

Destrucció o acumulació creativa: el paper unificador de la persistència de la innovació

Josep Tomàs Porres

WP 2023-1

Destrucció o acumulació creativa: el paper unificador de la persistència de la innovació

Josep Tomàs-Porres¹ (josep.tomas@urv.cat)

Resum

L'evidència recent mostra l'existència de complementarietats entre les innovacions radicals i incrementals. Aquest document mostra com l'acumulació creativa, en forma de persistència en les activitats d'innovació, afecta el desenvolupament de futures innovacions. Utilitzant models lineals generalitzats multinivell d'efectes mixtos, vam mostrar que el desenvolupament persistent d'una gamma d'activitats d'innovació fomenta tant la innovació incremental com la radical, indicant que l'acumulació creativa podria ser un motor de futurs processos de destrucció creativa. No obstant això, en introduir interaccions que combinin persistència, edat i variables sectorials observem divergències estructurals entre aquests dos processos d'innovació. Per exemple, s'observa que les empreses joves desenvolupen més innovacions radicals, i les empreses més establertes en el mercat més incrementals. També s'observen divergències en els patrons d'innovació entre sectors. Aquests resultats són doblement rellevants, ja que contribueixen al debat entre la destrucció creativa i els processos d'acumulació, al mateix temps que proporcionen proves clau per als responsables polítics sobre la rellevància de la persistència de la innovació.

JEL CODIS: D22, L20, O32

PARAULES CLAU: innovació, radical, incremental, persistència.

(1) Universitat Rovira i Virgili, Departament d'Economia, GRIT i ECO-SOS, Av.
Universitat 1, 43204 Reus, Espanya.

Reconeixements: Aquesta treball ha estat recolzat per la Universitat Rovira i Virgili [2019PFR-URV-B2-80] i el programa Martí i Franquès [2021-PMF-PIPF-33]. Donem les gràcies als participants dels WIPE 2023 (Reus, Espanya).

1. Introducció

El col·lapse mediambiental, les pandèmies, les crisis econòmiques i la guerra seran els reptes predominants de la dècada de 2020 i, probablement, de les dècades següents. Això dona l'oportunitat de desenvolupar més el nostre potencial innovador (Aghion, 2018), portant a la realitat noves idees amb l'objectiu de transformar la producció, la distribució i una multitud d'altres perspectives. No obstant això, en contextos afectats per canvis i avenços tecnològics ràpids condueixen a discontinuïtats tecnològiques, resultant en una intensificació de la competència o fins i el tot trencament dels patrons competitius (Abernathy i Clark, 1985; Anderson i Tushman, 1990; Utterback i Suarez, 1993). En aquests entorns, es poden desenvolupar processos de destrucció creativa, portant conceptes com innovacions radicals o disruptives a l'avantguarda (Schumpeter, 1934; Christensen, 1997).

Això condueix a una dicotomia en els enfocaments a la innovació, on la radicalitat i l'incrementalitat es tracten com a contraris (Schumpeter, 1934). Aquesta distinció és rellevant des d'un punt de vista estratègic, ja que la intensitat tecnològica, els riscos i els resultats varien significativament entre innovacions incrementals i radicals. Per exemple, Woschke et al. (2017) expliquen com l'escassetat de recursos proporciona incentius per desenvolupar innovacions incrementals, però redueix la probabilitat de desenvolupar innovacions radicals. També, Bouncken et al. (2018) demostren que les empreses són més propenses a cooperar per desenvolupar innovacions incrementals que a desenvolupar innovacions radicals. Des d'una altra perspectiva, considerem les proves recents que defensen l'existència de complementarietats entre els dos (Beck et al. 2016; Coccia, 2017; González-Sánchez et al., 2020). Tal i com afirma Acemoglu et al. (2022), les innovacions radicals fomenten el creixement econòmic, no només per la seva contribució a la productivitat, sinó també per les innovacions addicionals que es basen en elles.

En un context d'inestabilitat econòmica, el correcte desacoblament dels diferents patrons d'innovació contribuirà a la creació de millors expectatives d'ocupació i creixement (Aghion, 2021). Aquest coneixement proporcionarà a les empreses i als responsables polítics les eines necessàries per superar la relativa obsolescència tecnològica en la qual es troben actualment algunes economies occidentals, especialment els països poc o moderadament innovadors. Aquí, abordem el problema considerant l'acumulació de coneixement, representada com a persistència de la innovació, com un motor clau per a tots els tipus d'innovació, proporcionant una anàlisi més en profunditat de la tesi presentada per Bergek et al. (2013). Aquests autors amplien la noció d'acumulació creativa i l'identifiquen com un desencadenant per integrar noves competències a l'empresa. Per a una empresa innovadora, el coneixement crea una trajectòria de dependència en aquest tipus d'activitats, que fomenta la creació de coneixement addicional i augmenta els beneficis esperats a causa de la introducció de noves innovacions (Colombelli i von Tunzelmann,

2011; Antonelli et al., 2012). A més, com que aquests patrons d'acumulació són heterogenis, analitzem si els beneficis de la persistència de la innovació difereixen en edat ferma i sector d'activitat.

Utilitzant dades de l'empresa espanyola del Panel de Innovación Tecnológico (PITEC), obtenim informació detallada sobre el comportament innovador i els resultats de 3.383 empreses durant el període 2005-2016, obtenint un panell no balancejat amb 37.008 observacions. A causa de l'estructura de les nostres variables endògenes, que són la ràtio de facturació degudes a innovacions noves a l'empresa -com a intermediari per a les innovacions incrementals- i innovacions noves al mercat -com a intermediari per a les innovacions radicals- (Arvanitis et al., 2015; Tojeiro-Rivero et al., 2019), fem servir models lineals multinivell mixtos d'efectes mixtos generalitzats, que permeten una major flexibilitat i s'adapta bé a les dades del panell.

Els resultats assolits demostren com la persistència en gairebé totes les activitats d'innovació augmenta considerablement la probabilitat de desenvolupar innovacions tant incrementals com radicals. No obstant això, aquests resultats no són homogenis. Així, les empreses joves tenen el potencial de desenvolupar una innovació radical sense necessitat d'acumular grans quantitats de coneixements, però, d'altra banda, obtenen menys beneficis quan desenvolupen innovacions incrementals. El contrari ocorre amb les empreses establertes les quals es beneficien en gran manera de la persistència de la innovació en desenvolupar innovacions incrementals. Per contra, la persistència en les innovacions de processos sembla especialment rellevant per a les empreses en procés d'establiment en el mercat. Aquest fet, demostra la importància de desenvolupar una transició reeixida quan superi el llindar de 10 anys d'antiguitat.

Quant al sector d'activitat, trobem resultats mixtos. Per exemple, en sectors intensius a escala i els científics, les empreses es beneficien de la persistència de la innovació quan desenvolupen innovacions incrementals, però per a innovacions radicals, els efectes són menys clars. A més, els sectors dominats per proveïdors especialitzats són els menys beneficiats per la persistència de la innovació, mentre que obtenen un major benefici quan desenvolupen innovacions radicals.

La nostra contribució a la literatura és mixta. De fet, trobem un nexa entre les innovacions incrementals i radicals en el coneixement acumulat a partir del desenvolupament d'activitats d'innovació contínues, enriquint-se així en una multitud de dimensions prèviament demostrades (Bergek et al. 2013; Beck et al. 2016; Coccia, 2017; González-Sánchez et al., 2020). No obstant això, encara hi ha disparitats que afronten la destrucció creativa o els processos d'acumulació creativa. D'acord amb la intuïció Schumpeteriana, aquests tenen el seu origen en el potencial innovador de les empreses joves en lloc de les empreses establertes, així com en les característiques estructurals de cada indústria. El missatge per als responsables polítics és clar,

fomentar la persistència de la innovació hauria de ser un objectiu per als governs que pretenguin mantenir les seves indústries en la frontera tecnològica.

L'estructura d'aquest treball és la següent. L'apartat 2 presenta una revisió de la literatura contraposant les nocions d'innovacions radicals i disruptives, així com els conceptes de destrucció creativa i acumulació creativa amb l'objectiu d'establir un marc sòlid per desenvolupar el nostre estudi. La secció 3 descriu la base de dades i les variables introduïdes en l'anàlisi economètrica. La secció 4 explica l'estructura de modelatge. A continuació, l'apartat 5 mostra els resultats obtinguts i, finalment, els debatem i concloem la recerca en l'apartat 6.

2. Revisió de literatura

2.1. Innovació radical o disruptiva

El concepte d'innovació radical s'introdueix indirectament en la tesi de Joseph Schumpeter escrita en alemany en la dècada de 1920, que més tard va ser adaptada i publicada el 1934 sota el nom de *The Theory of Economic Development*. Allà defensa l'existència d'un mecanisme de substitució de productes o processos establerts, que esdevenen obsolets a causa de l'entrada d'emprenedors amb idees revolucionàries al mercat. Això és el que anomenem destrucció creativa (Schumpeter, 1934; Aghion i Howitt, 1990) i, segons la literatura, té dues explicacions principals. D'una banda, les innovacions radicals poden fer que el coneixement existent quedi obsolet. Per tant, les empreses establertes perden la seva base innovadora i han d'adaptar-se a les noves tendències o desaparèixer (Anderson i Tushman, 1990). D'altra banda, les empreses establertes poden no percebre noves millores tecnològiques com a importants i no poden adaptar-les prou eficientment. En conseqüència, no es preparen per a canvis en les dinàmiques de mercat o en les preferències dels consumidors (Christensen, 1997).

Encara que inicialment es va proposar com a complement del concepte de destrucció creativa, aquesta segona explicació es basa en una interpretació significativament diferent del procés d'innovació (Christensen, 1997). La teoria disruptiva de la innovació explica per què les empreses establertes tendeixen a fracassar després de la nova competència en mercats concrets, per exemple, el sector del disc dur. Tot i que de vegades s'utilitza la disruptivitat com a sinònim d'innovacions radicals, els dos termes no són intercanviables.

D'acord amb la definició més comuna, les innovacions disruptives podrien no ser necessàriament radicals (Schmidt i Druehl, 2008), però han de ser percebudes pels consumidors com a diferents del que anteriorment estava disponible i han de proporcionar una nova utilitat als consumidors (Brockman i Morgan, 2006; Hajhashem i Khorasani, 2015; Si i Chen, 2020). D'altra banda, Reinhardt i Gurtner (2015) afirmen que les innovacions disruptives podrien: i) inicialment no

complir-se a causa de la manca de valor històric; ii) Afegir noves dimensions que els productes o processos anteriors no tinguin; iii) Abordar nous segments de mercat o nínxols.

Interpretar empíricament la noció de disrupció és complex. El treball fonamental de Christensen (1997) pretén explicar l'evolució de la dinàmica de mercat a través del desenvolupament de nous enfocaments innovadors. No obstant això, en temps més recents, Christensen et al. (2018) expliquen com el terme s'ha convertit en una víctima del seu propi èxit, sent àmpliament malinterpretat i mal utilitzat. En conseqüència, a causa de les implicacions teòriques i les restriccions empíriques, aquí ens centrem en l'anàlisi de les innovacions radicals, que tenen un suport més fort i tendeixen a proporcionar resultats més coherents.

2.2. Destrucció creativa o acumulació creativa

Les innovacions incrementals consisteixen en petites modificacions o millores de productes o processos existents que contribueixen a augmentar la productivitat o la satisfacció de l'usuari. Aquestes petites modificacions suposen un procés acumulatiu d'adquisició de coneixement i experiència, sent el principal determinant d'un altre corrent de literatura oposat al proposat per Schumpeter. Aquesta línia d'investigació dona suport a l'existència de processos d'acumulació creativa (Pavitt, 1986; Bergek et al., 2013), en què les empreses es beneficien d'una evolució contínua de les tecnologies i processos existents, acumulant una quantitat de coneixement en continu creixement que és difícil de desafiar, i obtenint un avantatge competitiu significatiu (Wolpert, 2002).

Tradicionalment, els conceptes d'innovacions radicals o incrementals s'han contraposat en la literatura, tant a nivell teòric com empíric, a causa de la naturalesa diferent dels dos. Les innovacions radicals generen més valor, però la seva naturalesa és paradoxal. Teòricament, les grans empreses amb més recursos haurien de ser més innovadores, però la realitat és que les petites i joves empreses són més actives en termes d'activitats d'innovació (Audretsch et al., 2006). En aquest article ens alineem amb la literatura recent que dona suport a la tesi que les innovacions radicals i incrementals no són necessàriament oposades (González-Sánchez et al., 2020), ja que tots dos comparteixen els mateixos determinants bàsics i són indicadors representatius de l'èxit d'una empresa en el mercat (Beck et al., 2016). Les estratègies d'innovació exitoses tendeixen a combinar aquests dos tipus d'innovacions, ja que els enfocaments incrementals proporcionen una base sòlida de coneixement per desenvolupar més idees noves en el futur, alhora que redueixen els riscos associats amb els processos d'innovació. O des d'una perspectiva diferent, les innovacions radicals s'han d'aparellar amb futures addicions incrementals per permetre a una empresa obtenir una posició favorable en el mercat i mantenir el seu avantatge comparatiu (Tushman i O'Reilly, 1996; Kanter, 2006; Farjoun, 2010).

Un exemple del potencial de l'acumulació creativa és el treball de Archibugi et al. (2013) els quals mostren com les empreses identificades com a innovadores competents abans de 2006 van presentar elevades despeses en innovació durant els primers anys de la crisi financera de l'any 2008, un context caracteritzat per una alta incertesa i on la majoria de les empreses estaven retallant costos. També, des d'un punt de vista complementari, les empreses que desenvolupen innovació en diferents àmbits troben rendiments de productivitat addicionals a causa del coneixement complementari que adquireixen (Ballot et al., 2015), que també es pot trobar quan es combinen fonts d'innovació internes i externes (Ebersberger et al., 2021).

2.3. Hipòtesis

Tenint en compte les similituds entre la destrucció creativa i els processos d'acumulació, sembla sorprenent que els efectes derivats de la persistència en les activitats d'innovació hagin estat completament exclosos del debat. Suposem que la persistència en R+D i innovació facilita un camí que millora la rendibilitat d'una empresa en el mercat a causa de la introducció d'innovacions incrementals i radicals. Autors com Colombelli i von Tunzelmann (2011), Antonelli et al. (2012), i Audretsch et al. (2014) exploren les característiques de la dependència de camins d'activitats innovadores. En conseqüència:

H1: La persistència en R+D i la innovació augmenta l'impacte en els beneficis del mercat a causa de les innovacions noves per a l'empresa i les innovacions noves per al mercat.

Encara que estem intentant desentranyar el nexa entre les innovacions radicals i incrementals, no podem ignorar fets ben establerts en la literatura que han de formar part de l'anàlisi. Per exemple, en la dicotomia entre empreses establertes i entrants, és important considerar la interacció entre edat i persistència de la innovació en els beneficis del mercat de les innovacions. Hi ha proves convincentes que les empreses joves són més flexibles i poden desenvolupar innovacions radicals més fàcilment, mentre que les empreses establertes extrauen més beneficis de l'acumulació de coneixement (Schneider and Veugelers, 2010; Archibugi et al., 2013; Carayannopoulos, 2017; Eggers and Kaul, 201; Veugelers et al., 2019). Per tant, les nostres següents hipòtesis són:

H2: Les empreses en actiu augmenten la quota de vendes innovadores a causa de la seva persistència en innovacions incrementals.

H3: Les empreses joves presenten una major participació en la facturació a causa de la introducció d'innovacions noves al mercat o a l'empresa sense necessitat de persistència en les activitats d'innovació.

A més, la literatura mostra com barreres més altes d'entrada en certs sectors, com en els intensius a escala, descoratgen les empreses entrants de desafiar les empreses establertes (Montaguti et al., 2002; Colombo et al., 2015). Això redueix la rellevància de les innovacions radicals i afavoreix

el desenvolupament d'estratègies incrementals. A més, sembla raonable esperar que els sectors d'alta tecnologia es beneficiïn més de la persistència en activitats innovadores (Malerba et al., 1997). Per això:

H4: L'impacte de la persistència en les activitats d'innovació en les empreses que operen en sectors intensius a escala és positiu per a les innovacions incrementals i nul per a les radicals.

H5: Les empreses que operen en sectors d'alta tecnologia presenten una major quota de vendes innovadores a causa de la persistència en activitats innovadores.

3. Dades i estadístiques descriptives

3.1. Base de dades

La base de dades utilitzada en aquest estudi és el Panell d'Innovació Tecnològica Espanyola (PITEC), que proporciona informació sobre activitats d'innovació i resultats per a més de 12.000 empreses durant el període 2003-2016. El panell conté dades recollides per l'Institut Nacional d'Estadística (INE) amb el suport de la Fundació Espanyola per a la Ciència i la Tecnologia (FECYT). La metodologia d'enquesta i les definicions d'innovacions segueixen les directrius del Manual d'Oslo (OCDE i Eurostat, 1997; OCDE i Eurostat, 2005), que garanteix la comparabilitat internacional del panell.

Hem aplicat alguns filtres a aquest conjunt de dades. En primer lloc, ja que en els dos primers anys no es van incorporar totes les empreses, decidim cobrir el període 2005-2016. En segon lloc, seleccionem empreses que operen només en sectors de fabricació, amb almenys deu observacions successives i fundades després de l'any 1800. D'altra banda, per consideracions empíriques que estudiarem més a fons en els següents apartats, abandonem a empreses amb menys de 20 anys i amb menys de 10 empleats. Com a resultat, desenvolupem la nostra recerca amb un conjunt de dades desequilibrat de 37.008 observacions d'any ferm pertanyents a 3.833 empreses.

3.2. Estadístiques descriptives

En línia amb el treball anterior que analitza innovacions incrementals o radicals utilitzant PITEC (Arvanitis et al., 2015; Tojeiro-Rivero et al., 2019) prenem dos indicadors de la base de dades com a variables dependents. El primer d'ells és el pes que les innovacions incrementals tenen en l'empresa tan reflectit com la participació de la facturació a causa de les innovacions de productes noves a l'empresa. En segon lloc, per a les innovacions radicals, considerem el percentatge de volum de negocis degut a innovacions noves per al mercat. Encara que aquest enfocament pot no ser perfecte, és suficient per a proporcionar bones idees per a la nostra anàlisi.

Taula 1. Definició de les variables

Variables	Tipus	Definició
Variables dependents		
Facturació per les noves innovacions a l'empresa	N	Repartiment de la facturació a causa d'innovacions noves a l'empresa
Facturació per les noves innovacions al mercat	N	Repartiment de la facturació a causa de les innovacions noves al mercat
Variables de persistència		
Persistència en R+D intern	B	1 si l'empresa desenvolupava R+D intern continu durant el període de $t-2$ a t ; 0 en cas contrari
Persistència en R+D extern	B	1 si l'empresa desenvolupava R+D extern continu durant el període de $t-2$ a t ; 0 en cas contrari
Persistència en R+D intern i extern	B	1 si l'empresa desenvolupava R+D intern i extern continu durant el període de $t-2$ a t ; 0 en cas contrari
Persistència en la innovació de productes	B	1 si la companyia va introduir innovacions de producte contínuament durant el període $t-2$ a t ; 0 en cas contrari
Persistència en el procés d'innovació	B	1 si la firma introdueix innovacions de procés contínuament durant el període $t-2$ a t ; 0 en cas contrari
Persistència en el producte i el procés d'innovació	B	1 si la companyia introdueix innovacions de productes i processos contínuament durant el període $t-2$ a t ; 0 en cas contrari
Variables d'exportació		
Exportació EU	B	1 si l'empresa exporta només a la UE; 0 en cas contrari
Exportació a l'estranger	B	1 si l'empresa exporta només fora de la UE; 0 en cas contrari
Exportació extensiva	B	1 si l'empresa exporta dins i fora de la UE; 0 en cas contrari
No exportador	B	1 si l'empresa no exporta; 0 en cas contrari
Característiques de l'empresa		
Nova empresa	B	1 si l'empresa té menys de 10 anys; 0 en cas contrari
Empresa en procés d'establiment	B	1 si l'empresa té entre 10 i 20 anys; 0 en cas contrari
Empresa establerta	B	1 si l'empresa té més de 20 anys; 0 en cas contrari
Mida	N	Mida de l'empresa mesurada en nombre d'empleats
Cooperació	B	1 si l'empresa coopera amb altres agents durant $t-2$ a t ; 0 en cas contrari
Inversió pública	B	1 si l'empresa rep finançament públic durant $t-2$ a t ; 0 si no
Inversió física	N	Inversió en plantes, màquines, equips i TIC com a percentatge del volum total de negocis
Controls específics del sector		
Proveïdors especialitzats	B	Empreses especialitzades que produeixen tecnologies especialitzades o d'alta tecnologia per a altres empreses segons la taxonomia de Pavitt
Dominat pel proveïdor	B	Empreses associades amb manufactures tradicionals, generalment adquirint innovacions externes segons la taxonomia de Pavitt
Basat en la ciència	B	Empreses que operen en sectors d'alta tecnologia que duen a terme una quantitat considerable d'activitats d'innovació segons la taxonomia de Pavitt
Escala intensiva	B	Empreses que produeixen materials bàsics o resistent al consumidor que operen en sectors amb empreses principalment grans segons la taxonomia de Pavitt

B fa referència a variables binàries i N a variables numèriques.

Com a variables de control emprem diferents conjunts d'indicadors que aborden diversos aspectes de la persistència en processos innovadors, activitat d'exportació, característiques fermes i característiques sectorials definides per Pavitt (1984) i vinculades a NACE per Bogliacino i Pianta (2016). Pel que fa als dummies que reflecteixen la persistència en les activitats d'innovació, diferenciem entre haver desenvolupat R+D intern o extern durant tres anys consecutius, així com haver introduït innovacions de productes o processos. També considerem el cas del desenvolupament persistent de totes les activitats d'R+D al mateix temps i la introducció d'innovacions de productes i processos.

Per a controlar si l'activitat exportadora de l'empresa té un impacte en l'aplicació d'innovacions incrementals o radicals diferenciem les empreses que exporten al mercat europeu, als mercats estrangers o a totes dues al mateix temps. Aquesta dimensió se centra en els efectes de l'acumulació de coneixement a través de processos d'aprenentatge per exportació (De Loecker, 2007; Segarra-Blasco et al., 2022). També classifiquem les empreses segons si són empreses joves -que tenen menys de 10 anys-, empreses en procés d'establiment -que tenen entre 10 i 20 anys-, i les empreses establertes -que tenen més de 20 anys- (Coad et al., 2016; Coad, 2018).

Taula 2. Descripció de les variables

Variables	Mitjana (Error estàndard)
Facturació per innovacions noves a l'empresa	0.138 (0.271)
Facturació per innovacions noves al mercat	0.087 (0.211)
Persistència en R+D interna	0.488 (0.500)
Persistència en R+D externa	0.177 (0.382)
Persistència en R+D interna i externa	0.155 (0.362)
Persistència en la innovació de producte	0.457 (0.498)
Persistència en la innovació de processos	0.427 (0.495)
Persistència en la innovació de productes i processos	0.283 (0.451)
Exportadors a la UE	0.121 (0.326)
Exportadors a l'estranger	0.083 (0.276)
Exportadors extensius	0.533 (0.499)
No exportadors	0.183 (0.386)
Nova empresa	0.064 (0.244)
Empresa en procés d'establiment	0.230 (0.421)
Empresa establerta	0.706 (0.456)
Mida	183.527 (523.304)
Cooperació	0.293 (0.455)
Inversió pública	0.324 (0.468)
Inversió física	0.055 (0.738)
Proveïdors especialitzats	0.222 (0.415)
Dominat pel proveïdor	0.352 (0.478)
Basat en la ciència	0.146 (0.353)
Escala intensiva	0.280 (0.449)

N (observacions empresa-any) = 37,008; n (empreses) = 3,833.

Altres característiques de la firma són la seva mida en termes del nombre d'empleats, inversió física com a part del total de facturació, cooperació amb factors externs i si reben inversió pública (Cefis i Orsenigo, 2001; Cassiman i Veugelers, 2002; Cefis, 2003; Clausen et al., 2012). Finalment, també incloem controls sectorials específics basats en la taxonomia de Pavitt. Diferenciem entre sectors dominats per proveïdors especialitzats, dominats per proveïdors, basats en la ciència o intensius a escala.

La Taula 2 presenta la descripció estadística de totes les variables, i mostra alguns fets que, encara que bàsics, proporcionen informació rellevant per a l'anàlisi. De mitjana, el volum de negocis a causa de les innovacions noves a l'empresa és més alt que per a les innovacions noves al mercat. Això demostra que el desenvolupament d'innovacions radicals és significativament més complex, per la qual cosa es veu afectat el seu pes sobre el volum total de vendes. En quant a la persistència en les activitats d'innovació, trobem alts nivells de persistència en les innovacions internes d'R+D, productes i processos -més del 40% en termes d'observacions d'anys fermes-. Per contra, la persistència en R+D extern i en R+D intern i extern simultàniament, presenta proporcions significativament més petites. En termes d'exportació, el 18,3% de les observacions pertanyen a fabricants no exportadors, el 12,1% a empreses que exporten a la UE, el 8,3% a empreses que exporten fora de la UE i més de la meitat de les mostres exportades dins i fora de la UE al mateix temps.

Taula 3. Distribució creuada entre les variables objectiu i les dummies de persistència

Variable	Facturació per innovacions noves a l'empresa	Facturació per innovacions noves al mercat
Persistència en R+D interna		
Sí	0.18 (0.28)	0.12 (0.24)
No	0.10 (0.25)	0.06 (0.18)
Persistència en R+D externa		
Sí	0.17 (0.27)	0.12 (0.23)
No	0.13 (0.27)	0.08 (0.18)
Persistència en R+D interna i externa		
Sí	0.18 (0.29)	0.12 (0.24)
No	0.10 (0.25)	0.06 (0.18)
Persistència en la innovació de producte		
Sí	0.21 (0.30)	0.13 (0.25)
No	0.08 (0.23)	0.05 (0.17)
Persistència en la innovació de processos		
Sí	0.16 (0.28)	0.11 (0.22)
No	0.12 (0.26)	0.07 (0.20)
Persistència en la innovació de productes i processos		
Sí	0.21 (0.30)	0.14 (0.24)
No	0.11 (0.25)	0.07 (0.19)

Tots els valors mostren la mitjana (Error estàndard).

Per a la nostra mostra, les empreses joves representen el 6,4%, establint les empreses el 23%, i les empreses que ocupen el 70,6%. La distribució entre sectors és més homogènia: el 35,2% de les observacions pertanyen a sectors dominats per proveïdors, el 28% a escala intensiva, el 22,2% a sectors dominats per proveïdors especialitzats i el 14,6% a segments científics de l'estructura productiva.

D'acord amb la distribució creuada, que es mostra a la Taula 3, de les accions de rotació i totes les dummies de persistència, hi ha clares diferències entre els innovadors persistents i la resta. Les diferències més grans són en la innovació de productes, on hi ha una bretxa de 13 punts percentuals en la participació de la facturació a causa de les innovacions noves a l'empresa, i 8 punts percentuals en la participació de la facturació a causa de les innovacions noves al mercat. Al mateix temps, les diferències més petites per a innovacions incrementals són en R+D externes i en innovacions de procés, on la diferència és només 4 punts percentuals en cada un. Per a les innovacions noves en el mercat, trobem la diferència més petita en les innovacions de processos, una diferència de 4 punts percentuals.

4. Metodologia

Els models d'efectes mixtos lineals generalitzats (MEGLM) contenen, a més dels efectes fixos, efectes aleatoris que introdueixen heterogeneïtat no observada i indueixen dependència entre unitats (Skronal i Rabe-Hesketh, 2008). L'anàlisi de les accions d'un marc MEGLM suposa avantatges significatius en comparació amb el modelatge de panell usual o Tobit, ja que amb les especificacions correctes proporciona un millor tractament no només per als extrems de la distribució, sinó també per als valors intermedis (Papke i Wooldridge, 1996; Baum, 2008).

La forma general d'una equació MEGLM és:

$$h^{-1}[E(y_{it}|c_i, x_{it}, U_i, t_t)] = c_i + \beta x_{it} + U_i + t_t + \varepsilon_{it}, \quad y_{it} \sim F$$

On $h(\cdot)$ és la funció d'enllaç del predictor, suposadament invertible. En aquest cas, una funció logística restringeix les sortides del model entre 0 i 1. Aquí, F és la família de distribució del vector y_{it} , un binomi, sent el que millor ajusta les característiques de les nostres variables objectives. En resum, l'expressió matemàtica final de l'estimador és:

$$\text{logit}[E(y_{it}|c_i, x_{it}, U_i, t_t)] = c_i + \beta x_{it-1} + U_i + t_t + \varepsilon_{it}, \quad y_{it} \sim \text{Binomial}$$

A més de l'estructura del model, introduïm diverses modificacions per corregir altres problemes potencials. Totes les variables exògenes s'expressen en $t-1$ per limitar l'endogeneïtat del model i

transformem totes les variables exògenes contínues en logaritmes per millorar la normalitat de la distribució de dades (Bellemare i Wichman, 2020).

5. Resultats empírics

5.1. Resultats principals

Aquesta secció descriu els resultats empírics obtinguts. En primer lloc, presentem els resultats que emanen del model de base i, en el segon pas, tractem els efectes heterogenis de la persistència de la innovació mitjançant una anàlisi de diverses interaccions que combinen l'edat, el sector i les variables de persistència. La Taula 4 informa dels resultats del model de base, des del qual desenvoluparem més anàlisis en les següents seccions. En aquest cas, els signes dels coeficients es poden interpretar directament. Les especificacions (1) i (2) aborden la ràtio de facturació gràcies a les innovacions noves a l'empresa. De la mateixa manera, les especificacions (3) i (4) analitzen la relació de les nostres variables clau de persistència amb la ràtio de vendes gràcies a les innovacions noves per al mercat.

D'acord amb la hipòtesi (1), el desenvolupament sostingut d'activitats innovadores augmenta l'impacte econòmic de les innovacions incrementals i radicals. L'única excepció és a la columna (1), on l'adquisició d'R+D extern té un impacte nul. En tots els casos, observem que la introducció d'innovacions de productes o de productes i processos fomenta simultàniament el desenvolupament d'innovacions incrementals i radicals. La columna (3) mostra que les empreses joves tenen més probabilitats de desenvolupar innovacions radicals que les empreses en si, mentre que no hi ha efectes estadísticament significatius en les altres especificacions.

Pel que fa a l'estat d'exportació de l'empresa, hi ha diferències qualitatives entre exportadors i no exportadors. A més, l'abast geogràfic de l'activitat exportadora és una dimensió rellevant que cal considerar. Encara que no observem diferències significatives entre els no exportadors i les empreses que exporten només a la UE, les empreses que exporten només fora de la UE o dins i fora de la UE presenten majors quotes de negoci a causa de les innovacions noves per a l'empresa i el mercat. En comparar sectors d'activitat, els proveïdors especialitzats i els sectors basats en la ciència tenen més probabilitats de desenvolupar innovacions incrementals i radicals que les empreses que operen en sectors intensius a escala. Al mateix temps, els segments dominats pels proveïdors presenten quotes més baixes de facturació a causa de les innovacions noves per a l'empresa, però participacions més altes per a les innovacions noves per al mercat.

Taula 4. Estimació MEGLM dels determinants de la ràtio de vendes degudes a innovacions

Variable	Ràtio de facturació gràcies a innovacions per a l'empresa		Ràtio de facturació gràcies a innovacions noves al mercat	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Persistència en R+D interna	0.484*** (0.052)		0.659*** (0.057)	
Persistència en R+D externa	-0.014 (0.061)		0.127** (0.063)	
Persistència en R+D interna i externa		0.170*** (0.063)		0.436*** (0.064)
Persistència en la innovació de producte	3.511*** (0.050)		2.762*** (0.052)	
Persistència en la innovació de processos	0.291 (0.045)***		0.227*** (0.048)	
Persistència en la innovació de productes i processos		2.457*** (0.049)		1.822*** (0.048)
Nova empresa	0.065 (0.093)	0.018 (0.094)	0.258** (0.105)	0.190* (0.103)
Empresa en procés d'establiment	0.087 (0.060)	0.043 (0.061)	0.125* (0.068)	0.067 (0.068)
Exportadors a la UE	0.106 (0.079)	0.104 (0.074)	-0.044 (0.085)	-0.024 (0.081)
Exportadors a l'estranger	0.098 (0.073)	0.212*** (0.069)	0.116 (0.078)	0.183** (0.074)
Exportadors extensius	0.304*** (0.066)	0.431*** (0.064)	0.029 (0.073)	0.157** (0.070)
Proveïdors especialitzats	0.219** (0.089)	0.870*** (0.097)	0.701*** (0.108)	1.162*** (0.111)
Dominat pel proveïdor	-0.206*** (0.079)	-0.145* (0.087)	0.219** (0.098)	0.210** (0.101)
Basat en la ciència	0.248** (0.100)	0.678*** (0.111)	0.229* (0.123)	0.576*** (0.128)
Cooperació	0.154*** (0.049)	0.363*** (0.046)	0.343*** (0.049)	0.467*** (0.048)
Inversió pública	0.157*** (0.047)	0.378*** (0.044)	0.369*** (0.048)	0.522*** (0.046)
Mida (Logs)	0.093*** (0.025)	0.155*** (0.027)	0.153*** (0.030)	0.207*** (0.031)
Inversió física (Logs)	-0.016* (0.009)	-0.040*** (0.009)	-0.017* (0.010)	-0.038*** (0.010)
Dummies de temps	Sí	Sí	Sí	Sí
Observacions	35,748	35,748	35,748	35,748
Probabilitats de Log	-13,749.68	-16,203.81	-13,403.21	-14,686.61

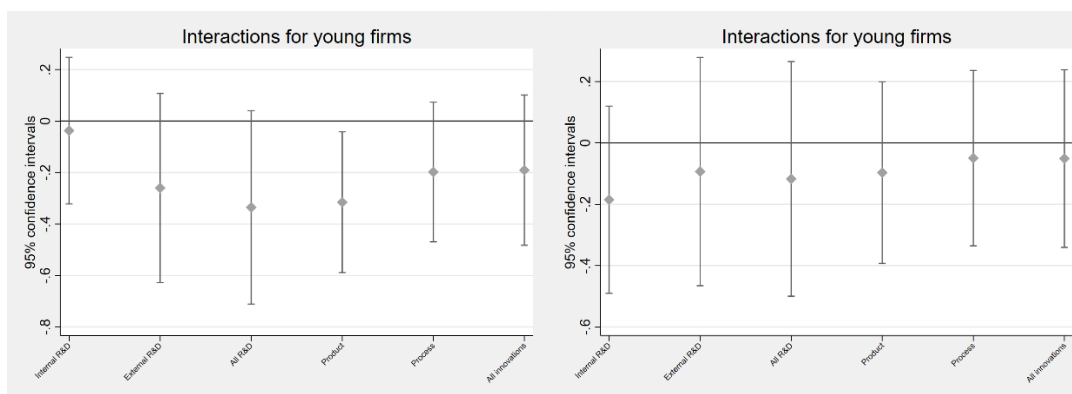
Tots els valors mostren Coef. Estimacions (Std. Err.). *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01. Les empreses tradicionals són el resultat base per les dummies d'edat. Els no exportadors són el resultat base per les dummies d'exportació. Els usos intensius d'escala són la base de les dummies del sector.

5.2. Interaccions d'edat i sector

Encara que aquests resultats són prou rellevants per si mateixos, és necessari aprofundir en les complementarietats entre ser persistent en activitats d'innovació, edat i característiques sectorials. Amb aquest objectiu, es replica el model base introduint interaccions entre tots aquests tipus de variables. Totes les xifres presentades a continuació mostren el valor del paràmetre d'interacció i els seus intervals de confiança. És important assenyalar que un valor negatiu -o positiu- en el paràmetre d'interacció no hauria d'interpretar-se com un impacte negatiu -o positiu- de l'acumulació de coneixement derivada de la persistència de la innovació en el desenvolupament d'innovacions incrementals o radicals. De fet, el que demostra és una associació més feble o més forta entre aquestes dues variables, tenint sempre les empreses establertes com a resultat base. La importància dels paràmetres d'interacció es mostra a la Taula S1.

La Figura 1 mostra el valor de les interaccions per a les empreses joves. L'impacte de la persistència en les innovacions de productes en les innovacions incrementals és clarament inferior per a les empreses joves que per a les empreses establertes. El mateix passa amb totes les activitats d'R+D, encara que el valor no és completament significatiu. En el cas de les innovacions radicals, no hi ha cap impacte significatiu. Això confirma parcialment la hipòtesi (3). Demostrem que les empreses joves són més eficients a l'hora de desenvolupar innovacions radicals sense trobar avantatges en la persistència de les activitats d'innovació. No obstant això, observem en el quadre 4 que no existeixen diferències estadístiques entre les empreses joves i les empreses establertes quan desenvolupen innovacions incrementals i, a més, les empreses joves obtenen menys beneficis de la persistència de la innovació.

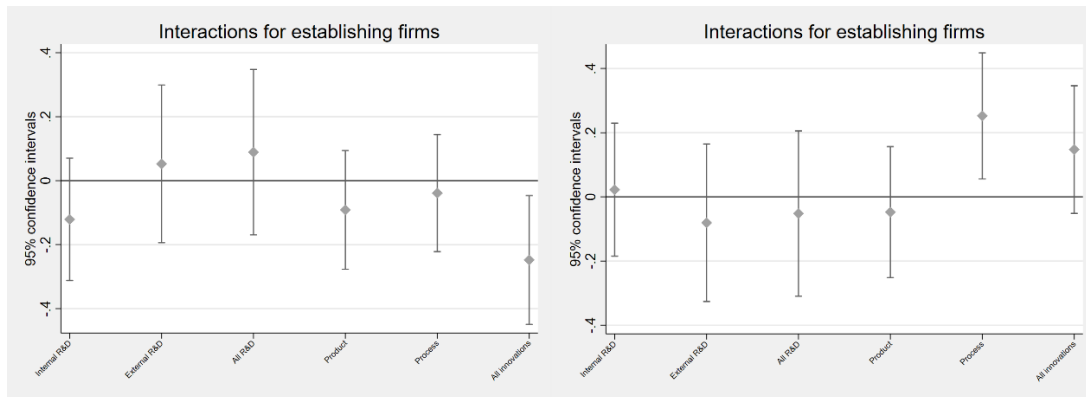
Figures 1 i 2. Interaccions per a empreses joves. Innovacions incrementals a l'esquerra i innovacions radicals a la dreta



La Figura 2 presenta els resultats per a les empreses en procés d'establiment, i mostra alguns resultats interessants. Igual que les empreses joves, les empreses en procés d'establiment troben menys retorns de la persistència de la innovació en comparació amb les empreses establertes quan

es desenvolupen innovacions incrementals, més concretament quan s'introdueixen innovacions de productes i processos simultàniament.

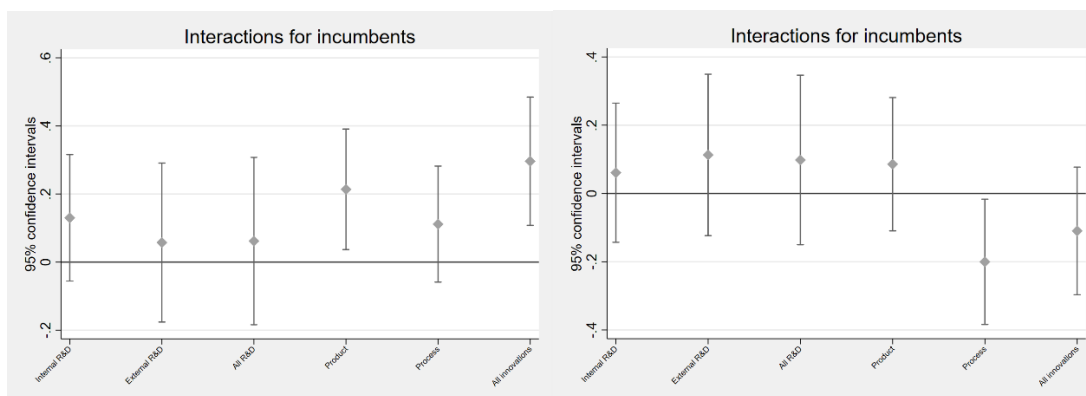
Figures 3 i 4. Interaccions per a empreses en procés d'establiment. Innovacions incrementals a l'esquerra i innovacions radicals a la dreta



No obstant això, ocorre el contrari en considerar el desenvolupament d'innovacions radicals. En conseqüència, ser persistent en els processos d'innovació sembla especialment rellevant per a les empreses d'entre 10 i 20 anys, la qual cosa demostra la importància de desenvolupar una transició organitzativa eficaç per a l'èxit futur.

La Figura 3 mostra el comportament de les interaccions per a les empreses establertes, els efectes de les quals poden ser interpretats directament. En aquest cas, el paper de la persistència en la introducció de productes i totes les innovacions esdevé d'una importància clau per al desenvolupament d'innovacions incrementals, la qual cosa demostra la importància de l'acumulació de coneixements per a aquestes empreses, confirmant la idea presentada en Hipòtesi (2). No obstant això, ocorre el contrari en considerar les innovacions radicals. En aquest cas, les empreses establertes obtenen menys beneficis de les innovacions en els processos que, per exemple, les empreses de nova creació.

Figures 5 i 6. Interaccions per a les empreses establertes. Innovacions incrementals a l'esquerra i innovacions radicals a la dreta

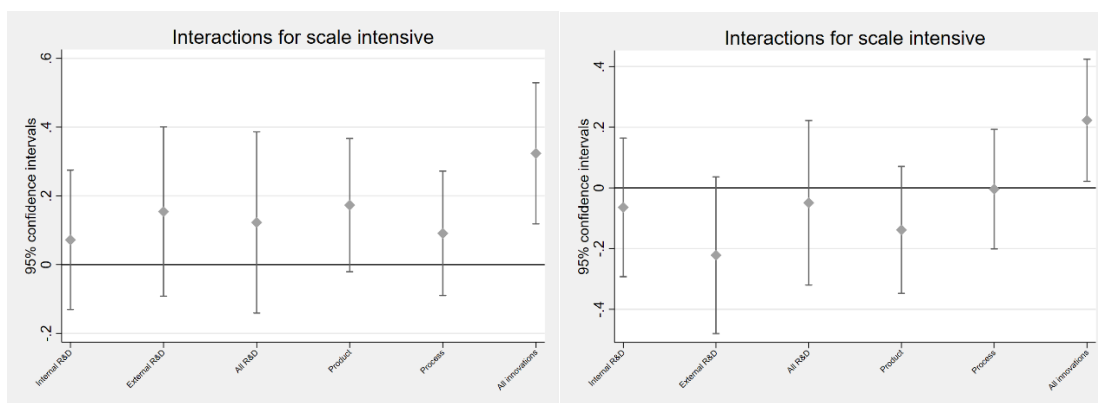


Aquí analitzem el comportament de les variables de persistència interactuades amb les característiques del sector en el qual l'empresa opera segons la taxonomia de Pavitt. La importància dels paràmetres d'interacció és present a la Taula S2. La Figura 6 mostra els resultats per als sectors intensius a escala, en els quals trobem resultats diversos. D'una banda, sembla existir una associació positiva entre la persistència de la innovació -més concretament en la introducció de productes o de tota mena d'innovacions- i el desenvolupament d'innovacions incrementals. D'altra banda, el desenvolupament d'una adquisició persistent d'R+D externa sembla reduir la probabilitat de desenvolupar innovacions radicals. Per contra, la introducció persistent de tota mena d'innovacions afavoreix el desenvolupament d'innovacions radicals. Tota aquesta informació confirma parcialment la hipòtesi (4).

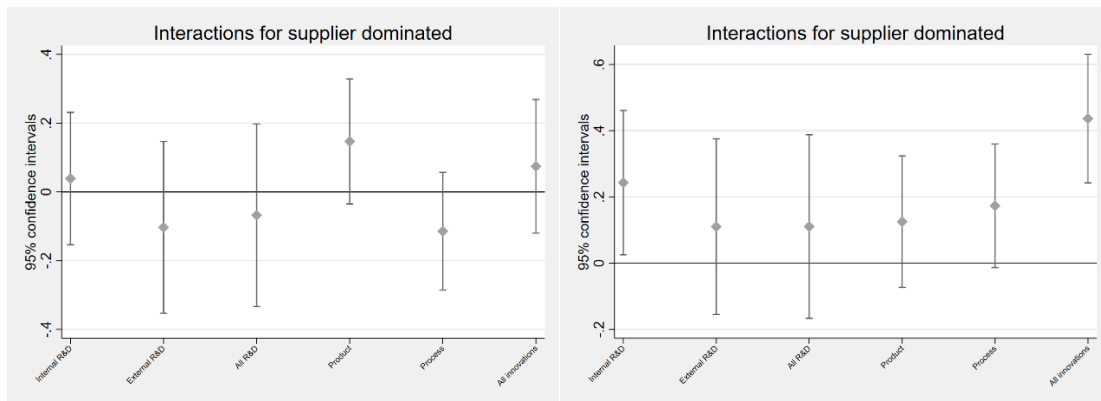
La Figura 4 mostra els valors de totes les interaccions per als sectors dominats pels proveïdors. Per a innovacions incrementals, els impactes no són significatius. No obstant això, podríem interpretar la persistència de la innovació de productes com un bon motor per a innovacions incrementals. Per a les innovacions radicals, veiem impactes positius de la R+D interna, la innovació de processos i tot tipus d'innovacions.

La Figura 5 presenta els resultats per al primer sector purament d'alta tecnologia, el dominat per proveïdors especialitzats. Sorprenentment, les empreses que operen en aquest entorn obtenen menys beneficis de la persistència de la innovació que les empreses que operen en sectors intensius a escala en innovacions incrementals i radicals.

Figures 7 i 8. Interaccions per a sectors intensius a escala. Innovacions incrementals a l'esquerra i innovacions radicals a la dreta

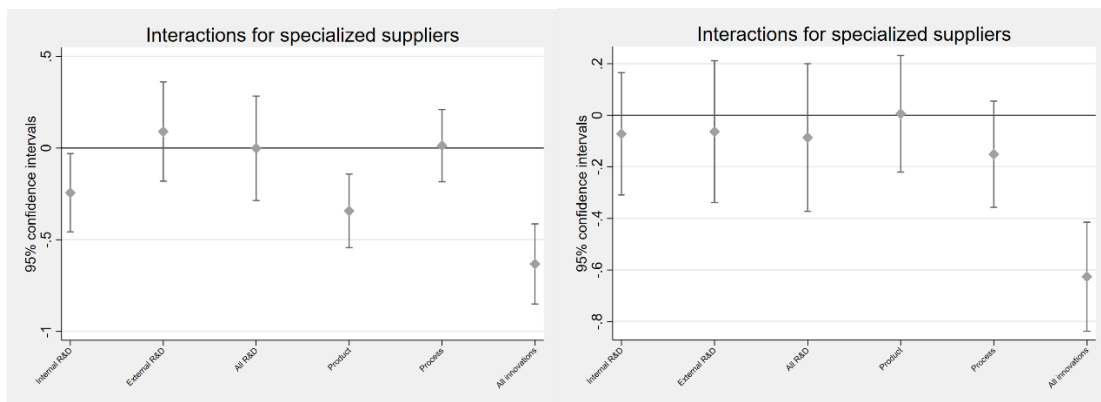


Figures 9 i 10. Interaccions per als sectors dominats pels proveïdors. Innovacions incrementals a l'esquerra i innovacions radicals a la dreta

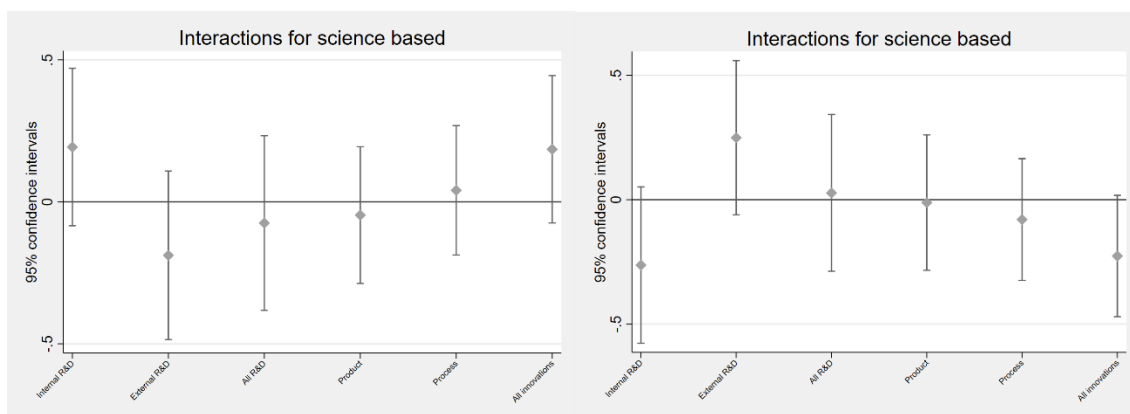


Finalment, la Figura 6 mostra la interacció amb les empreses que operen en sectors científics. Encara que no trobem cap impacte significatiu en l'interval de confiança del 95%, proporciona una intuïció sobre l'associació positiva entre la persistència de la innovació i el desenvolupament d'innovacions incrementals. En el cas de les innovacions radicals, els resultats són més variats. D'una banda, la persistència en R+D externs sembla ser més rellevant per als sectors científics que per als intensius a escala. D'altra banda, la persistència en la R+D interna i en la introducció d'innovacions de productes i processos proporciona menys beneficis en comparació, una vegada més, amb sectors intensius a escala.

Figures 11 i 12. Interaccions per als sectors de proveïdors especialitzats. Innovacions incrementals a l'esquerra i innovacions radicals a la dreta



Figures 13 i 14. Interaccions per a sectors basats en la ciència. Innovacions incrementals a l'esquerra i innovacions radicals a la dreta



6. Debat i conclusions

Els enfocaments tradicionals de la gestió de la innovació tendeixen a enfrontar els processos de destrucció creativa i d'acumulació creativa, establint un d'ells com a antagonista de l'altre o viceversa, depenent de les intencions de cada perspectiva. No obstant això, un corrent més recent de literatura se centra en els enllaços acumulatius generats per la combinació d'innovacions incrementals i radicals (Beck et al., 2016; Coccia, 2017; González-Sánchez et al., 2020). Aquí analitzem com ser persistent en una multitud d'activitats d'innovació, com a principal motor i indicador del coneixement acumulat per l'empresa, afecta el desenvolupament d'innovacions incrementals i radicals.

Utilitzant un panell de dades PITEC per a les empreses espanyoles, apliquem un Model Lineal Generalitzat Multinivell Mixt d'efectes (MEGLM) per explorar la relació entre la persistència de la innovació i la capacitat d'una empresa per obtenir majors quotes de vendes a causa del desenvolupament d'innovacions noves a l'empresa i innovacions noves al mercat. Des d'una perspectiva general, trobem una estreta relació entre la persistència de la innovació i el rendiment ferm, confirmant la hipòtesi principal d'aquesta investigació. A més, els nostres resultats mostren l'impacte heterogeni que la persistència de la innovació té en les empreses en funció de la seva edat i sector d'activitat.

D'una banda, les empreses joves són les que es beneficien menys de la coherència en les activitats d'innovació, tenint el potencial de desenvolupar innovacions radicals sense necessitat d'acumular coneixements, però trobant menys beneficis en innovacions incrementals, confirmant parcialment la nostra tercera hipòtesi. D'altra banda, les empreses establertes es beneficien més de la persistència de la innovació i l'acumulació de coneixement quan desenvolupen innovacions

incrementals, proporcionant proves empíriques per a la nostra segona hipòtesi. No obstant això, tenen menys potencial per a desenvolupar innovacions radicals. Les empreses d'entre 10 i 20 anys obtenen impactes moderats. Encara que no són els més eficaços en el desenvolupament d'innovacions incrementals, s'aprofiten d'introduir innovacions de procés persistentment en desenvolupar innovacions radicals.

Pel que fa a les característiques de cada indústria, les empreses en sectors intensius a escala assoleixen majors beneficis de la persistència de la innovació quan desenvolupen innovacions incrementals, confirmant la intuïció presentada en Hipòtesi (4). Les indústries dominades pels proveïdors semblen beneficiar-se més dels processos d'acumulació de coneixement, obtenint majors quotes d'innovacions noves al mercat i a l'empresa. Contra la nostra intuïció en la hipòtesi (5), els sectors d'alta tecnologia aconseguixen rendiments més baixos de la persistència de la innovació que les indústries intensives a escala, tot i que es troben algunes excepcions en sectors basats en la ciència. Finalment, existeix una altra font de coneixement de les activitats d'exportació, en les quals no observem diferències significatives entre els no exportadors i les empreses que exporten únicament a la UE. No obstant això, les empreses que exporten fora de la UE, o dins i fora de la UE, al mateix temps presenten majors quotes d'innovacions noves per a l'empresa i innovacions noves per al mercat.

Les limitacions d'aquesta recerca tenen el seu origen en la mateixa naturalesa de les nostres variables. Per exemple, Mairesse i Mohnen (2010) expliquen els avantatges i limitacions d'una multitud d'enquestes d'innovació basades en el Manual d'Oslo. En aquest sentit, les nostres variables endògenes contenen un component subjectiu important, ja que les empreses s'aproximen al valor de cada acció segons la seva intuïció i tendeixen a arrodonir-la. Això pot causar un cert biaix.

Tots els resultats presentats són rellevants en el debat que envolta la naturalesa de la destrucció creativa o els processos d'acumulació. Si bé demostrem que l'acumulació de coneixement originada en el desenvolupament d'activitats d'innovació persistents fomenta el desenvolupament d'innovacions incrementals i radicals, encara observem fets contraposats entre aquestes dues teories. Per exemple, la dicotomia que associa a les empreses joves amb innovacions radicals i a les empreses que s'ocupen d'innovacions incrementals és visible en els nostres resultats. Des d'una perspectiva política, la nostra recerca demostra que totes les empreses que desenvolupen constantment activitats d'innovació podrien convertir-se en innovadors radicals, la qual cosa anima als responsables polítics a fomentar la persistència de la innovació -un tema relativament ben analitzat en la literatura- per a fomentar el potencial tecnològic de tots els fabricants.

Referències

- Abernathy, W. J., & Clark, K. B. (1985). Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14(1), 3-22.
- Acemoglu, D., Akcigit, U., & Celik, M. A. (2022). Radical and incremental innovation: The roles of firms, managers, and innovators. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 14(3), 199-249.
- Aghion, P. (2018). Innovation and growth from a Schumpeterian perspective. *Revue d'Economie Politique*, 128(5), 693-711.
- Aghion, P., Antonin, C., & Bunel, S. (2021). The power of creative destruction. In *The Power of Creative Destruction*. Harvard University Press.
- Aghion, P., & Howitt, P. (1990). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2), 323-351.
- Anderson, P., & Tushman, M. L. (1990/2018). Technological discontinuities and dominant designs: A cyclical model of technological change. In *Organizational Innovation* (pp. 373-402). Routledge.
- Antonelli, C., Crespi, F., & Scellato, G. (2012). Inside innovation persistence: New evidence from Italian micro-data. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(4), 341-353.
- Archibugi, D., Filippetti, A., & Frenz, M. (2013). Economic crisis and innovation: is destruction prevailing over accumulation?. *Research Policy*, 42(2), 303-314.
- Arvanitis, S., Fuchs, B., & Woerter, M. (2015). Opening up the innovation process: outside-in involvement of innovative users and established firms' innovation performance. *International Journal of Innovation Management*, 19(02), 1550029.
- Audretsch, D., & Aldridge, T. (2008). Radical innovation: literature review and development of an indicator. *Draft Report to International Consortium on Entrepreneurship*, 3-42.
- Audretsch, D. B., Coad, A., & Segarra, A. (2014). Firm growth and innovation. *Small Business Economics*, 43(4), 743-749.
- Audretsch, D. B., Keilbach, M. C., & Lehmann, E. E. (2006). *Entrepreneurship and economic growth*. Oxford University Press.
- Ballot, G., Fakhfakh, F., Galia, F., & Salter, A. (2015). The fateful triangle: Complementarities in performance between product, process and organizational innovation in France and the UK. *Research Policy*, 44(1), 217-232.

- Baum, C. F. (2008). Stata tip 63: Modeling proportions. *The Stata Journal*, 8(2), 299-303.
- Beck, M., Lopes-Bento, C., & Schenker-Wicki, A. (2016). Radical or incremental: Where does R&D policy hit?. *Research Policy*, 45(4), 869-883.
- Bellemare, M. F., & Wichman, C. J. (2020). Elasticities and the inverse hyperbolic sine transformation. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 82(1), 50-61.
- Bergek, A., Berggren, C., Magnusson, T., & Hobday, M. (2013). Technological discontinuities and the challenge for incumbent firms: Destruction, disruption or creative accumulation?. *Research Policy*, 42(6-7), 1210-1224.
- Bouncken, R. B., Fredrich, V., Ritala, P., & Kraus, S. (2018). Coopetition in new product development alliances: advantages and tensions for incremental and radical innovation. *British Journal of Management*, 29(3), 391-410.
- Brockman, B. K., & Morgan, R. M. (2006). The moderating effect of organizational cohesiveness in knowledge use and new product development. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 34(3), 295-307.
- Carayannopoulos, S. (2017). Small, young firm flexibility and performance in the context of disruptive innovations. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 21(1-2), 105-118.
- Cassiman, B., & Veugelers, R. (2002). R&D cooperation and spillovers: some empirical evidence from Belgium. *American Economic Review*, 92(4), 1169-1184.
- Cefis, E. (2003). Is there persistence in innovative activities?. *International Journal of Industrial Organization*, 21(4), 489-515.
- Cefis, E., & Orsenigo, L. (2001). The persistence of innovative activities: A cross-countries and cross-sectors comparative analysis. *Research Policy*, 30(7), 1139-1158.
- Christensen, C. M. (1997/2003). *The innovator's dilemma: The revolutionary book that will change the way you do business*. New York, NY: Harper Business Essentials.
- Christensen, C. M., McDonald, R., Altman, E. J., & Palmer, J. E. (2018). Disruptive innovation: An intellectual history and directions for future research. *Journal of Management Studies*, 55(7), 1043-1078.
- Clausen, T., Pohjola, M., Sapprasert, K., & Verspagen, B. (2012). Innovation strategies as a source of persistent innovation. *Industrial and Corporate Change*, 21(3), 553-585.

- Coad, A., Segarra, A., & Teruel, M. (2016). Innovation and firm growth: does firm age play a role?. *Research Policy*, 45(2), 387-400.
- Coad, A. (2018). Firm age: a survey. *Journal of Evolutionary Economics*, 28(1), 13-43.
- Coccia, M. (2017). Sources of technological innovation: Radical and incremental innovation problem-driven to support competitive advantage of firms. *Technology Analysis & Strategic Management*, 29(9), 1048-1061.
- Colombelli, A., & von Tunzelmann, N. (2011). The persistence of innovation and path dependence. In *Handbook on the economic complexity of technological change*. Cheltenham, UK. Edward Elgar Publishing.
- Colombo, L., Dawid, H., Piva, M., & Vivarelli, M. (2015). Are R&D investments by incumbents decreasing in the availability of complementary assets for start-ups? (No. 2015/12). LEM Working Paper Series.
- De Loecker, J. (2007). Do exports generate higher productivity? Evidence from Slovenia. *Journal of International Economics*, 73(1), 69-98.
- Ebersberger, B., Galia, F., Laursen, K., & Salter, A. (2021). Inbound open innovation and innovation performance: A robustness study. *Research Policy*, 50(7), 104271.
- Eggers, J. P., & Kaul, A. (2018). Motivation and ability? A behavioral perspective on the pursuit of radical invention in multi-technology incumbents. *Academy of Management Journal*, 61(1), 67-93.
- Farjoun, M. (2010). Beyond dualism: Stability and change as a duality. *Academy of Management Review*, 35(2), 202-225.
- González-Sánchez, R., Pelechano-Barahona, E., Alonso-Muñoz, S., & García-Muiña, F. E. (2020). Absorptive routines and the economic impact of incremental innovations: developing continuous improvement strategies. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(4), 167.
- Hajhashem, M., & Khorasani, A. (2015). Demystifying the dynamic of disruptive innovations in markets with complex adoption networks: From encroachment to disruption. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 12(05), 1550022.
- Kanter, R. M. (2006). Innovation: the classic traps. *Harvard Business Review*, 84(11), 72-83.
- Malerba, F., Orsenigo, L., & Peretto, P. (1997). Persistence of innovative activities, sectoral patterns of innovation and international technological specialization. *International Journal of Industrial Organization*, 15(6), 801-826.

Montaguti, E., Kuester, S., & Robertson, T. S. (2002). Entry strategy for radical product innovations: A conceptual model and propositional inventory. *International Journal of Research in Marketing*, 19(1), 21-42.

OECD & Eurostat (1997). Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. OECD, Paris.

OECD & Eurostat (2005). Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data. OECD, Paris.

Papke, L. E., & Wooldridge, J. M. (1996). Econometric methods for fractional response variables with an application to 401 (k) plan participation rates. *Journal of Applied Econometrics*, 11(6), 619-632.

Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), 343-373.

Pavitt, K. (1986). 'Chips' and 'trajectories': how does the semiconductor influence the sources and directions of technical change?. In Roy MacLeod (ed.), *Technology and the Human Prospect: Essays in Honour of Christopher Freeman*. London: Frances Pinter. (pp. 31-54)

Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312.

Reinhardt, R., & Gurtner, S. (2015). Differences between early adopters of disruptive and sustaining innovations. *Journal of Business Research*, 68(1), 137-145.

Schmidt, G. M., & Druehl, C. T. (2008). When is a disruptive innovation disruptive?. *Journal of Product Innovation Management*, 25(4), 347-369.

Schneider, C., & Veugelers, R. (2010). On young highly innovative companies: why they matter and how (not) to policy support them. *Industrial and Corporate change*, 19(4), 969-1007.

Schumpeter, J. A. (1934/1961). *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest and the Business Cycle*. New York, NY: Oxford University Press.

Segarra-Blasco, A., Teruel, M., & Cattaruzzo, S. (2022). Innovation, productivity and learning induced by export across European manufacturing firms. *Economics of Innovation and New Technology*, 31 (5), 387-415.

Si, S., & Chen, H. (2020). A literature review of disruptive innovation: What it is, how it works and where it goes. *Journal of Engineering and Technology Management*, 56, 101568.

- Skrondal, A., & Rabe-Hesketh, S. (2008). Multilevel and related models for longitudinal data. In *Handbook of multilevel analysis* (pp. 275-299). New York, NY: Springer.
- Tojeiro-Rivero, D., Moreno, R., & Badillo, E. R. (2019). Radical innovations: The role of knowledge acquisition from abroad. *Review of Industrial Organization*, 55(2), 173-207.
- Tushman, M. L., & Anderson, P. (1986/2018). Technological discontinuities and organizational environments. In *Organizational Innovation* (pp. 345-372). Routledge.
- Tushman, M. L., & O'Reilly III, C. A. (1996). Ambidextrous organizations: Managing evolutionary and revolutionary change. *California Management Review*, 38(4), 8-29.
- Utterback, J. M., & Suárez, F. F. (1993). Innovation, competition, and industry structure. *Research Policy*, 22(1), 1-21.
- Veugelers, R., Ferrando, A., Lekpek, S., & Weiss, C. T. (2019). Young SMEs as a motor of Europe's innovation machine. *Intereconomics*, 54(6), 369-377.
- Wolpert, J. D. (2002). Breaking out of the innovation box. *Harvard Business Review*, 80(8), 76-83.
- Woschke, T., Haase, H., & Kratzer, J. (2017). Resource scarcity in SMEs: effects on incremental and radical innovations. *Management Research Review*, 40(2), 195-217.

Annexos

Taula S1. Valor de totes les interaccions d'edat de l'empresa.

Edat de l'empresa	Dummy de persistència	Tipus d'innovació	Beta	mín.	màx.	p
Nova	R+D Intern	Incremental	-0.037	-0.321	0.247	0.797
Nova	R+D Intern	Radical	-0.185	-0.490	0.120	0.234
Nova	R+D Extern	Incremental	-0.260	-0.627	0.107	0.165
Nova	R+D Extern	Radical	-0.093	-0.465	0.278	0.623
Nova	Innovació de producte	Incremental	-0.315	-0.588	-0.041	0.024**
Nova	Innovació de producte	Radical	-0.096	-0.393	0.199	0.521
Nova	Innovació de procés	Incremental	-0.197	-0.468	0.073	0.153
Nova	Innovació de procés	Radical	-0.049	-0.335	0.236	0.734
Nova	Tot l'R+D	Incremental	-0.335	-0.711	0.040	0.080*
Nova	Tot l'R+D	Radical	-0.117	-0.499	0.264	0.547
Nova	Totes les innovacions	Incremental	-0.190	-0.482	0.101	0.200
Nova	Totes les innovacions	Radical	-0.051	-0.340	0.238	0.729
En procés d'establiment	R+D Intern	Incremental	-0.120	-0.312	0.070	0.215
En procés d'establiment	R+D Intern	Radical	0.022	-0.184	0.229	0.833
En procés d'establiment	R+D Extern	Incremental	0.052	-0.194	0.298	0.677
En procés d'establiment	R+D Extern	Radical	-0.080	-0.326	0.164	0.519
En procés d'establiment	Innovació de producte	Incremental	-0.091	-0.276	0.094	0.334
En procés d'establiment	Innovació de producte	Radical	-0.047	-0.251	0.156	0.648
En procés d'establiment	Innovació de procés	Incremental	-0.038	-0.221	0.144	0.678
En procés d'establiment	Innovació de procés	Radical	0.252	0.055	0.448	0.012**
En procés d'establiment	Tot l'R+D	Incremental	0.089	-0.169	0.347	0.499
En procés d'establiment	Tot l'R+D	Radical	-0.052	-0.309	0.205	0.692
En procés d'establiment	Totes les innovacions	Incremental	-0.248	-0.449	-0.046	0.016**
En procés d'establiment	Totes les innovacions	Radical	0.147	-0.051	0.346	0.146
Establerta	R+D Intern	Incremental	0.130	-0.055	0.315	0.170
Establerta	R+D Intern	Radical	0.060	-0.143	0.264	0.559
Establerta	R+D Extern	Incremental	0.057	-0.176	0.290	0.630
Establerta	R+D Extern	Radical	0.112	-0.123	0.349	0.349
Establerta	Innovació de producte	Incremental	0.213	0.036	0.390	0.018**
Establerta	Innovació de producte	Radical	0.085	-0.109	0.281	0.389
Establerta	Innovació de procés	Incremental	0.111	-0.058	0.281	0.199
Establerta	Innovació de procés	Radical	-0.200	-0.383	-0.016	0.032**
Establerta	Tot l'R+D	Incremental	0.061	-0.184	0.307	0.623
Establerta	Tot l'R+D	Radical	0.098	-0.150	0.346	0.438

Establerta	Totes les innovacions	Incremental	0.296	0.107	0.484	0.002***
Establerta	Totes les innovacions	Radical	-0.109	-0.296	0.077	0.250

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01.

Taula S2. Valor de les interaccions per sectors.

Sector	Dummy de persistència	Tipus d'innovació	Beta	mín.	màx.	p
SI	R+D Intern	Incremental	0.071	-0.130	0.274	0.487
SI	R+D Intern	Radical	-0.064	-0.292	0.164	0.582
SI	R+D Extern	Incremental	0.154	-0.091	0.400	0.219
SI	R+D Extern	Radical	-0.221	-0.480	0.036	0.092*
SI	Innovació de producte	Incremental	0.173	-0.020	0.366	0.080*
SI	Innovació de producte	Radical	-0.138	-0.347	0.070	0.194
SI	Innovació de procés	Incremental	0.091	-0.089	0.271	0.324
SI	Innovació de procés	Radical	-0.004	-0.200	0.192	0.968
SI	Tot l'R+D	Incremental	0.122	-0.140	0.386	0.362
SI	Tot l'R+D	Radical	-0.049	-0.320	0.222	0.722
SI	Totes les innovacions	Incremental	0.323	0.118	0.528	0.002***
SI	Totes les innovacions	Radical	0.222	0.021	0.424	0.030**
SS	R+D Intern	Incremental	-0.243	-0.457	-0.030	0.025**
SS	R+D Intern	Radical	-0.071	-0.309	0.165	0.552
SS	R+D Extern	Incremental	0.089	-0.180	0.360	0.516
SS	R+D Extern	Radical	-0.063	-0.338	0.211	0.650
SS	Innovació de producte	Incremental	-0.343	-0.543	-0.142	0.001***
SS	Innovació de producte	Radical	0.005	-0.220	0.232	0.960
SS	Innovació de procés	Incremental	0.012	-0.184	0.209	0.899
SS	Innovació de procés	Radical	-0.151	-0.357	0.054	0.151
SS	Tot l'R+D	Incremental	-0.001	-0.286	0.283	0.991
SS	Tot l'R+D	Radical	-0.086	-0.372	0.199	0.554
SS	Totes les innovacions	Incremental	-0.632	-0.850	-0.413	0.000***
SS	Totes les innovacions	Radical	-0.626	-0.837	-0.414	0.000***
SD	R+D Intern	Incremental	0.038	-0.153	0.231	0.693
SD	R+D Intern	Radical	0.243	0.025	0.460	0.029**
SD	R+D Extern	Incremental	-0.103	-0.352	0.146	0.418
SD	R+D Extern	Radical	0.110	-0.154	0.375	0.415
SD	Innovació de producte	Incremental	0.146	-0.035	0.328	0.114
SD	Innovació de producte	Radical	0.125	-0.073	0.323	0.216
SD	Innovació de procés	Incremental	-0.114	-0.285	0.056	0.191
SD	Innovació de procés	Radical	0.173	-0.013	0.359	0.069*
SD	Tot l'R+D	Incremental	-0.067	-0.333	0.197	0.616
SD	Tot l'R+D	Radical	0.110	-0.166	0.387	0.434
SD	Totes les innovacions	Incremental	0.074	-0.119	0.268	0.453
SD	Totes les innovacions	Radical	0.436	0.242	0.630	0.000***
SB	R+D Intern	Incremental	0.193	-0.084	0.470	0.172
SB	R+D Intern	Radical	-0.262	-0.577	0.051	0.101
SB	R+D Extern	Incremental	-0.188	-0.484	0.108	0.214
SB	R+D Extern	Radical	0.249	-0.060	0.559	0.115
SB	Innovació de producte	Incremental	-0.046	-0.287	0.194	0.704
SB	Innovació de producte	Radical	-0.011	-0.283	0.260	0.933
SB	Innovació de procés	Incremental	0.040	-0.187	0.268	0.726
SB	Innovació de procés	Radical	-0.079	-0.324	0.165	0.524

SB	Tot l'R+D	Incremental	-0.074	-0.382	0.233	0.635
SB	Tot l'R+D	Radical	0.027	-0.287	0.342	0.864
SB	Totes les innovacions	Incremental	0.185	-0.074	0.444	0.162
SB	Totes les innovacions	Radical	-0.226	-0.470	0.017	0.069*

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01. SI fa referència a escala intensiva, SD a proveïdors dominats, SS a proveïdors especialitzats i SB a basats en la ciència..

Taula S5. Matriu de correlació

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)
(1)Facturació per les noves innovacions a l'empresa	1.00																					
(2)Facturació per les noves innovacions al mercat	0.01	1.00																				
(3)Persistència en R+D intern	0.17	0.18	1.00																			
(4)Persistència en R+D extern	0.06	0.08	0.36	1.00																		
(5)Persistència en R+D intern i extern	0.05	0.08	0.44	0.92	1.00																	
(6)Persistència en la innovació de productes	0.34	0.30	0.50	0.26	0.27	1.00																
(7)Persistència en el procés d'innovació	0.11	0.11	0.33	0.21	0.21	0.36	1.00															
(8)Persistència en el producte i el procés d'innovació	0.21	0.20	0.39	0.25	0.26	0.69	0.73	1.00														
(9)Exportació EU	-0.02	-0.01	-0.05	-0.03	-0.03	-0.04	0.01	-0.01	1.00													
(10)Exportació a l'estranger	0.01	0.04	0.08	0.05	0.05	0.07	0.04	0.04	-0.11	1.00												
(11)Exportació extensiva	0.05	0.02	0.22	0.13	0.12	0.17	0.12	0.12	-0.39	-0.33	1.00											
(12)No exportador	-0.04	-0.04	-0.18	-0.11	-0.10	-0.12	-0.09	-0.10	-0.17	-0.14	-0.49	1.00										
(13)Nova empresa	0.02	0.05	0.02	-0.01	-0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.05	-0.11	0.04	1.00									
(14)Empresa en procés d'establiment	-0.01	0.00	-0.07	-0.04	-0.04	-0.05	-0.05	-0.06	0.03	0.01	-0.11	0.10	-0.14	1.00								
(15)Empresa establerta	0.00	-0.03	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	-0.04	-0.03	0.16	-0.11	-0.41	-0.84	1.00							
(16)Mida	0.04	0.02	0.21	0.24	0.22	0.16	0.22	0.22	-0.04	0.04	0.18	-0.17	-0.12	-0.22	0.27	1.00						
(17)Cooperació	0.09	0.12	0.36	0.37	0.37	0.30	0.29	0.30	-0.02	0.03	0.14	-0.10	0.02	-0.04	0.03	0.23	1.00					
(18)Inversió pública	0.07	0.13	0.37	0.34	0.35	0.25	0.20	0.22	-0.03	0.04	0.11	-0.13	0.02	-0.03	0.02	0.17	0.41	1.00				
(19)Inversió física	-0.04	-0.02	-0.18	-0.11	-0.11	-0.14	-0.09	-0.09	0.01	-0.02	-0.16	0.18	0.02	0.09	-0.10	-0.23	-0.13	-0.11	1.00			
(20)Proveïdors especialitzats	0.06	0.10	0.09	-0.01	0.01	0.12	-0.07	0.00	-0.05	0.04	0.05	-0.05	0.00	0.03	-0.03	-0.14	0.00	0.05	-0.02	1.00		
(21)Dominat pel proveïdor	-0.05	-0.03	-0.14	-0.09	-0.09	-0.12	-0.03	-0.08	0.01	-0.03	-0.06	0.07	-0.01	-0.01	0.01	-0.05	-0.08	-0.06	0.09	-0.39	1.00	
(22)Basat en la ciència	0.01	-0.02	0.18	0.11	0.12	0.09	0.05	0.07	-0.01	0.02	0.07	-0.06	0.00	-0.02	0.01	0.01	0.07	0.03	-0.05	-0.22	-0.31	1.00
(23)Escala intensiva	-0.01	-0.05	-0.07	0.01	-0.01	-0.05	0.05	0.03	0.05	-0.01	-0.04	0.02	0.01	-0.01	0.00	0.18	0.03	-0.01	-0.03	-0.33	-0.46	-0.26