capacitat del govern per formular i implementar polítiques i regulacions sòlides que permetin i promoguin el desenvolupament del sector privat. [-2,5 a 2,5]
- Estat de dret:  
Dada: Índex  
Font: World Bank, Worldwide Governance Indicators  
Any: 2020

L'estat de dret recull les percepcions de fins a quin punt els agents tenen confiança i compleixen les normes de la societat, i en particular la qualitat de l'execució dels contractes, els drets de propietat, la policia i els tribunals, així com la probabilitat de delictes i violència. [-2,5 a 2,5]

### **Entorn institucional**

- **Despesa en R+D (% del PIB)**

Dada: Quantitativa

Font: UNESCO Institute for Statistics, UIS online data base

Any: 2018

- **Despesa per investigador**

Dada: Quantitativa

Font: UNESCO Institute for Statistics, UIS online data base

Any: 2018

FTE (en milers PPP\$ preus constants, 2005) Despesa total intramural en R+D realitzada durant un període de referència específic per investigador, expressada en dòlars de paritat de poder adquisitiu (PPA) a preus constants. Vegeu la variable 3.6 per a la definició d'investigadors FTE. L'equivalent a temps complet (ETC) del personal d'R+D es defineix com la proporció d'hores de treball realment dedicades a R+D durant un període de referència específic (normalment un any natural) dividida pel nombre total d'hores treballades convencionalment durant el mateix període per una persona. o per un grup.

- **Investigadors per mil força de treball (FTE)**

Dada: Quantitativa

Font: UNESCO Institute for Statistics, UIS online data base

Any: 2018

Els investigadors es refereixen al nombre de professionals que es dediquen a la concepció o creació de nou coneixement (que realitzen investigacions i milloren o desenvolupen conceptes, teories, models, tècniques d'instrumentació, programari o mètodes operatius) durant un any determinat, expressat com a proporció de la força de treball. de 1.000 persones. La força de treball comprèn totes les persones en edat de treballar que proporcionen mà d'obra per a la producció de béns i serveis durant un període de referència temporal determinat. Es refereix a la suma de totes les persones en edat de treballar que estan ocupades i les que estan aturades.

### **Entorn empresarial**

- **Percentatge R+D realitzat en empreses comercials**

Data: Quantitativa

Font: UNESCO Institute for Statistics, UIS online data base

Any: 2018

Despesa total intramurs en R+D realitzat durant un període de referència específic, desglossat per les institucions corresponents a cada sector (empresa, govern, ensenyament superior i organitzacions privades sense ànim de lucre), independentment de l'origen dels fons. En el context de les estadístiques de R+D, el sector de les empreses comprèn: - Totes les empreses residents,

incloent-hi no només les empreses legalment constituïdes, independentment de la residència dels seus accionistes. Aquest grup inclou tots els altres tipus de quasi societats, és a dir, les unitats capaces de generar un benefici o un altre guany financer per als seus propietaris, reconegudes per la llei com a entitats jurídiques independents dels seus propietaris i creades per tal de dedicar-se a la producció de mercat a preus econòmicament significatius.- Les sucursals no constituïdes d'empreses no residents es consideren residents perquè es dediquen a la producció al territori econòmic a llarg termini.- Totes les institucions residents sense ànim de lucre (NPI) que són productors de béns o serveis de mercat o presten serveis a les empreses.- Aquest sector comprèn tant les empreses privades com les públiques.

- Percentatge R+D finançada per empreses.

Data: Quantitativa

Font: UNESCO Institute for Statistics, UIS online data base

Any: 2017, les dades de Irlanda són de 2016.

Es refereix a la despesa total intramurs en R+D realitzada durant un període de referència específic finançat per l'empresa com a percentatge de la despesa bruta total en R+D.

- Investigadors en empreses (%)

Data: Quantitativa

Font: UNESCO Institute for Statistics, UIS online data base

Any: 2018

Investigadors (FTE) en empreses empresarials % Investigadors es refereixen a professionals que es dediquen a la concepció o creació de nou coneixement (que realitzen investigacions i milloren o desenvolupen conceptes, teories, models, tècniques d'instrumentació, programari o mètodes operatius) empleats per les empreses empresarials.

- Estat de desenvolupament del clúster

Font: World Economic Forum, Executive Opinion Survey

Any: 2019

Basat en la resposta a la pregunta de l'enquesta: Al vostre país, què tan estesos estan els clústers profunds i ben desenvolupats (concentracions geogràfiques d'empreses, proveïdors, productors de productes i serveis relacionats i institucions especialitzades en un camp en particular)? [1 = inexistent; 7 = generalitzat en molts camps].

## Capital humà

- Nous doctorands en ciències, tecnologia, enginyeria i matemàtiques (STEM) per cada 1.000 habitants de 25 a 34 anys.

Data: Quantitativa

Font: Eurostat

Any: 2019

L'indicador és una mesura de l'oferta de nous graduats d'educació terciària de segona etapa a tots els camps de formació (CINE 8). Per a la majoria dels països, CINE 8 capta els graduats de doctorat. Hi ha una relació complexa entre els graduats de STEM i la innovació al sector privat. Als graduats de



STEM els va bé com a empleats dins de les empreses i molts ocupen llocs gerencials. Tot i això, els graduats que no són STEM tenen més probabilitats d'involucrar-se en activitats empresarials. Els graduats amb experiència en STEM que han completat un estudi no STEM juntament amb el pla d'estudis bàsic mostren tanta activitat empresarial com els graduats no STEM.

- Percentatge de població de 25 a 34 anys que ha acabat l'educació terciària.  
Data: Quantitativa  
Font: Eurostat  
Any: 2019  
Aquest és un indicador general de l'oferta d'habilitats avançades. No es limita als camps científic i tècnic, perquè l'adopció d'innovacions a moltes àrees, en particular als sectors de serveis, depèn d'una àmplia gamma d'habilitats. L'indicador se centra en una cohort d'edat més jove de la població, de 25 a 34 anys, i per tant reflectirà fàcilment i ràpidament els canvis en les polítiques educatives que condueixen més graduats terciari.
- Despesa governamental en educació (% del PIB)  
Data: Quantitativa  
Font: Eurostat  
Any: 2019  
Extret de la despesa total en educació.
- Percentatge d'ocupació d'habilitats altes  
Data: Quantitativa  
Font: Calculat a partir de International Labour Organization, ILOSTAT  
Any: 2019  
Els ocupats comprèn totes les persones en edat de treballar que, durant un període breu determinat, es trobaven en alguna de les categories següents: a) ocupació remunerada (ja sigui en el treball o amb un lloc de treball però no en el treball); o b) treball per compte propi (ja sigui a la feina o amb una empresa però no a la feina). La població en edat de treballar es defineix com totes les persones de 15 anys o més. L'ocupació altament qualificada fa referència a l'ocupació 1, Directius; i 2, Professionals basats en la Classificació Internacional Normalitzada de l'Ocupació (ISCO-08). El total de persones ocupades es refereix a l'ocupació en tots els nivells d'ocupació.

## Producció

- Part de les exportacions de béns culturals com a percentatge del total de béns exportats  
Data: Quantitativa  
Font: UNESCO Institute for Statistics, UIS Database  
Any: 2019  
El valor dels béns culturals exportats expressat com a percentatge del valor de tots els béns exportats. Els béns culturals es refereixen als béns de consum que transmeten idees, símbols i formes de vida, és a dir, llibres, revistes, productes multimèdia, programari, enregistraments, pel·lícules, vídeos, programes audiovisuals, artesanía i moda.

- H-Index  
Data: Índex  
Font: SCImago (2020) SJR—SCImago Journal & Country Rank  
Any: 2019  
L'índex H expressa el nombre d'articles (H) de la revista que han rebut almenys H citacions. Quantifica tant la productivitat científica de la revista com l'impacte científic. L'índex H es calcula a partir del nombre de cites rebudes en anys posteriors per articles publicats en un any determinat, dividit pel nombre d'articles publicats aquell any.
- Sol·licituds de patent a l'Oficina Europea de Patents (OEP) per milió d'habitants.  
Data: Quantitativa  
Font: World Intellectual Property Organization, Intellectual Property Statistics Data Center  
Any: 2017  
La capacitat de les empreses per desenvolupar nous productes, determinarà l'avantatge competitiu. Una mesura de la taxa d'innovació de nous productes és el nombre de patents.

## Impacte

- Protagonisme de les institucions de recerca  
Data: Quantitativa  
Font: World Economic Forum, Global Competitiveness Index based on Scimago, Institutions Rankings  
Any: 2019  
Mesura el protagonisme i el prestigi de les institucions de recerca públiques i privades. La puntuació es calcula com la suma de les classificacions inverses de totes les institucions de recerca d'un país inclòs al Scimago Institutions Rankings (SIR). Les institucions de recerca inclouen universitats privades i públiques, agències governamentals, entitats corporatives i instituts de salut.
- Creixement d'empreses innovadores  
Data: Quantitativa  
Font: World Economic Forum, Executive Opinion Survey  
Any: 2019  
Basat en la resposta a la pregunta de l'enquesta: Al vostre país, en quina mesura creixen ràpidament les noves empreses amb idees innovadores? [1 = en absolut; 7 = en gran mesura].
- Densitat de nous negocis per mil habitants  
Data: Quantitativa  
Font: World Bank, Entrepreneurship Survey and Database  
Any: 2018  
Numero d'empreses de nova inscripció amb responsabilitat limitada per cada 1.000 persones en edat de treballar (entre 15 i 64 anys) per any natural.
- Exportació d'altres tecnologies (% de les exportacions manufacturades)  
Data: Quantitativa

Font: UN Comtrade

Any: 2019

Les exportacions d'alta tecnologia són productes amb una alta intensitat de R+D, com ara la indústria aeroespacial, informàtica, farmacèutica, instruments científics i maquinària elèctrica. Pes mitjana. Com que els sectors industrials que s'especialitzen en uns pocs productes d'alta tecnologia també poden produir productes de baixa tecnologia, l'enfocament de productes és més apropiat per al comerç internacional.

L'indicador mesura la competitivitat tecnològica de la UE, és a dir, la capacitat de comercialitzar els resultats de la recerca i el desenvolupament (R+D) i la innovació als mercats internacionals. També reflecteix l'especialització de productes per país. Crear, explotar i comercialitzar noves tecnologies són vitals per a la competitivitat d'un país a l'economia moderna. Els productes de tecnologia mitjana i alta són motors clau per al creixement econòmic, la productivitat i el benestar, i generalment són una font d'ocupació dalt valor agregat i ben remunerat.

## 8.2. Annex: Coeficients de correlació

Taula 1. Matriu de correlació de Pearson

Pearson correlations:

	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	EE1	EE2	EE3	EE4	EI1	EI2	EI3
CE1	1.0000	0.2873	0.5018	0.4961	0.5671	0.0270	0.0565	0.2408	0.2784	0.5384	0.1858	0.5285
CE2	0.2873	1.0000	0.6049	0.7115	0.5726	0.1682	0.2095	0.4257	0.5908	0.3240	0.4124	0.4417
CE3	0.5018	0.6049	1.0000	0.9273	0.9584	0.1728	0.2995	0.5487	0.6099	0.6657	0.5905	0.7929
CE4	0.4961	0.7115	0.9273	1.0000	0.9321	0.1407	0.2622	0.5031	0.6167	0.6117	0.5741	0.7180
CE5	0.5671	0.5726	0.9584	0.9321	1.0000	0.2305	0.3868	0.5520	0.6191	0.7216	0.6207	0.8158
EE1	0.0270	0.1682	0.1728	0.1407	0.2305	1.0000	0.7987	0.8200	0.4592	0.5421	0.4678	0.5302
EE2	0.0565	0.2095	0.2995	0.2622	0.3868	0.7987	1.0000	0.7112	0.5175	0.6560	0.5889	0.5946
EE3	0.2408	0.4257	0.5487	0.5031	0.5520	0.8200	0.7112	1.0000	0.6492	0.7667	0.6425	0.7074
EE4	0.2784	0.5908	0.6099	0.6167	0.6191	0.4592	0.5175	0.6492	1.0000	0.6300	0.7885	0.6018
EI1	0.5384	0.3240	0.6657	0.6117	0.7216	0.5421	0.6560	0.7667	0.6300	1.0000	0.7522	0.8651
EI2	0.1858	0.4124	0.5905	0.5741	0.6207	0.4678	0.5889	0.6425	0.7885	0.7522	1.0000	0.5694
EI3	0.5285	0.4417	0.7929	0.7180	0.8158	0.5302	0.5946	0.7074	0.6018	0.8651	0.5694	1.0000
I1	0.1535	0.1789	0.0445	0.0037	0.0760	0.2548	0.3637	0.2991	0.4905	0.3386	0.4773	0.1514
I2	0.5914	0.7524	0.7936	0.8703	0.8649	0.2729	0.3667	0.5381	0.5971	0.5920	0.4782	0.6996
I3	-0.1184	0.2461	0.2205	0.3018	0.1545	-0.4336	-0.2386	-0.2578	-0.0787	-0.3038	-0.1247	-0.1765
I4	-0.1254	0.4397	0.1618	0.2116	0.1128	0.1373	-0.0446	0.3010	0.1168	-0.0293	0.1416	-0.0244
KH1	0.4125	0.1816	0.5277	0.5488	0.5083	-0.0736	0.1631	0.3495	0.1842	0.5091	0.2223	0.4534
KH2	0.2161	0.4938	0.5691	0.5309	0.4570	-0.1976	-0.1724	0.0567	0.1524	0.0512	0.1467	0.3015
KH3	0.5633	0.5104	0.7521	0.7006	0.7794	0.4344	0.5367	0.5868	0.6525	0.8473	0.6862	0.8949
KH4	0.3243	0.5825	0.8535	0.8709	0.8078	0.1671	0.3199	0.5174	0.5983	0.5327	0.5650	0.6707
P1	0.0602	-0.0402	-0.1925	-0.1767	-0.2158	-0.1331	-0.1029	-0.0330	0.1531	-0.0742	0.0537	-0.1735
P2	0.3350	0.3500	0.3261	0.2735	0.3691	0.4754	0.5723	0.5842	0.6736	0.6960	0.6827	0.5373
P3	0.5139	0.5564	0.7533	0.7364	0.7972	0.4821	0.6167	0.7367	0.7531	0.9161	0.7776	0.8465
	I1	I2	I3	I4	KH1	KH2	KH3	KH4	P1	P2	P3	
CE1	0.1535	0.5914	-0.1184	-0.1254	0.4125	0.2161	0.5633	0.3243	0.0602	0.3350	0.5139	
CE2	0.1789	0.7524	0.2461	0.4397	0.1816	0.4938	0.5104	0.5825	-0.0402	0.3500	0.5564	
CE3	0.0445	0.7936	0.2205	0.1618	0.5277	0.5691	0.7521	0.8535	-0.1925	0.3261	0.7533	
CE4	0.0037	0.8703	0.3018	0.2116	0.5488	0.5309	0.7006	0.8709	-0.1767	0.2735	0.7364	
CE5	0.0760	0.8649	0.1545	0.1128	0.5083	0.4570	0.7794	0.8078	-0.2158	0.3691	0.7972	
EE1	0.2548	0.2729	-0.4336	0.1373	-0.0736	-0.1976	0.4344	0.1671	-0.1331	0.4754	0.4821	
EE2	0.3637	0.3667	-0.2386	-0.0446	0.1631	-0.1724	0.5367	0.3199	-0.1029	0.5723	0.6167	
EE3	0.2991	0.5381	-0.2578	0.3010	0.3495	0.0567	0.5868	0.5174	-0.0330	0.5842	0.7367	
EE4	0.4905	0.5971	-0.0787	0.1168	0.1842	0.1524	0.6525	0.5983	0.1531	0.6736	0.7531	
EI1	0.3386	0.5920	-0.3038	-0.0293	0.5091	0.0512	0.8473	0.5327	-0.0742	0.6960	0.9161	
EI2	0.4773	0.4782	-0.1247	0.1416	0.2223	0.1467	0.6862	0.5650	0.0537	0.6827	0.7776	
EI3	0.1514	0.6996	-0.1765	-0.0244	0.4534	0.3015	0.8949	0.6707	-0.1735	0.5373	0.8465	
I1	1.0000	0.0681	-0.3934	0.0906	-0.1753	-0.1479	0.3451	0.0073	0.5983	0.8635	0.3170	
I2	0.0681	1.0000	0.1745	0.1422	0.4115	0.3564	0.7002	0.7510	-0.2089	0.3274	0.7154	
I3	-0.3934	0.1745	1.0000	0.0915	0.3297	0.3052	-0.1303	0.3225	-0.1690	-0.4632	-0.1748	
I4	0.0906	0.1422	0.0915	1.0000	-0.0422	0.2093	-0.0172	0.1025	0.2043	0.1237	0.0906	
KH1	-0.1753	0.4115	0.3297	-0.0422	1.0000	0.2952	0.3266	0.6022	-0.0307	0.0552	0.4647	
KH2	-0.1479	0.3564	0.3052	0.2093	0.2952	1.0000	0.2608	0.5517	-0.0854	-0.0653	0.1946	
KH3	0.3451	0.7002	-0.1303	-0.0172	0.3266	0.2608	1.0000	0.5934	-0.1060	0.6454	0.8303	
KH4	0.0073	0.7510	0.3225	0.1025	0.6022	0.5517	0.5934	1.0000	-0.0532	0.2242	0.6338	
P1	0.5983	-0.2089	-0.1690	0.2043	-0.0307	-0.0854	-0.1060	-0.0532	1.0000	0.3940	-0.0879	
P2	0.8635	0.3274	-0.4632	0.1237	0.0552	-0.0653	0.6454	0.2242	0.3940	1.0000	0.6768	
P3	0.3170	0.7154	-0.1748	0.0906	0.4647	0.1946	0.8303	0.6338	-0.0879	0.6768	1.0000	

Number of observations: 27

Taula 2. P-valor dels coeficients de correlació de Pearson

Pairwise two-sided p-values:

	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	EE1	EE2	EE3	EE4	EI1	EI2	EI3	I1	I2
CE1		0.1462	0.0077	0.0085	0.0020	0.8936	0.7795	0.2264	0.1597	0.0038	0.3534	0.0046	0.4445	0.0012
CE2	0.1462		0.0008	<.0001	0.0018	0.4016	0.2943	0.0268	0.0012	0.0992	0.0326	0.0211	0.3721	<.0001
CE3	0.0077	0.0008		<.0001	<.0001	0.3887	0.1291	0.0030	0.0007	0.0002	0.0012	<.0001	0.8256	<.0001
CE4	0.0085	<.0001	<.0001		<.0001	0.4840	0.1865	0.0075	0.0006	0.0007	0.0017	<.0001	0.9855	<.0001
CE5	0.0020	0.0018	<.0001	<.0001		0.2474	0.0462	0.0028	0.0006	<.0001	0.0006	<.0001	0.7062	<.0001
EE1	0.8936	0.4016	0.3887	0.4840	0.2474		<.0001	<.0001	0.0160	0.0035	0.0139	0.0044	0.1997	0.1684
EE2	0.7795	0.2943	0.1291	0.1865	0.0462	<.0001		<.0001	0.0057	0.0002	0.0012	0.0011	0.0622	0.0599
EE3	0.2264	0.0268	0.0030	0.0075	0.0028	<.0001	<.0001		0.0002	<.0001	0.0003	<.0001	0.1297	0.0038
EE4	0.1597	0.0012	0.0007	0.0006	0.0006	0.0160	0.0057	0.0002		0.0004	<.0001	0.0009	0.0094	0.0010
EI1	0.0038	0.0992	0.0002	0.0007	<.0001	0.0035	0.0002	<.0001	0.0004		<.0001	<.0001	0.0840	0.0011
EI2	0.3534	0.0326	0.0012	0.0017	0.0006	0.0139	0.0012	0.0003	<.0001	<.0001		0.0019	0.0118	0.0116
EI3	0.0046	0.0211	<.0001	<.0001	<.0001	0.0044	0.0011	<.0001	0.0009	<.0001	0.0019		0.4509	<.0001
I1	0.4445	0.3721	0.8256	0.9855	0.7062	0.1997	0.0622	0.1297	0.0094	0.0840	0.0118	0.4509		0.7356
I2	0.0012	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1684	0.0599	0.0038	0.0010	0.0011	0.0116	<.0001	0.7356	
I3	0.5564	0.2160	0.2690	0.1260	0.4417	0.0238	0.2307	0.1941	0.6963	0.1235	0.5353	0.3784	0.0424	0.3841
I4	0.5332	0.0217	0.4201	0.2893	0.5753	0.4948	0.8253	0.1271	0.5619	0.8846	0.4812	0.9039	0.6530	0.4793
KH1	0.0325	0.3648	0.0047	0.0030	0.0068	0.7153	0.4162	0.0739	0.3577	0.0067	0.2651	0.0175	0.3818	0.0330
KH2	0.2790	0.0089	0.0019	0.0044	0.0165	0.3232	0.3898	0.7789	0.4479	0.7998	0.4654	0.1265	0.4617	0.0681
KH3	0.0022	0.0065	<.0001	<.0001	<.0001	0.0236	0.0039	0.0013	0.0002	<.0001	<.0001	<.0001	0.0779	<.0001
KH4	0.0989	0.0014	<.0001	<.0001	<.0001	0.4049	0.1038	0.0057	0.0010	0.0042	0.0021	0.0001	0.9711	<.0001
P1	0.7655	0.8421	0.3360	0.3779	0.2796	0.5081	0.6095	0.8701	0.4459	0.7129	0.7904	0.3869	0.0010	0.2957
P2	0.0876	0.0735	0.0970	0.1675	0.0582	0.0122	0.0018	0.0014	0.0001	<.0001	<.0001	0.0038	<.0001	0.0955
P3	0.0061	0.0026	<.0001	<.0001	<.0001	0.0109	0.0006	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.1072	<.0001
	I3	I4	KH1	KH2	KH3	KH4	P1	P2	P3					
CE1	0.5564	0.5332	0.0325	0.2790	0.0022	0.0989	0.7655	0.0876	0.0061					
CE2	0.2160	0.0217	0.3648	0.0089	0.0065	0.0014	0.8421	0.0735	0.0026					
CE3	0.2690	0.4201	0.0047	0.0019	<.0001	<.0001	0.3360	0.0970	<.0001					
CE4	0.1260	0.2893	0.0030	0.0044	<.0001	<.0001	0.3779	0.1675	<.0001					
CE5	0.4417	0.5753	0.0068	0.0165	<.0001	<.0001	0.2796	0.0582	<.0001					
EE1	0.0238	0.4948	0.7153	0.3232	0.0236	0.4049	0.5081	0.0122	0.0109					
EE2	0.2307	0.8253	0.4162	0.3898	0.0039	0.1038	0.6095	0.0018	0.0006					
EE3	0.1941	0.1271	0.0739	0.7789	0.0013	0.0057	0.8701	0.0014	<.0001					
EE4	0.6963	0.5619	0.3577	0.4479	0.0002	0.0010	0.4459	0.0001	<.0001					
EI1	0.1235	0.8846	0.0067	0.7998	<.0001	0.0042	0.7129	<.0001	<.0001					
EI2	0.5353	0.4812	0.2651	0.4654	<.0001	0.0021	0.7904	<.0001	<.0001					
EI3	0.3784	0.9039	0.0175	0.1265	<.0001	0.0001	0.3869	0.0038	<.0001					
I1	0.0424	0.6530	0.3818	0.4617	0.0779	0.9711	0.0010	<.0001	0.1072					
I2	0.3841	0.4793	0.0330	0.0681	<.0001	<.0001	0.2957	0.0955	<.0001					
I3		0.6500	0.0931	0.1216	0.5172	0.1008	0.3994	0.0150	0.3832					
I4	0.6500		0.8345	0.2948	0.9320	0.6108	0.3068	0.5387	0.6531					
KH1	0.0931	0.8345		0.1350	0.0964	0.0009	0.8793	0.7845	0.0146					
KH2	0.1216	0.2948	0.1350		0.1889	0.0029	0.6720	0.7464	0.3308					
KH3	0.5172	0.9320	0.0964	0.1889		0.0011	0.5989	0.0003	<.0001					
KH4	0.1008	0.6108	0.0009	0.0029	0.0011		0.7922	0.2610	0.0004					
P1	0.3994	0.3068	0.8793	0.6720	0.5989	0.7922		0.0420	0.6630					
P2	0.0150	0.5387	0.7845	0.7464	0.0003	0.2610	0.0420		0.0001					
P3	0.3832	0.6531	0.0146	0.3308	<.0001	0.0004	0.6630	0.0001						

Taula 3. Coeficients de correlació del pilar de context econòmic.

```
Rcmdr> rcorr.adjust(IC[,c("CE1", "CE2", "CE3", "CE4",  
Rcmdr+ "CE5")], type="pearson", use="complete")
```

```
Pearson correlations:  
      CE1    CE2    CE3    CE4    CE5  
CE1 1.0000 0.2873 0.5018 0.4961 0.5671  
CE2 0.2873 1.0000 0.6049 0.7115 0.5726  
CE3 0.5018 0.6049 1.0000 0.9273 0.9584  
CE4 0.4961 0.7115 0.9273 1.0000 0.9321  
CE5 0.5671 0.5726 0.9584 0.9321 1.0000
```

```
Number of observations: 27
```

```
Pairwise two-sided p-values:  
      CE1    CE2    CE3    CE4    CE5  
CE1      0.1462 0.0077 0.0085 0.0020  
CE2 0.1462      0.0008 <.0001 0.0018  
CE3 0.0077 0.0008      <.0001 <.0001  
CE4 0.0085 <.0001 <.0001      <.0001  
CE5 0.0020 0.0018 <.0001 <.0001
```

Taula 4. Coeficients de correlació del pilar de l'entorn institucional.

```
Rcmdr> rcorr.adjust(IC[,c("EI1", "EI2", "EI3")],  
Rcmdr+ type="pearson", use="complete")
```

```
Pearson correlations:  
      EI1    EI2    EI3  
EI1 1.0000 0.7522 0.8651  
EI2 0.7522 1.0000 0.5694  
EI3 0.8651 0.5694 1.0000
```

```
Number of observations: 27
```

```
Pairwise two-sided p-values:  
      EI1    EI2    EI3  
EI1      <.0001 <.0001  
EI2 <.0001      0.0019  
EI3 <.0001 0.0019
```

*Taula 5. Coeficients de correlació del pilar de l'entorn empresarial.*

```
Rcmdr> rcorr.adjust(IC[,c("EE1","EE2","EE3","EE4")],  
Rcmdr+   type="pearson", use="complete")
```

```
Pearson correlations:  
      EE1    EE2    EE3    EE4  
EE1 1.0000 0.7987 0.8200 0.4592  
EE2 0.7987 1.0000 0.7112 0.5175  
EE3 0.8200 0.7112 1.0000 0.6492  
EE4 0.4592 0.5175 0.6492 1.0000
```

```
Number of observations: 27
```

```
Pairwise two-sided p-values:  
      EE1    EE2    EE3    EE4  
EE1 <.0001 <.0001 <.0001 0.0160  
EE2 <.0001 <.0001 <.0001 0.0057  
EE3 <.0001 <.0001 <.0001 0.0002  
EE4 0.0160 0.0057 0.0002
```

*Taula 6. Coeficients de correlació del pilar del capital humà.*

```
Rcmdr> rcorr.adjust(IC[,c("KH1","KH2","KH3","KH4")],  
Rcmdr+   type="pearson", use="complete")
```

```
Pearson correlations:  
      KH1    KH2    KH3    KH4  
KH1 1.0000 0.2952 0.3266 0.6022  
KH2 0.2952 1.0000 0.2608 0.5517  
KH3 0.3266 0.2608 1.0000 0.5934  
KH4 0.6022 0.5517 0.5934 1.0000
```

```
Number of observations: 27
```

```
Pairwise two-sided p-values:  
      KH1    KH2    KH3    KH4  
KH1      0.1350 0.0964 0.0009  
KH2 0.1350      0.1889 0.0029  
KH3 0.0964 0.1889      0.0011  
KH4 0.0009 0.0029 0.0011
```

Taula 7. Coeficients de correlació del pilar de producció.

```
Rcmdr> rcorr.adjust(IC[,c("P1","P2","P3")], type="pearson",  
Rcmdr+ use="complete")
```

```
Pearson correlations:  
      P1      P2      P3  
P1  1.0000 0.3940 -0.0879  
P2  0.3940 1.0000  0.6768  
P3 -0.0879 0.6768  1.0000
```

```
Number of observations: 27
```

```
Pairwise two-sided p-values:  
      P1      P2      P3  
P1      0.0420 0.6630  
P2 0.0420      0.0001  
P3 0.6630 0.0001
```

Taula 8. Coeficients de correlació del pilar d'impacte.

```
Rcmdr> rcorr.adjust(IC[,c("I1","I2","I3","I4")],  
Rcmdr+ type="pearson", use="complete")
```

```
Pearson correlations:  
      I1      I2      I3      I4  
I1  1.0000 0.0681 -0.3934 0.0906  
I2  0.0681 1.0000  0.1745 0.1422  
I3 -0.3934 0.1745  1.0000 0.0915  
I4  0.0906 0.1422  0.0915 1.0000
```

```
Number of observations: 27
```

```
Pairwise two-sided p-values:  
      I1      I2      I3      I4  
I1      0.7356 0.0424 0.6530  
I2 0.7356      0.3841 0.4793  
I3 0.0424 0.3841      0.6500  
I4 0.6530 0.4793 0.6500
```



### 8.3. Annex: Normalització de les variables

Taula 9. Identificació dels valors atípics

País	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	EI1	EI2	EI3	EE1	EE2	EE3	EE4	KH1	KH2	KH3	KH4	P1	P2	P3	I1	I2	I3	I4
Alemanya	79,3	4,8	1,4	1,6	1,6	3,1	233,1	9,9	68,8	66,2	60,4	5,4	4,3	33,3	1,2	46,4	0,6	1429,0	228,8	100,0	5,1	1,4	16,4
Àustria	78,7	3,9	1,7	1,4	1,8	3,2	216,2	11,0	69,9	54,7	63,0	4,9	4,8	41,6	0,9	42,0	0,4	740,0	231,4	16,1	4,6	0,5	11,5
Bèlgica	74,7	3,8	1,1	1,4	1,4	2,8	200,9	11,3	70,5	63,5	56,3	4,9	6,1	47,3	0,9	47,8	0,3	886,0	145,8	22,6	4,5	3,7	9,7
Bulgària	71,8	4,1	-0,1	0,5	-0,1	0,8	51,1	4,9	71,9	43,2	48,5	4,2	3,8	32,7	0,4	31,3	0,3	295,0	4,1	4,5	4,1	2,0	10,9
Croàcia	73,0	3,0	0,4	0,4	0,3	1,0	89,6	4,4	48,0	42,6	22,7	2,8	4,7	35,5	0,4	37,5	0,5	324,0	4,8	3,3	3,4	5,9	8,3
Dinamarca	85,2	4,5	1,9	1,8	1,9	3,0	140,6	15,5	64,3	58,5	60,5	5,0	6,3	47,1	1,2	49,3	0,5	843,0	246,6	16,8	5,1	10,0	12,0
Eslovàquia	75,4	3,6	0,5	0,8	0,7	0,8	72,3	5,9	54,1	49,0	24,0	3,8	4,3	39,2	0,6	34,4	0,6	318,0	10,1	6,9	4,1	5,3	9,9
Eslovènia	76,4	3,6	1,2	0,9	1,1	2,0	116,3	9,7	74,2	63,1	62,1	3,8	5,5	44,1	0,8	43,8	0,4	349,0	55,3	5,6	4,4	3,0	7,4
Espanya	77,7	3,8	0,9	0,8	0,9	1,2	121,5	6,1	56,5	47,8	38,8	4,3	4,0	46,5	0,7	34,0	0,7	1010,0	35,6	100,0	4,0	3,0	6,9
Estònia	80,8	4,2	1,3	1,5	1,4	1,4	83,9	7,0	42,3	43,6	33,3	3,6	6,1	40,6	0,7	46,9	0,6	317,0	27,6	2,9	5,0	23,6	5,8
Finlàndia	80,0	4,1	1,9	1,9	2,1	2,8	138,3	13,8	65,7	58,0	56,3	4,8	5,6	42,0	1,0	49,0	0,1	711,0	235,7	17,6	4,9	4,3	9,2
França	76,8	4,2	1,2	1,2	1,3	2,2	159,1	10,4	65,4	56,1	62,3	4,7	5,2	48,2	0,9	47,0	2,1	1286,0	141,9	100,0	4,6	4,8	27,0
Grècia	67,4	3,8	0,4	0,6	0,3	1,2	75,0	7,8	48,3	44,8	27,4	2,9	4,0	42,4	0,6	30,5	0,5	567,0	8,4	16,2	3,4	1,4	12,5
Hongria	73,2	3,2	0,6	0,5	0,5	1,5	103,1	6,7	75,6	52,7	63,7	3,8	4,7	30,6	0,3	35,5	0,4	510,0	20,1	9,8	3,6	3,7	17,5
Irlanda	79,6	4,9	1,5	1,5	1,5	1,1	131,0	10,7	74,8	49,0	48,3	4,5	3,1	55,4	1,0	44,1	0,4	591,0	77,6	9,8	5,0	7,1	26,0
Itàlia	73,0	4,0	0,4	0,5	0,2	1,4	171,9	5,4	62,1	53,7	43,6	5,5	3,9	27,7	0,6	36,8	1,8	1135,0	68,5	86,0	3,7	3,0	7,8
Letònia	80,3	3,8	0,9	1,2	1,0	0,6	73,5	3,5	24,9	24,1	19,8	3,9	5,7	43,8	0,3	42,1	1,3	187,0	11,4	1,9	4,3	8,0	17,2
Lituània	81,0	4,3	1,1	1,1	1,0	0,9	71,8	6,1	41,8	35,4	31,7	3,5	4,6	55,2	0,4	42,8	0,4	245,0	7,6	3,9	4,7	3,3	12,0
Luxemburg	69,6	4,3	1,8	1,8	1,8	1,2	183,7	9,9	55,8	49,6	43,9	5,1	4,8	56,1	0,8	63,0	0,2	224,0	93,9	0,6	5,0	17,2	6,6
Malta	65,5	4,5	1,0	1,2	0,9	0,6	106,0	4,0	60,9	56,4	52,9	4,2	5,1	40,8	0,2	44,9	0,5	152,0	14,4	0,4	4,3	17,4	29,8
Països Baixos	76,1	5,0	1,9	1,8	1,8	2,2	166,7	10,5	67,1	51,6	70,0	5,2	5,0	49,1	0,8	49,4	0,6	1133,0	203,6	45,3	5,3	3,0	23,1
Polònia	76,9	3,9	0,4	0,9	0,5	1,2	90,9	6,4	66,1	52,5	48,2	3,8	5,0	43,5	0,3	40,5	1,4	630,0	18,1	36,9	3,9	1,4	10,1
Portugal	76,4	3,8	1,0	0,8	1,2	1,3	74,0	8,9	50,8	46,5	34,1	4,3	4,5	37,4	0,7	36,5	0,4	560,0	13,8	18,8	4,4	6,5	6,9
Romania	72,5	3,6	-0,2	0,4	0,4	0,5	92,9	1,9	59,3	54,4	27,0	3,3	3,6	25,5	0,2	24,2	0,2	343,0	5,1	14,9	4,2	7,3	11,1
Suècia	82,0	5,1	1,7	1,7	1,8	3,3	177,0	14,2	70,9	60,8	72,8	4,9	6,9	48,4	1,2	54,7	0,3	974,0	283,5	27,1	5,5	7,2	14,6
República Txeca	76,3	3,7	1,0	1,2	1,1	1,9	141,6	7,5	61,9	39,3	51,3	3,8	4,9	32,6	0,8	37,9	0,6	524,0	33,8	22,8	4,3	4,4	20,8
Xipre	72,8	4,3	0,9	1,0	0,6	0,5	124,0	2,4	36,9	32,8	27,3	3,9	5,2	60,3	0,4	36,3	0,5	240,0	10,6	3,0	3,6	17,6	19,9

Taula 10. Correcció dels valors atípics

País	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	EI1	EI2	EI3	EE1	EE2	EE3	EE4	KH1	KH2	KH3	KH4	P1	P2	P3	I1	I2	I3	I4
Alemanya	79,3	4,8	1,4	1,6	1,6	3,1	233,1	9,9	68,8	66,2	60,4	5,4	4,3	33,3	1,2	46,4	0,6	1429,0	228,8	56,1	5,1	1,4	16,4
Àustria	78,7	3,9	1,7	1,4	1,8	3,2	216,2	11,0	69,9	54,7	63,0	4,9	4,8	41,6	0,9	42,0	0,4	740,0	231,4	16,1	4,6	0,5	11,5
Bèlgica	74,7	3,8	1,1	1,4	1,4	2,8	200,9	11,3	70,5	63,5	56,3	4,9	6,1	47,3	0,9	47,8	0,3	886,0	145,8	22,6	4,5	3,7	9,7
Bulgària	71,8	4,1	-0,1	0,5	-0,1	0,8	51,1	4,9	71,9	43,2	48,5	4,2	3,8	32,7	0,4	31,3	0,3	295,0	4,1	4,5	4,1	2,0	10,9
Croàcia	73,0	3,0	0,4	0,4	0,3	1,0	89,6	4,4	48,0	42,6	22,7	2,8	4,7	35,5	0,4	37,5	0,5	324,0	4,8	3,3	3,4	5,9	8,3
Dinamarca	85,2	4,5	1,9	1,8	1,9	3,0	140,6	15,5	64,3	58,5	60,5	5,0	6,3	47,1	1,2	49,3	0,5	843,0	246,6	16,8	5,1	10,0	12,0
Eslovàquia	75,4	3,6	0,5	0,8	0,7	0,8	72,3	5,9	54,1	49,0	24,0	3,8	4,3	39,2	0,6	34,4	0,6	318,0	10,1	6,9	4,1	5,3	9,9
Eslovènia	76,4	3,6	1,2	0,9	1,1	2,0	116,3	9,7	74,2	63,1	62,1	3,8	5,5	44,1	0,8	43,8	0,4	349,0	55,3	5,6	4,4	3,0	7,4
Espanya	77,7	3,8	0,9	0,8	0,9	1,2	121,5	6,1	56,5	47,8	38,8	4,3	4,0	46,5	0,7	34,0	0,7	1010,0	35,6	56,1	4,0	3,0	6,9
Estònia	80,8	4,2	1,3	1,5	1,4	1,4	83,9	7,0	42,3	43,6	33,3	3,6	6,1	40,6	0,7	46,9	0,6	317,0	27,6	2,9	5,0	13,6	5,8
Finlàndia	80,0	4,1	1,9	1,9	2,1	2,8	138,3	13,8	65,7	58,0	56,3	4,8	5,6	42,0	1,0	49,0	0,1	711,0	235,7	17,6	4,9	4,3	9,2
França	76,8	4,2	1,2	1,2	1,3	2,2	159,1	10,4	65,4	56,1	62,3	4,7	5,2	48,2	0,9	47,0	1,0	1286,0	141,9	56,1	4,6	4,8	27,0
Grècia	67,4	3,8	0,4	0,6	0,3	1,2	75,0	7,8	48,3	44,8	27,4	2,9	4,0	42,4	0,6	30,5	0,5	567,0	8,4	16,2	3,4	1,4	12,5
Hongria	73,2	3,2	0,6	0,5	0,5	1,5	103,1	6,7	75,6	52,7	63,7	3,8	4,7	30,6	0,3	35,5	0,4	510,0	20,1	9,8	3,6	3,7	17,5
Irlanda	79,6	4,9	1,5	1,5	1,5	1,1	131,0	10,7	74,8	49,0	48,3	4,5	3,1	55,4	1,0	44,1	0,4	591,0	77,6	9,8	5,0	7,1	26,0
Itàlia	73,0	4,0	0,4	0,5	0,2	1,4	171,9	5,4	62,1	53,7	43,6	5,5	3,9	27,7	0,6	36,8	1,0	1135,0	68,5	56,1	3,7	3,0	7,8
Letònia	80,3	3,8	0,9	1,2	1,0	0,6	73,5	3,5	27,0	26,1	19,8	3,9	5,7	43,8	0,3	42,1	1,0	187,0	11,4	1,9	4,3	8,0	17,2
Lituània	81,0	4,3	1,1	1,1	1,0	0,9	71,8	6,1	41,8	35,4	31,7	3,5	4,6	55,2	0,4	42,8	0,4	245,0	7,6	3,9	4,7	3,3	12,0
Luxemburg	69,6	4,3	1,8	1,8	1,8	1,2	183,7	9,9	55,8	49,6	43,9	5,1	4,8	56,1	0,8	62,8	0,2	224,0	93,9	0,6	5,0	13,6	6,6
Malta	65,5	4,5	1,0	1,2	0,9	0,6	106,0	4,0	60,9	56,4	52,9	4,2	5,1	40,8	0,2	44,9	0,5	152,0	14,4	0,4	4,3	13,6	29,8
Països Baixos	76,1	5,0	1,9	1,8	1,8	2,2	166,7	10,5	67,1	51,6	70,0	5,2	5,0	49,1	0,8	49,4	0,6	1133,0	203,6	45,3	5,3	3,0	23,1
Polònia	76,9	3,9	0,4	0,9	0,5	1,2	90,9	6,4	66,1	52,5	48,2	3,8	5,0	43,5	0,3	40,5	1,0	630,0	18,1	36,9	3,9	1,4	10,1
Portugal	76,4	3,8	1,0	0,8	1,2	1,3	74,0	8,9	50,8	46,5	34,1	4,3	4,5	37,4	0,7	36,5	0,4	560,0	13,8	18,8	4,4	6,5	6,9
Romania	72,5	3,6	-0,2	0,4	0,4	0,5	92,9	1,9	59,3	54,4	27,0	3,3	3,6	25,5	0,2	24,2	0,2	343,0	5,1	14,9	4,2	7,3	11,1
Suècia	82,0	5,1	1,7	1,7	1,8	3,3	177,0	14,2	70,9	60,8	72,8	4,9	6,9	48,4	1,2	54,7	0,3	974,0	283,5	27,1	5,5	7,2	14,6
República Txeca	76,3	3,7	1,0	1,2	1,1	1,9	141,6	7,5	61,9	39,3	51,3	3,8	4,9	32,6	0,8	37,9	0,6	524,0	33,8	22,8	4,3	4,4	20,8
Xípre	72,8	4,3	0,9	1,0	0,6	0,5	124,0	2,4	36,9	32,8	27,3	3,9	5,2	60,3	0,4	36,3	0,5	240,0	10,6	3,0	3,6	13,6	19,9

Taula 11. Normalització de les dades

País	CE1	CE2	CE3	CE4	CE5	EI1	EI2	EI3	EE1	EE2	EE3	EE4	KH1	KH2	KH3	KH4	P1	P2	P3	I1	I2	I3	I4
Alemanya	7,0	8,6	7,3	8,2	7,6	9,4	10,0	5,9	8,6	10,0	7,7	9,7	3,2	2,2	10,0	5,8	5,8	10,0	8,0	10,0	8,1	0,6	4,4
Àustria	6,7	4,1	8,6	6,9	8,8	9,5	9,1	6,7	8,8	7,1	8,2	7,9	4,5	4,6	7,0	4,6	3,7	4,6	8,1	2,8	5,7	0,0	2,4
Bèlgica	4,7	3,7	6,2	6,6	6,7	8,1	8,2	6,9	9,0	9,3	6,9	7,7	7,9	6,3	7,0	6,1	2,6	5,7	5,1	4,0	5,2	2,4	1,6
Bulgària	3,2	5,1	0,7	0,9	0,0	0,9	0,0	2,2	9,2	4,3	5,4	5,0	1,8	2,1	2,0	1,8	2,4	1,1	0,0	0,7	3,3	1,1	2,1
Croàcia	3,8	0,0	3,0	0,3	1,8	1,7	2,1	1,8	4,3	4,1	0,5	0,0	4,2	2,9	2,0	3,4	4,3	1,3	0,0	0,5	0,0	4,1	1,1
Dinamarca	10,0	7,1	9,7	9,6	9,0	9,0	4,9	10,0	7,7	8,1	7,7	8,2	8,4	6,2	10,0	6,5	4,1	5,4	8,7	2,9	8,1	7,2	2,6
Eslovàquia	5,1	3,1	3,5	2,7	3,5	1,2	1,2	3,0	5,6	5,7	0,8	3,6	3,2	3,9	4,0	2,6	5,4	1,3	0,2	1,2	3,3	3,6	1,7
Eslovènia	5,5	2,9	6,4	3,7	5,3	5,2	3,6	5,7	9,7	9,2	8,0	3,5	6,3	5,3	6,0	5,1	3,3	1,5	1,8	0,9	4,8	1,9	0,7
Espanya	6,2	3,6	5,1	2,6	4,6	2,6	3,9	3,1	6,1	5,4	3,6	5,6	2,4	6,0	5,0	2,5	6,9	6,7	1,1	10,0	2,9	1,9	0,5
Estònia	7,8	5,7	7,2	7,8	6,8	3,2	1,8	3,8	3,2	4,4	2,5	3,0	7,9	4,3	5,0	5,9	5,5	1,3	0,8	0,4	7,6	10,0	0,0
Finlàndia	7,4	5,5	10,0	10,0	10,0	8,0	4,8	8,8	8,0	8,0	6,9	7,5	6,6	4,7	8,0	6,4	0,0	4,4	8,3	3,1	7,1	2,9	1,4
França	5,7	5,7	6,8	5,5	6,5	6,0	5,9	6,2	7,9	7,5	8,0	7,1	5,5	6,5	7,0	5,9	10,0	8,9	4,9	10,0	5,7	3,3	8,8
Grècia	1,0	3,8	3,1	1,1	1,9	2,4	1,3	4,3	4,4	4,7	1,4	0,3	2,4	4,9	4,0	1,6	4,9	3,2	0,2	2,8	0,0	0,7	2,8
Hongria	3,9	0,6	3,7	0,7	2,8	3,7	2,9	3,5	10,0	6,6	8,3	3,7	4,2	1,5	1,0	2,9	2,8	2,8	0,6	1,7	1,0	2,5	4,9
Irlanda	7,2	9,2	7,8	7,4	7,3	2,3	4,4	6,5	9,8	5,7	5,4	6,2	0,0	8,6	8,0	5,2	3,5	3,4	2,6	1,7	7,6	5,0	8,4
Itàlia	3,8	4,8	2,9	0,8	1,5	3,2	6,6	2,5	7,2	6,9	4,5	10,0	2,1	0,6	4,0	3,3	10,0	7,7	2,3	10,0	1,4	1,9	0,9
Letònia	7,5	3,9	5,1	5,5	4,8	0,5	1,2	1,1	0,0	0,0	0,0	4,1	6,8	5,3	1,0	4,6	10,0	0,3	0,3	0,3	4,3	5,7	4,8
Lituània	7,9	6,2	5,9	4,8	5,0	1,6	1,1	3,1	3,0	2,3	2,2	2,3	3,9	8,5	2,0	4,8	3,4	0,7	0,1	0,6	6,2	2,1	2,6
Luxemburg	2,1	6,5	9,5	9,9	8,7	2,5	7,3	5,9	5,9	5,9	4,5	8,6	4,5	8,8	6,0	10,0	1,2	0,6	3,2	0,0	7,6	10,0	0,3
Malta	0,0	7,4	5,8	5,7	4,6	0,3	3,0	1,5	7,0	7,6	6,2	5,0	5,3	4,4	0,0	5,4	4,0	0,0	0,4	0,0	4,3	10,0	10,0
Països Baixos	5,4	9,5	9,6	9,3	8,5	5,9	6,3	6,3	8,2	6,4	9,5	8,9	5,0	6,8	6,0	6,5	5,7	7,7	7,1	8,1	9,0	1,9	7,2
Polònia	5,8	4,1	2,8	3,4	2,9	2,5	2,2	3,3	8,0	6,6	5,4	3,6	5,0	5,2	1,0	4,2	10,0	3,7	0,5	6,6	2,4	0,7	1,8
Portugal	5,6	4,0	5,7	3,1	5,9	3,0	1,3	5,1	4,9	5,1	2,7	5,4	3,7	3,4	5,0	3,2	3,1	3,2	0,3	3,3	4,8	4,6	0,5
Romania	3,6	3,0	0,0	0,0	2,1	0,0	2,3	0,0	6,7	7,1	1,4	1,7	1,3	0,0	0,0	0,0	1,5	1,5	0,0	2,6	3,8	5,2	2,2
Suècia	8,4	10,0	8,9	8,8	8,7	10,0	6,9	9,0	9,0	8,6	10,0	7,7	10,0	6,6	10,0	7,9	2,6	6,4	10,0	4,8	10,0	5,1	3,7
República Txeca	5,5	3,5	5,4	5,8	5,3	5,1	5,0	4,1	7,2	3,3	5,9	3,6	4,7	2,0	6,0	3,6	5,9	2,9	1,1	4,0	4,3	3,0	6,3
Xipre	3,7	6,4	5,1	4,2	3,1	0,2	4,0	0,3	2,0	1,7	1,4	3,9	5,5	10,0	2,0	3,1	4,1	0,7	0,2	0,5	1,0	10,0	5,9

Taula 12. Anàlisi dels quartils, asimetria i curtosi

```
Rcmdr> numsummary(IC[,c("CE1", "CE2", "CE3", "CE4", "CE5", "EE1", "EE2", "EE3", "EE4",
Rcmdr+ "EE1", "EI2", "EI3", "I1", "I2", "I3", "I4", "KH1", "KH2", "KH3", "KH4", "P1",
Rcmdr+ "P2", "P3"), drop=FALSE], statistics=c("mean", "sd", "IQR", "quantiles",
Rcmdr+ "skewness", "kurtosis"), quantiles=c(0,.25,.5,.75,1), type="1")
```

	mean	sd	IQR	skewness	kurtosis	0%
CE1	76.0255004	4.5241874	6.4702000	-0.357649490	-0.07665388	65.49750000
CE2	4.0577778	0.5025499	0.5650000	0.173373215	-0.26001818	3.02000000
CE3	1.0319508	0.5908079	0.8580176	-0.237250629	-0.63655470	-0.22054894
CE4	1.1209669	0.4733134	0.7285044	-0.001819924	-1.22400246	0.38260970
CE5	1.0656400	0.5933940	0.9680386	-0.082367953	-1.04592830	-0.08707793
EE1	59.5802511	12.7444176	16.9262900	-0.940623557	0.31913963	24.86574000
EE2	49.9931007	9.8031506	12.0494000	-0.655345621	0.28224667	24.14793000
EE3	46.2957393	15.7968031	27.9899650	-0.131821364	-1.22794475	19.79167000
EE4	4.2581481	0.7380121	1.0900000	-0.093025766	-0.88669334	2.84000000
EI1	1.6239363	0.8938704	1.2214750	0.613152487	-0.92208864	0.50077000
EI2	126.1522700	49.0592826	76.1433750	0.501732262	-0.70684264	51.12944000
EI3	7.9870889	3.5632168	4.7900050	0.265401971	-0.63311086	1.89769000
I1	25.6925926	32.0934923	20.7500000	1.578999352	1.05300360	0.40000000
I2	4.4074074	0.5863354	0.9000000	-0.049901764	-0.89356520	3.40000000
I3	6.5161791	5.8416712	4.2543836	1.552341023	1.51674122	0.50825296
I4	13.7333333	6.7845050	8.5950000	0.921609425	-0.22021007	5.77000000
KH1	4.8777778	0.8854957	1.0500000	0.244732961	-0.23661222	3.10000000
KH2	42.4777778	8.8309044	11.3000000	0.022104637	-0.54044275	25.50000000
KH3	0.6777778	0.3067614	0.5000000	0.091522378	-1.00579483	0.20000000
KH4	41.8000000	8.1657352	10.5500000	0.272323254	0.39350221	24.20000000
P1	0.6260370	0.4731333	0.2545000	1.858849670	2.53243969	0.11000000
P2	611.9629630	364.2016011	547.0000000	0.651450140	-0.65901241	152.00000000
P3	82.8866667	93.5128971	132.8250000	0.940667792	-0.69306985	4.13000000
	25%	50%	75%	100%	n	
CE1	72.9987650	76.414200	79.468965	85.170280	27	
CE2	3.7650000	3.990000	4.330000	5.050000	27	
CE3	0.5624909	1.039465	1.420509	1.948935	27	
CE4	0.7760871	1.187873	1.504592	1.854752	27	
CE5	0.5603701	1.059881	1.528409	2.078883	27	
EE1	52.4197450	62.055920	69.346035	75.600340	27	
EE2	44.1699300	51.632740	56.219330	66.179450	27	
EE3	32.4688800	48.256480	60.458845	72.813400	27	
EE4	3.8050000	4.180000	4.895000	5.500000	27	
EI1	0.9568650	1.347530	2.178340	3.312780	27	
EI2	86.7576750	121.531450	162.901050	233.078610	27	
EI3	5.6392750	7.526150	10.429280	15.497460	27	
I1	4.2000000	16.100000	24.950000	100.000000	27	
I2	4.0500000	4.400000	4.950000	5.500000	27	
I3	2.9994606	4.391012	7.253844	23.573647	27	
I4	8.7550000	11.500000	17.350000	29.780000	27	
KH1	4.3000000	4.800000	5.350000	6.900000	27	
KH2	36.4500000	42.400000	47.750000	60.300000	27	
KH3	0.4000000	0.700000	0.900000	1.200000	27	
KH4	36.4000000	42.100000	46.950000	63.000000	27	
P1	0.3705000	0.474000	0.625000	2.055000	27	
P2	317.5000000	560.000000	864.500000	1429.000000	27	
P3	11.0150000	33.780000	143.840000	283.460000	27	

Taula 13. Anàlisi dels quartils, asimetria i curtosi després de la correcció d'atípics

```
Rcmdr> numSummary(IC2[,c("CE1", "CE2", "CE3", "CE4", "CE5", "EE1", "EE2", "EE3", "EE4",
Rcmdr+ "EI1", "EI2", "EI3", "I1", "I2", "I3", "I4", "KH1", "KH2", "KH3", "KH4", "P1",
Rcmdr+ "P2", "P3"), drop=FALSE], statistics=c("mean", "sd", "IQR", "quantiles",
Rcmdr+ "skewness", "kurtosis"), quantiles=c(0,.25,.5,.75,1), type="1")
```

	mean	sd	IQR	skewness	kurtosis	0%
CE1	76.0255004	4.5241874	6.4702000	-0.357649490	-0.076653883	65.49750000
CE2	4.0577778	0.5025499	0.5650000	0.173373215	-0.260018181	3.02000000
CE3	1.0319508	0.5908079	0.8580176	-0.237250629	-0.636554702	-0.22054894
CE4	1.1209669	0.4733134	0.7285044	-0.001819924	-1.224002462	0.38260970
CE5	1.0656400	0.5933940	0.9680386	-0.082367953	-1.045928303	-0.08707793
EE1	59.6604089	12.5225532	16.9262900	-0.864444050	0.047515669	27.03000000
EE2	50.0652144	9.6109948	12.0494000	-0.558777041	0.007679645	26.09500000
EE3	46.2957393	15.7968031	27.9899650	-0.131821364	-1.227944751	19.79167000
EE4	4.2581481	0.7380121	1.0900000	-0.093025766	-0.886693337	2.84000000
EI1	1.6239363	0.8938704	1.2214750	0.613152487	-0.922088640	0.50077000
EI2	126.1522700	49.0592826	76.1433750	0.501732262	-0.706842639	51.12944000
EI3	7.9870889	3.5632168	4.7900050	0.265401971	-0.633110862	1.89769000
I1	19.7037037	18.9147908	20.7500000	0.964924135	-0.402345401	0.40000000
I2	4.4074074	0.5863354	0.9000000	-0.049901764	-0.893565198	3.40000000
I3	5.7300625	4.0520918	4.2543836	0.897805927	-0.285113983	0.50825296
I4	13.7333333	6.7845050	8.5950000	0.921609425	-0.220210068	5.77000000
KH1	4.8777778	0.8854957	1.0500000	0.244732961	-0.236612220	3.10000000
KH2	42.4777778	8.8309044	11.3000000	0.022104637	-0.540442753	25.50000000
KH3	0.6777778	0.3067614	0.5000000	0.091522378	-1.005794831	0.20000000
KH4	41.7916667	8.1433521	10.5500000	0.255917816	0.355373385	24.20000000
P1	0.5297037	0.2452549	0.2545000	0.744340751	-0.117241497	0.11000000
P2	611.9629630	364.2016011	547.0000000	0.651450140	-0.659012410	152.00000000
P3	82.8866667	93.5128971	132.8250000	0.940667792	-0.693069849	4.13000000

	25%	50%	75%	100%	n
CE1	72.9987650	76.414200	79.468965	85.170280	27
CE2	3.7650000	3.990000	4.330000	5.050000	27
CE3	0.5624909	1.039465	1.420509	1.948935	27
CE4	0.7760871	1.187873	1.504592	1.854752	27
CE5	0.5603701	1.059881	1.528409	2.078883	27
EE1	52.4197450	62.055920	69.346035	75.600340	27
EE2	44.1699300	51.632740	56.219330	66.179450	27
EE3	32.4688800	48.256480	60.458845	72.813400	27
EE4	3.8050000	4.180000	4.895000	5.500000	27
EI1	0.9568650	1.347530	2.178340	3.312780	27
EI2	86.7576750	121.531450	162.901050	233.078610	27
EI3	5.6392750	7.526150	10.429280	15.497460	27
I1	4.2000000	16.100000	24.950000	56.075000	27
I2	4.0500000	4.400000	4.950000	5.500000	27
I3	2.9994606	4.391012	7.253844	13.640000	27
I4	8.7550000	11.500000	17.350000	29.780000	27
KH1	4.3000000	4.800000	5.350000	6.900000	27
KH2	36.4500000	42.400000	47.750000	60.300000	27
KH3	0.4000000	0.700000	0.900000	1.200000	27
KH4	36.4000000	42.100000	46.950000	62.775000	27
P1	0.3705000	0.474000	0.625000	1.006000	27
P2	317.5000000	560.000000	864.500000	1429.000000	27
P3	11.0150000	33.780000	143.840000	283.460000	27

## 8.4. Annex: Taules comparatives

*Taula 14. Anàlisi comparativa per dimensions d'Espanya i mitjana de la UE-27*

	<b>Context econòmic</b>	<b>Entorn institucional</b>	<b>Entorn empresarial</b>	<b>Capital humà</b>	<b>Producció</b>	<b>Impacte</b>
<b>UE-27</b>	5,28	4,20	5,76	4,72	3,70	3,89
<b>Espanya</b>	4,65	3,20	5,16	3,99	4,91	3,81
<b>Diferència</b>	-0,63	-1,00	-0,60	-0,74	1,21	-0,08

*Taula 15. Anàlisi comparativa per dimensions d'Espanya i d'Itàlia*

	<b>Context econòmic</b>	<b>Entorn institucional</b>	<b>Entorn empresarial</b>	<b>Capital humà</b>	<b>Producció</b>	<b>Impacte</b>
<b>Itàlia</b>	3,45	4,12	7,14	2,50	6,67	3,54
<b>Espanya</b>	4,65	3,20	5,16	3,99	4,91	3,81
<b>Diferència</b>	1,20	-0,92	-1,99	1,48	-1,75	0,27

*Taula 16. Anàlisi comparativa per dimensions d'Espanya i TOP3.*

	<b>Context econòmic</b>	<b>Entorn institucional</b>	<b>Entorn empresarial</b>	<b>Capital humà</b>	<b>Producció</b>	<b>Impacte</b>
<b>Espanya</b>	4,65	3,20	5,16	3,99	4,91	3,81
<b>TOP 3</b>	8,56	8,35	8,58	7,23	6,77	5,64
<b>Diferència</b>	-3,91	-5,15	-3,42	-3,25	-1,86	-1,83

Taula 17. Estudi individual de variables agrupades per dimensió.

Dimensió	Variables	Espanya	UE	Top 3	Bottom 3	Posició (1-27)	Dif. UE	Dif. Top3	Dif. Bot3
Context Econòmic	<i>Facilitat per fer negocis</i>	77,7	76,0	82,7	67,5	10	1,7	-5,0	10,2
	<i>Actituds enfront del risc empresarial</i>	3,8	4,1	5,0	3,3	21	-0,3	-1,2	0,5
	<i>Eficàcia del govern</i>	0,9	1,0	1,9	0,0	17(2)	-0,1	-1,0	0,9
	<i>Qualitat normativa</i>	0,8	1,1	1,8	0,4	19(2)	-0,4	-1,1	0,3
	<i>Aplicació de l'estat de dret</i>	0,9	1,1	1,9	0,1	18(1)	-0,2	-1,0	0,8
Entorn Institucional	<i>Despesa en R+D</i>	1,2	1,6	3,2	0,5	15(4)	-0,4	-2,0	0,7
	<i>Despesa en R+D per investigador</i>	121,5	126,2	216,7	65,1	14	-4,6	-95,2	56,4
	<i>Investigadors en proporció de la força de treball</i>	6,1	8,0	14,5	2,6	18(1)	-1,9	-8,4	3,5
Entorn empresarial	<i>Despesa en R+D realitzada al sector privat</i>	56,5	59,6	74,9	34,5	18	-3,1	-18,4	22,0
	<i>Despesa en R+D finançada pel sector privat</i>	47,8	50,0	64,3	30,8	18	-2,2	-16,5	17,0
	<i>Percentatge d'investigadors al sector privat</i>	38,8	46,3	68,8	22,1	18	-7,5	-30,1	16,6
	<i>Estat de desenvolupament del clúster</i>	4,3	4,3	5,4	3,0	12(1)	0,1	-1,1	1,3
Capital humà	<i>Despesa governamental en educació</i>	4,0	4,9	6,4	3,5	22(1)	-0,9	-2,4	0,5
	<i>Percentatge de població amb educació terciària</i>	46,5	42,5	57,3	27,9	10	4,0	-10,8	18,6
	<i>Nous doctorats STEM per cada mil habitants</i>	0,7	0,7	1,2	0,2	13(2)	0,0	-0,5	0,5
	<i>Percentatge d'ocupació d'habilitats altes</i>	34,0	41,8	55,7	28,7	24	-7,8	-21,7	5,3
Producció	<i>Percentatge d'exportacions de béns culturals</i>	0,7	0,6	1,8	0,2	5	0,1	-1,0	0,5
	<i>Índex H de citacions de textos científics</i>	1010,0	612,0	1283,3	187,7	5	398,0	-273,3	822,3
	<i>Sol·licituds de patents a l'OEP per milió d'habitants</i>	35,6	82,9	255,3	4,7	13	-47,3	-219,7	30,9
Impacte	<i>Protagonisme de les institucions de recerca</i>	100,0	25,7	100,0	1,0	1(2)	74,3	0,0	99,0
	<i>Creixement de les empreses innovadores</i>	4,0	4,4	5,3	3,5	21	-0,4	-1,3	0,5
	<i>Densitat de nous negocis per cada mil habitants</i>	3,0	6,5	19,5	1,1	19(3)	-3,5	-16,5	1,9
	<i>Percentatge d'exportacions de productes d'alta tecnologia</i>	6,9	13,7	27,6	6,4	24(1)	-6,9	-20,7	0,5