

Dossier: «Jornada laboral, productivitat i intel·ligència artificial» coordinat per Pau Cortadas

Estimació de la productivitat a partir d'una aproximació a la quantificació del flux de coneixement en la indústria espanyola

Ángel Díaz-Chao

Universitat Rey Juan Carlos

RESUM Aquest estudi proposa una metodologia per a la quantificació del flux de coneixement en empreses manufactureres espanyoles, utilitzant dades de l'*Enquesta sobre estratègies empresarials (ESEE)*. Es desenvolupa un índex compost basat en un model d'equacions estructurals (SEM) amb variables latents, eliminant l'arbitrarietat en la ponderació de les dimensions. L'anàlisi inclou set dimensions clau relacionades amb innovació, R+D, organització del treball i internet. Els resultats mostren que les dimensions associades a la R+D tenen un major impacte en el flux de coneixement i, en última instància, en la productivitat empresarial. La combinació de la inversió en recerca i desenvolupament (R+D) i l'adopció de nous mètodes organitzatius en l'entorn laboral presenta una relació positiva i estadísticament significativa amb l'augment de la productivitat. Aquestes troballes recolzen la necessitat que les empreses adoptin estratègies que integrin tant el desenvolupament tecnològic com la innovació organitzativa. En aquest context, l'índex de flux de coneixement reforça la rellevància de totes dues dimensions. Aquest enfocament ofereix una eina estadísticament vàlida per a avaluar la competitivitat empresarial i subratlla la importància d'integrar tecnologia i innovació organitzativa en les estratègies corporatives.

PALAUDES CLAU flux de coneixement; innovació; recerca i desenvolupament (R+D); productivitat empresarial; enquesta sobre estratègies empresarials (ESEE); equacions estructurals (SEM); organització del treball

Estimating productivity from an approximation to quantifying the knowledge flow in the Spanish industry

ABSTRACT *This study introduces a methodology to quantify knowledge flow in Spanish manufacturing firms, utilizing data from the Enterprise Strategy Survey (ESEE). A composite index is created through a structural equation model (SEM) featuring latent variables, which removes any subjectivity in weighting the dimensions. The analysis encompasses seven critical dimensions concerning innovation, R&D, work organization, and the Internet. Results indicate that dimensions linked to R&D significantly influence knowledge flow and, consequently, business productivity. The combination of R&D investment and the implementation of new organizational approaches in the workplace shows a positive and statistically significant correlation with enhanced productivity. These findings emphasize companies' need to embrace strategies that merge technological advancement with organizational innovation. In this regard, the knowledge flow index highlights the importance of incorporating both elements. This method provides a statistically sound tool for evaluating business competitiveness, emphasizing the necessity of integrating technology and organizational innovation within corporations' strategies.*

KEYWORDS *knowledge flow; innovation; research and development (R&D); business productivity; enterprise strategy survey (ESEE); structural equations (SEM); work organization*

Introducció

Els fluxos de coneixement han estat analitzats diverses vegades en la literatura científica, tant en el pla internacional com en el pla nacional per al cas espanyol. Aquesta línia de recerca s'ha incrementat en les últimes dècades des de la irrupció de les TIC fins al desenvolupament de la intel·ligència artificial, molt vinculada en els seus desenvolupaments amb l'estudi de la productivitat en les organitzacions. Tanmateix, poques vegades s'ha implementat un estudi de la seva quantificació amb índexs. En aquest article, s'aborda una proposta metodològica per a la quantificació del flux de coneixement en les empreses manufactureres espanyoles a partir de la informació continguda en l'*Enquesta sobre estratègies empresarials (ESEE)*. L'índex proposat permet demostrar la relació entre els avanços tecnològics i els canvis en la manera de treballar i els augments de productivitat.

En aquest sentit, en aquest article s'aborda, en primer lloc, la problemàtica de la construcció d'índexs que, habitualment, té el seu punt feble en l'arbitrarietat de la fixació dels pesos que componen els índexs. D'aquesta manera, i seguint Díaz-Chao i Montes (2014), en què s'aborda la construcció d'índex verd, desenvoluparem un model basat en equacions estructurals amb variables latents (SEM) per estimar un índex de flux de coneixement. La bondat principal d'aquesta metodologia rau en el fet que els pesos de les variables considerades en l'índex són estimats pel mateix model econòmic, que elimina la possible arbitrarietat en la seva fixació.

A tall d'exemple, s'estimen els efectes de la variable creada com a índex sobre la productivitat horària per treballador mesurada en logaritmes per a l'any 2018.

1. Metodologia

1.1. El problema de la construcció d'índexs

La problemàtica de la construcció d'índexs és quelcom que persisteix des de fa moltes dècades en l'àmbit de la recerca científica. Si bé és cert que hi ha consens pel que fa a la importància i necessitat de l'ús d'índexs per a la quantificació en una sola variable o matriu de dades de fenòmens socials o econòmics (OCDE, 2008; Eurostat, 1996), no hi ha aquesta unanimitat pel que fa al fet que la manera de construcció es refereixi des d'un punt de vista tècnic (Melser i Hill, 2007).

En el nostre cas, atès que la nostra variable objecte de mesura té nombrosos factors, l'índex que la mesuri ha de ser necessàriament complex, entenent complex, des d'un punt de vista estadístic, com l'expressió matemàtica composta per més d'un factor o variable.

A partir d'aquí, sorgeixen dos problemes clàssics en la construcció de l'índex:

- Primer, les variables a utilitzar, denominades *dimensions*.
- Segon, el pes que s'assigna a cadascuna d'elles i que origina la contribució de cada variable al càlcul d'índex i, per tant, a la seva variació, si fos el cas.

Com és natural, des de l'òptica matemàtica del mateix índex, la ponderació de les variables o factors triats es veu afectada significativament per la mateixa elecció dels factors. L'elecció del pes dels factors que componen l'índex, moltes vegades, no responen a raons científiques, sinó que són assignats de manera arbitrària i, més aviat, com un axioma que, pel seu propi concepte, és irrefutable i que acostuma a estar més vinculat a intuïcions que a raons científiques o matemàtiques. En definitiva, no responen a una raó matemàtica sustentada en una teoria contrastada científicament o per tècniques estadístiques o econòmiques. Naturalment, el desenvolupament metodològic no acostuma a ser explícit en els diferents informes que l'expliquen. Tot això condueix a afirmar que molts d'aquests índexs presenten problemes de tipus analític, metodològic i quantitatiu.

En resum, la construcció d'un índex presenta dos problemes: l'elecció de variables i la metodologia emprada per a la seva pròpia construcció.

Pel que fa al primer problema, i com s'exposa més endavant, en el nostre cas utilitzarem l'*Enquesta sobre estratègies empresarials (ESEE)* i serà la mateixa disponibilitat de dades la que condicioni la mateixa elecció de variables per al cas analitzat.

En el cas del segon problema, la metodologia, en aquest article es proposa la consideració del mateix índex com una variable latent, això és, no observable, la composició de la qual ha de venir determinada amb els mateixos factors o dimensions seleccionats. Per a això, es desenvoluparà un model general d'equacions estructurals (SEM) amb variables latents, en què considerarem el mateix índex com a variable latent, tal com s'exposa a continuació. Aquesta metodolo-

gia soluciona el problema de l'arbitrarietat dels pesos, i és el mateix model economètric el que estima els valors de les ponderacions a aplicar.

1.2. Metodologia: el model general de sistemes d'equacions estructurals

Tal com s'analitza en Díaz-Chao i Montes (2014), el model general dels sistemes d'equacions estructurals és un model matemàtic formal, un grup d'equacions lineals que, com a cas particular, es compon de diferents tipus de models com a models de regressió, sistemes d'equacions simultànies, anàlisi factorial i anàlisi de trajectòries. Les variables en el sistema d'equacions poden ser tant variables directament observades i mesurables com variables latents (teòriques), que representen conceptes que no són directament observables, aquells que només poden ser tractats i mesurats a través de variables observades i mesurables. Les variables latents han de ser contínues; no obstant això, les variables dependents, observades, poden ser contínues, censurades, binàries, ordenades, categòriques (ordinals), o combinacions de tots aquests tipus.

El model general es compon de dos submodels: el model estructural, que relaciona les variables latents entre si, i el model de mesura, que relaciona cada variable latent amb les variables corresponents que la mesuren (denominades *indicadors*). Normalment, s'assumeix que hi ha una estructura causal entre les variables latents.

Els models d'equacions estructurals tenen certes característiques distintives i desitjades, com:

- a) permeten la inclusió explícita de l'error de mesura en el procés de valoració en totes les variables que es considerin adequades;
- b) la valoració simultània dels paràmetres d'una sèrie de relacions de dependència, on una variable pot actuar com a dependent en unes equacions i independent en d'altres;
- c) poden agrupar causals recíproques i models recursius i no-recursius; i
- d) encara que és una tècnica confirmatòria, nous desenvolupaments permeten també el seu ús com a exploratòria.

Un cop descrita la metodologia, en el punt 2, s'exposa l'ESEE com a base de dades a utilitzar, i també les variables i dimensions que configuraran l'estimació de l'índex com a previ a les estimacions.

2. Les dades: l'Enquesta sobre estratègies empresarials

L'Enquesta sobre estratègies empresarials (ESEE), elaborada per la Fundació SEPI, ofereix dades de la indústria manufacturera espanyola sobre un ampli ventall d'aspectes relacionats amb l'estratègia empresarial d'aquest sector. Principalment, cal destacar, a més de les dades relatives als comptes i beneficis empresarials, les dades que recapta sobre innovació, producció, ocupació i, en les últimes onades, intel·ligència artificial i sostenibilitat. Alhora, un dels grans valors afegits de l'ESEE és la disponibilitat de dades de panell, concretament des de l'any 1990 fins a l'any 2022, últim exercici disponible fins avui. Aquesta característica facilita la recerca amb microdades d'empreses des d'una òptica dinàmica, la qual cosa permet anàlisis més consistents en termes de les relacions causals que la teoria pugui apuntar en termes intertemporals.

L'ESEE té dos tipus de variables disponibles: variables de caràcter anual, que són recollides en cada onada; i variables que són més estables en el temps, per la seva pròpia naturalesa, i que són recaptades cada quatre anys. Quant a això, l'ESEE recull amb un qüestionari complet dades cada quatre anys, mentre que els tres anys restants, recull dades en qüestionaris reduïts. Per a l'objecte d'anàlisi en aquest article, utilitzarem l'any 2018 per ser un any complet en l'emplenament del qüestionari, de manera que el possible ús de variables quadriennals faci més robustes les estimacions dutes a terme.

Per a la construcció de l'índex, s'han seleccionat quinze variables agrupades en set dimensions com es pot veure en la taula següent.

Taula 1. Variables i dimensions

| Dimensió | Variable |
|---|---|
| Dimensió 1. Innovació (INNOV) | • Innovacions de producte, procés, comercialització i organització del treball |
| Dimensió 2. Noves maneres d'organització del treball (NFOT) | • Innovacions d'organització del treball, innovacions en la gestió de les relacions externes, innovacions de procés per noves tècniques |

| Dimensió | Variable |
|---|---|
| Dimensió 3. Ús d'internet (USOINT) | <ul style="list-style-type: none"> • Vendes a consumidors finals per internet • Vendes a empreses per internet • Incidència d'internet sobre les vendes |
| Dimensió 4. Tecnologies d'internet (TECINT) | <ul style="list-style-type: none"> • Domini propi en internet • Compres a proveïdors per internet • Pàgina web en servidors de l'empresa |
| Dimensió 5. Tecnologies d'R+D (TECID) | <ul style="list-style-type: none"> • Direcció o comitè de tecnologia • Utilització d'assessors per a informar-se sobre internet • Avaluació de perspectives sobre canvis tecnològics |
| Dimensió 6. Recursos d'R+D (RECID) | <ul style="list-style-type: none"> • Reclutament de personal amb experiència en R+D • Acords de cooperació tecnològica • Aplicació d'incentius fiscals a l'R+D |
| Dimensió 7. Activitats d'R+D (AID) | <ul style="list-style-type: none"> • Realització o contractació d'activitats en R+D |

Font: elaboració pròpia

La construcció de cadascuna de les dimensions es fa com a suma lineal de cadascuna de les variables previstes en cada dimensió, de manera que la variable resultant és una variable discreta que pren valors des de 0, indicant aquest valor que no té activitat en l'indicador corresponent. Lògicament, com més alt sigui valor de la dimensió, més gran serà la intensitat en la dimensió analitzada.

Taula 2. Indicadors i dimensions

| Variable | Descripció de la variable |
|----------|--|
| IP | Innovacions de producte |
| IPR | Innovacions de procés |
| IMO | Innovacions en mètodes organitzatius |
| ICO | Innovacions de comercialització |
| IMOPE | Innovacions en l'organització del treball |
| IMOGE | Innovacions en la gestió de relacions externes |
| IPRTM | Innovacions de procés per noves tècniques |
| WEBB2C | Vendes a consumidors finals per internet |
| WEBB2B | Vendes a empreses per internet |
| WEBVEN | Incidència d'internet sobre les vendes |
| WEBPRO | Domini propi en internet |
| WEBCOM | Compres a proveïdors per internet |
| WEBEMP | Pàgina web en servidors de l'empresa |
| DCT | Direcció o comitè de tecnologia |
| UAIT | Utilització d'assessors per a informar-se sobre internet |

| Variable | Descripció de la variable |
|----------|--|
| EPCT | Avaluació de perspectives sobre canvis tecnològics |
| REEID | Reclutament de personal amb experiència en R+D |
| ACT | Acords de cooperació tecnològica |
| APLIFN | Aplicació d'incentius fiscals a l'R+D |
| AID | Activitats d'R+D |

Font: elaboració pròpia

Les set dimensions analitzades ens permetran estimar un índex que denominarem *flux de coneixement* (variable IFC) en les empreses manufactureres espanyoles per a l'any 2018.

3. Estimació i resultats

La taula adjunta mostra les estimacions dels efectes, i per tant pesos, de les set dimensions analitzades sobre l'índex de flux de coneixement. Com que els estadístics de bondat d'ajust del model són superiors a 0,95 en tots els casos (NF, RFI, IPI, TLI i CFI) i el valor del RMSEA és inferior a 0,05, podem afirmar que el model és estadísticament vàlid.

Pel que fa als efectes de cadascuna de les dimensions, podem fer diverses consideracions.

Primer, tots els coeficients són positius i significatius (p-valor), com esperàvem. En aquest sentit, un indicador contrari a la literatura científica hauria invalidat el model.

Segon, atesos els coeficients estandarditzats, les tecnologies d'R+D (TECID) comporten la ponderació en l'índex més gran, pronosticant un avantatge competitiu en termes de flux de coneixement en aquelles empreses que més implementin aquest tipus de tecnologies. Així, les empreses que disposen d'una adreça o comitè de tecnologia utilitzen assessors per informar-se sobre internet i fan avaluacions de perspectives de canvis tecnològics, tenen valors en l'índex de flux de coneixement més alts.

Tercer, un segon grup de dimensions amb efectes significatius i elevats són les activitats d'R+D (AID) i els recursos d'R+D (RECID), amb efectes estandarditzats de 0,697 i 0,635, respectivament. Efectivament, les empreses amb més activitats i recursos d'R+D generen avantatges competitiu en termes de l'índex.

Quart, les innovacions (INNOV) i les noves formes d'organització del treball (NFOT) tenen efectes positius i significatius amb valors estandarditzats superiors a 0,5 (concretament, 0,591 i 0,51, respectivament). És a dir, el reflex de l'R+D en termes d'innovació i l'organització del treball són aspectes rellevants que completen l'explicació de l'índex.

Cinquè, l'ús d'internet (USOINT) i les tecnologies d'internet (TECINT) tenen efectes significatius i positius, si bé significativament més baixos que la resta de les dimensions, amb efectes estandarditzats de 0,117 i 0,226, respectivament.

Taula 3. Estimació del flux de coneixement

| Dimensió | Coeficient | Coeficient estandarditzat | Error estàndard | Ràtio crític | p-valor |
|----------|------------|---------------------------|-----------------|--------------|---------|
| INNOV | 1 | 0,591 | | | |
| NFOT | 0,639 | 0,512 | 0,026 | 24,498 | 0,000 |
| USOINT | 0,143 | 0,117 | 0,04 | 3,549 | 0,000 |
| TECINT | 0,343 | 0,226 | 0,051 | 6,758 | 0,000 |
| AID | 0,877 | 0,697 | 0,05 | 17,437 | 0,000 |

| Dimensió | Coefficient | Coefficient estandarditzat | Error estàndard | Ràtio crític | p-valor |
|----------|-------------|----------------------------|-----------------|--------------|---------|
| TECID | 1,256 | 0,873 | 0,072 | 17,444 | 0,000 |
| RECID | 0,575 | 0,635 | 0,035 | 16,302 | 0,000 |

Bondat d'ajust del model. RMSEA 0,025; NFI: 0,98; RFI: 0,95; IFI: 0,984; TLI:0,959; CFI 0,984

Font: elaboració pròpia

4. Regressió lineal

Amb el propòsit de contrastar la utilitat de l'índex creat, utilitzarem el logaritme de la productivitat horària per treballador (variable LPHN) com a variable dependent. D'aquesta manera, el flux de coneixement, creat a partir de les estimacions per SEM explicades anteriorment, hauria de tenir un efecte positiu i significatiu en l'explicació de la productivitat. Així mateix, completarem el model amb dues variables addicionals únicament a l'efecte de comprovar un model més complet d'explicació de la productivitat. En aquest sentit, l'objecte d'aquesta no és una determinació completa dels causants de la variable dependent, sinó la mera estimació de l'efecte en la productivitat en un model una mica més complet. Com a variables addicionals s'han considerat el logaritme de les exportacions (LVX) i el logaritme de la despesa total en formació per treballador (LGFN).

La taula adjunta recull les estimacions per MCO amb el model complet comentat.

Taula 4. Regressió lineal (MCO) per a l'explicació de la variable LPHN

| | Coefficients no estandarditzats | Error estàndard | Coefficients estandarditzats | t | Sig. |
|------|---------------------------------|-----------------|------------------------------|--------|-------|
| C+ | 2,93 | 0,042 | | 68,999 | 0 |
| LVX | 0,022 | 0,004 | 0,211 | 5,83 | 0 |
| IFC | 0,038 | 0,012 | 0,119 | 3,21 | 0,001 |
| LGFN | 0,035 | 0,01 | 0,126 | 3,431 | 0,001 |

R2: 13,1; R: 36,2. F: 43,511 (p-valor del model 0,000)

Font: elaboració pròpia

Tal com es pot observar, els efectes de les tres variables independents previstes en l'anàlisi de regressió lineal són positius i significatius al 99 % de confiança, tal com calia esperar. Addicionalment, l'índex creat (variable IFC) genera un increment de la productivitat (mesura en logaritmes) del 0,119 % per cada punt percentual d'augment en el mateix índex.

Sobre la resta de les variables, cal indicar que l'obertura exterior de les empreses és la que més explica la variabilitat de la productivitat horària per treballador (coeficient estandarditzat de 0,211), mentre que la despesa en formació té un efecte estadísticament similar al de l'índex de flux de coneixement (0,126 i 0,119, respectivament).

Des de la perspectiva de la bondat d'ajust del model, cal dir que el model és significatiu al 99 % de confiança. L'estadístic F és de 43,511 amb un coeficient de determinació de 13,1.

Conclusions

En aquest article, s'ha presentat una proposta metodològica per a la creació d'un índex de flux de coneixement empresarial en l'àmbit de l'empresa industrial manufacturera. La base de dades utilitzada (l'ESEE) proporciona informació molt completa sobre les empreses dels sectors manufacturers a Espanya, els quals tenen, a més, la virtut de ser una enquesta

de panell. Si bé l'anàlisi aquí feta representa una anàlisi economètrica *cross section*, l'ESEE possibilita recerques futures més profundes en l'àmbit analitzat amb anàlisi dinàmica i efectes intertemporals.

L'índex flux de coneixement calculat s'ha demostrat estadísticament vàlid i ofereix efectes significatius i positius de les set dimensions considerades. En aquest sentit, els efectes quantitativament més importants són els referits a les dimensions relacionades amb recerca i desenvolupament, concretament: tecnologies d'R+D, recursos d'R+D i activitats d'R+D.

Un segon grup d'efectes significatius i elevats el constitueixen la innovació i els nous mètodes d'organització del treball.

La combinació de la inversió en recerca i desenvolupament (R+D) i l'adopció de nous mètodes organitzatius en l'entorn laboral presenta una relació positiva i estadísticament significativa amb l'augment de la productivitat empresarial. Aquestes troballes donen suport a la necessitat que les empreses adoptin estratègies que integrin tant el desenvolupament tecnològic com la innovació organitzativa. En aquest context, l'índex de flux de coneixement reforça la rellevància de totes dues dimensions.

La convergència d'aquests factors és essencial per facilitar la transició de les empreses cap a un nou paradigma industrial caracteritzat per la influència predominant de la intel·ligència artificial (IA), especialment en la seva variant generativa. Aquest enfocament permet no només respondre a les exigències de l'entorn econòmic actual, sinó també potenciar la competitivitat mitjançant l'aprofitament de tecnologies emergents i l'optimització dels mètodes laborals.

Finalment, les dimensions relatives a internet (usos d'internet i tecnologies d'internet) tenen efectes significatius però moderats, de manera que suggereixen que el seu desenvolupament implica poc avantatge competitiu, però alhora és necessari, conseqüència lògica de l'evolució tecnològica de les últimes dècades en la indústria.

La validesa de l'índex estimat s'ha contrastat finalment amb l'estimació de l'efecte en la productivitat horària per treballador, que, juntament amb l'obertura en termes d'exportacions i la despesa en formació per treballador, constitueixen un model vàlid, des d'un punt de vista estadístic, en l'explicació d'aquesta variable.

De cara a futures recerques, la construcció de l'índex suggereix la possibilitat de la seva ampliació a una estimació de la productivitat en un model més complet i en termes intertemporals, la qual cosa és possible amb la base de dades utilitzada.

Referències bibliogràfiques

- DÍAZ-CHAO, Àngel; MONTES, José Luis (2014). «A Measurement for the Evolution of Renewable Energies: The Case of the European Union». *Energy and Environment*, vol. 25, núm. 2, pàg. 305-323. DOI: <https://doi.org/10.1260/0958-305X.25.2.305>
- JÖRESKOG, Karl G.; SÖRBORN, Dag (1984). *LISREL-VI user's guide*. Mooresville, IN: Scientific Software.
- MELSER, Daniel; Hill, Robert (eds.) (2007). «Methods for Constructing Spatial Cost of Living Indexes». *Official Statistics Research Series*, vol. 1.
- OCDE (2008). *Handbook of Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide*. OCDE.
- EUROSTAT (1996). *Sources and methods construction price indices*. Eurostat.

Citació recomanada: DÍAZ-CHAO, Àngel. «Estimació de la productivitat a partir d'una aproximació a la quantificació del flux de coneixement en la indústria espanyola». *Oikonomics* [en línia]. Novembre 2024, núm. 23. ISSN 2330-9546. DOI: <https://doi.org/10.7238/o.n23.2419>



Àngel Díaz-Chao

angel.diaz@urjc.es

Universitat Rey Juan Carlos

Doctor en Economia per la Universitat Complutense de Madrid, màster en Economia Aplicada per la Universitat Autònoma de Barcelona, llicenciat en Economia per la Universitat Carles III i llicenciat en Administració i Direcció d'Empreses per la universitat Carles III. És professor titular de la Universitat Rei Juan Carlos i ha estat professor de la Universitat Autònoma de Barcelona i col·laborador i investigador en la UOC. Ha estat cap de recerca de la Fundació SEPI i director general d'aquesta entitat. Entre les seves línies de recerca destaca el desenvolupament de models econòmics i la seva aplicació a l'estudi de la productivitat i la digitació, entre altres, havent publicat nombrosos articles científics en revistes nacionals i internacionals. Actualment és també membre del grup de recerca i2TIC.

Els textos publicats en aquesta revista estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement 4.0 Internacional de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los, comunicar-los públicament i fer-ne obres derivades sempre que reconegueu els crèdits de les obres (autoria, nom de la revista, institució editora) de la manera especificada pels autors o per la revista. La llicència completa es pot consultar a <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.ca>.



ODS

