

Barcelona, potencial hub global de la innovació: Diagnòstic i Oportunitats Estratègiques de l'Economia del Coneixement a la Regió Metropolitana (RMB)

Ramon Gras, Aretian Urban Analytics and Design i Universitat de Harvard (rgras@aretian.com)

Abstract

La regió metropolitana de Barcelona s'enfronta al repte de bastir un ecosistema de l'economia del coneixement que li permeti superar definitivament el *desenvolupisme*, transicionar amb èxit envers la quarta revolució industrial, potenciar els sectors econòmics d'alt valor afegit, i generar prosperitat distribuïda i oportunitats professionals de qualitat per els ciutadans. El present article duu a terme un diagnòstic general de l'estat de l'economia del coneixement la RMB a la llum de la Ciència de les Ciutats, vehiculada per la teoria de xarxes i la ciència de la complexitat. El diagnòstic econòmic territorial s'ha elaborat emprant metodologies avançades de l'equip d'Aretian Urban Analytics and Design amb seu al Harvard Innovation Lab, a la ciutat de Boston. Mitjançant l'avaluació de la Regió Metropolitana de Barcelona (7 comarques, 160 municipis), cerquem identificar estratègies que optimitzin el disseny urbà, fomentin la resiliència econòmica, enforteixin els ecosistemes de recerca i innovació, proporcionin condicions favorables al floreixement de les startups catalanes i configurin xarxes de l'economia del coneixement que permetin realitzar els efectes multiplicadors de la innovació, doblar els salaris promitjos en vint anys, reduir a menys de la meitat l'atur, i consolidar ecosistemes favorables al floreixement de talent en dotze àmbits de coneixement estratègicament identificats. A través d'una anàlisi interdisciplinària i basada en dades, les propostes pretenen posicionar Barcelona com a líder global en l'economia del coneixement, mercès al foment de la prosperitat impulsant les indústries de serveis i productes sofisticades, d'alt valor afegit, orientades a l'exportació i a la creació de prosperitat. L'article proposa línies mestres per orientar processos d'especialització intel·ligent en funció de les capacitats actuals i el *know-how* col·lectiu. L'estratègia proposada suggereix (1) augmentar el nombre de llocs de treball intensius en coneixement de 125.000 a 200.000, elevant la intensitat d'innovació del 15% al 20% entre el 2025 i el 2040 i concentrar els centres de progrés del coneixement en ubicacions estratègiques, permetent doblar salaris i reduir a la meitat l'atur; (2) augmentar el nombre d'indústries innovadores de 92 fins aproximadament 170, establint així cadenes de valor més llargues i economies de gamma; (3) reforçar les tres fases de la innovació (recerca, transferència de tecnologia i producció avançada) per augmentar la intensitat, el rendiment i l'impacte de la innovació; augmentar els ingressos/empleat de 149.179 € fins a aproximadament 200.000 € i els ingressos per resident de 77.818 € fins a 110.000 € l'any 2040 impulsant la continuïtat en les set fases de la innovació; (4) concebre una xarxa de districtes d'innovació (singularment, Barcelona-Besòs, Esplugues-Pedralbes-Bonanova, Badalona i les Tres Xemeneies) que presentin una intensitat d'innovació superior al 50%; impulsant la recerca aplicada de frontera, centres d'innovació, incubadores de startups, així com la transferència de coneixement amb la indústria; (5) definir una visió per alinear els aproximadament 2.400 camps de recerca aplicada de totes les universitats i centres de recerca amb els 12 principals camps de coneixement arrelats a la RMB, per densificar l'intercanvi i l'avanç de coneixement i realitzar els efectes multiplicadors de la innovació, augmentant el nombre d'startups innovadores de 279 a 750, així com el nombre d'empreses d'alt valor afegit, generant prosperitat distribuïda a llarg termini.

1) Introducció

L'ecosistema de la recerca i l'economia del coneixement de la Regió Metropolitana de Barcelona es troba en un atzucac: si bé és cert que hom observa l'emergència de nombroses iniciatives en el camp de la innovació en diversos camps del coneixement en múltiples indrets de la RMB, el cert és que les dinàmiques urbanes i socials dominants derivades de la tercera revolució industrial encara no s'han superat, fet que dificulta la consolidació del salt exitós envers la quarta revolució industrial, i la generació de prosperitat distribuïda arreu de Catalunya. Les societats barcelonina i catalana han experimentat en les últimes dècades dues transformacions a les quals encara no s'hi ha donat una resposta satisfactòria. D'una banda, la consolidació del fenomen urbanitzador i d'integració econòmica a escala global que ens ha forçat a competir amb la resta del món en igualtat de condicions. En les darreres dècades de la convergència europea, Catalunya s'havia beneficiat de les oportunitats de posar-se al dia amb els països de l'Europa occidental desenvolupada. Però l'entrada dels països de l'Europa de l'Est i l'auge de l'Àsia, l'Àfrica, i Llatinoamèrica, ha trastocat els equilibris heretats de la guerra freda. L'economia de la regió de Barcelona i de Catalunya s'havia singularitzat durant molts segles per la qualitat dels seus productes i serveis. El país no havia tingut cap altre remei, car gaudeix d'escassa potència demogràfica, i d'uns recursos naturals migrats. Però un dels efectes del *desenvolupisme* dels anys cinquanta i seixanta en endavant fou el de transformar la lògica econòmica, i centrar-se en competir per la via de la quantitat, rebaixant substancialment la qualitat de productes i serveis. Amb la Transició, l'economia no va mutar essencialment, i a Catalunya es va consolidar un sistema basat en esdevenir proveïdors industrials de segon ordre per països com Alemanya, França, els Estats Units i el Japó, fet que ha ubicat Barcelona i Catalunya en una segona divisió. Aquest fet s'havia compensat en part amb el *charme* de la regeneració urbanística i cultural a través de les infraestructures, però l'últim quart de segle, aquesta globalització s'ha creuat amb la revolució tecnològica. La intel·ligència artificial, la ciència de dades i la robotització trastoquen els equilibris de l'últim terç del XX i han agafat el país a contrapeu. Quin resultat se'n deriva de tot plegat? Tant a Barcelona com a Catalunya hi ha un pòsit de talent, però ni la cultura empresarial ni l'estructura econòmica es troben encara preparades per als reptes de la globalització i la revolució tecnològica.

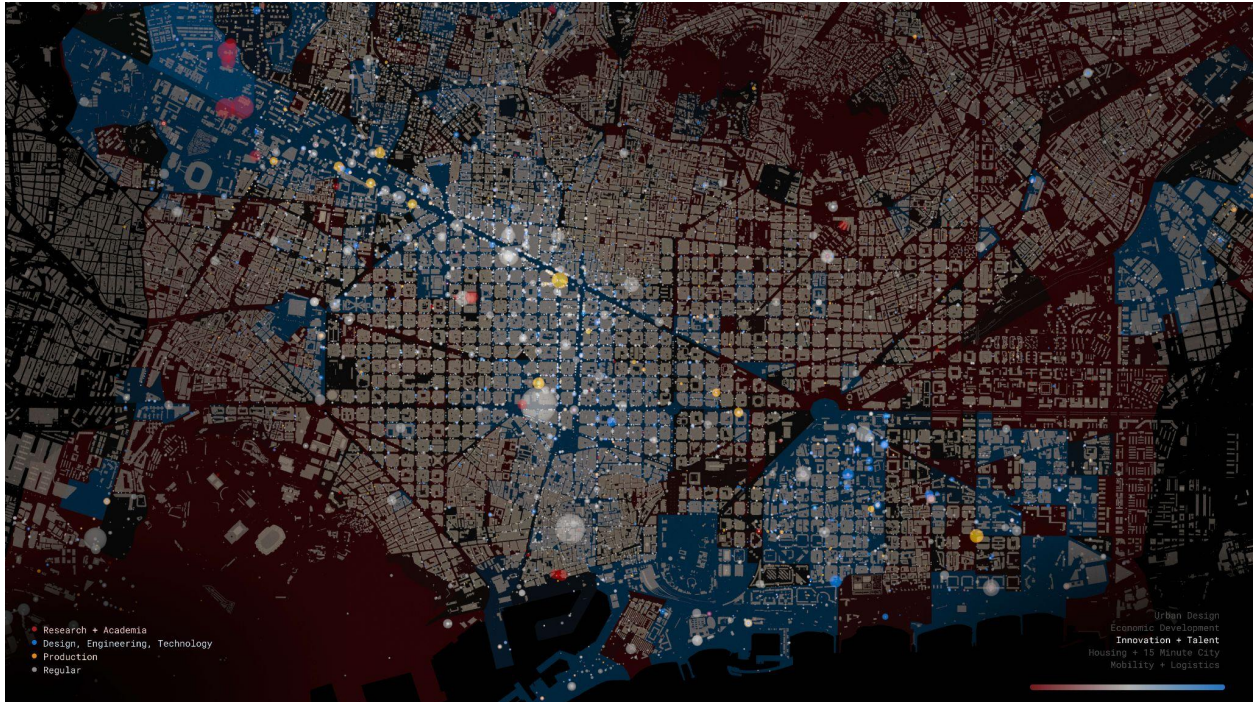
La Ciència de les Ciutats il·lumina els reptes i estratègies de l'economia del coneixement

Aquest article presenta una visió general sintètica de l'estat de l'economia del coneixement a la regió metropolitana de Barcelona, en base a estudis desenvolupats per l'equip d'Aretian Urban Analytics and Design impulsat des del Harvard Innovation Lab, així com per els anàlisis del *Barcelona Metropolitan Region City Digital Twin el bessó digital* impulsat per la Torras Family Foundation i Barcelona Global i dissenyat per l'equip d'Aretian. L'estudi *A Vision for Barcelona's Future. City Science Illuminating Urban and Economic Development* (2024) presenta un exercici de benchmarking urbanístic i econòmic entre Barcelona i ciutats com Amsterdam, Boston, Munich o Estocolm, descrivint les respectives fortaleeses i febleses de cada regió metropolitana. La metodologia emprada en tots els estudis és descrita a *City Science: Performance Follows Form* (Actar, NYC, 2024) de recent publicació. La Ciència de les Ciutats ens permet modelitzar digitalment àmbits urbans, així com analitzar geoespacialment les propietats dels ecosistemes d'innovació d'un determinat territori. L'avaluació de les característiques, dinàmiques, impacte i potencial latent dels principals agents que constitueixen l'economia del

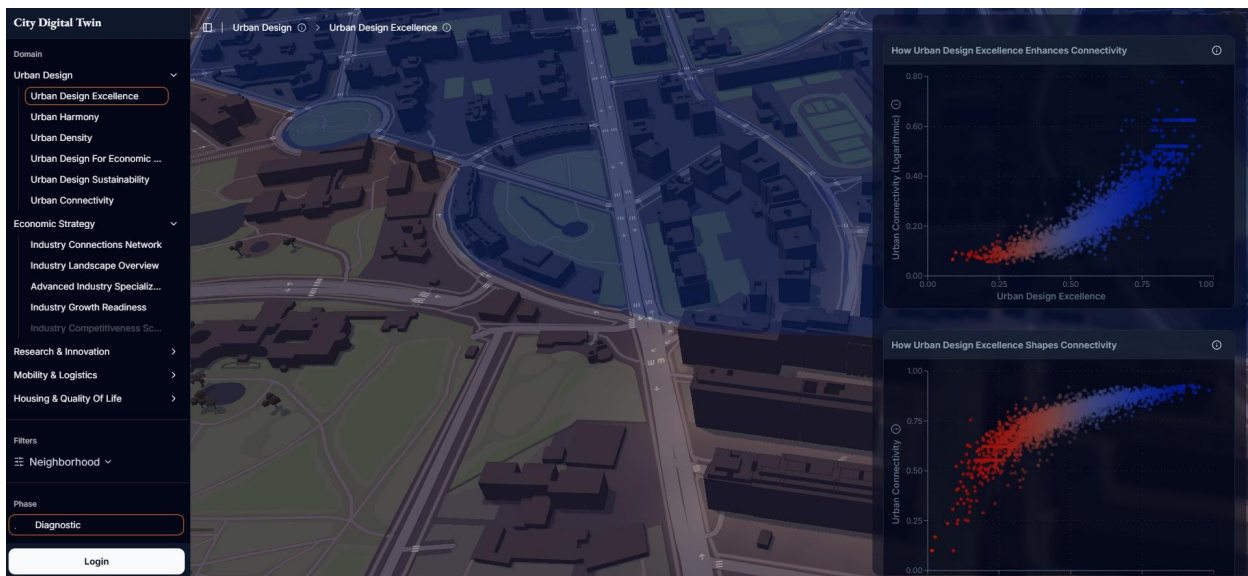
coneixement a a la llum de la ciència de les ciutats ens permet realitzar diagnòstics precisos d'alt nivell de detall de la salut d'un ecosistema d'innovació. En comparar estadístiques representatives sobre els indicadors o *key performance indicators* (KPI) de rendiment de la innovació urbana dels districtes d'innovació notables amb els dels grups de blocs mitjans, podem entendre els efectes positius i súper lineals d'aquestes estratègies en termes de creació d'ocupació, creació de riquesa, progrés del coneixement i nivells de vida.

Els indicadors geoespacials d'intensitat, rendiment, i impacte de la innovació permeten estimar el nivell de maduresa de l'ecosistema de l'economia del coneixement d'un territori, i concentren una elevada força predictiva respecte de la capacitat de generar prosperitat a llarg termini. La intensitat d'innovació d'una regió urbana es mesura subdividint un àmbit territorial en unitats de prop de mil residents, típicament les *seccions censals*, i calculant el percentatge de professionals de cada unitat censal que treballen en activitats innovadores respecte del total. Els valors promitjos típicament als països occidentals oscil·len al voltant del 10-12%, si bé les ciutats més dinàmiques presenten índexs del 20-30%, i solen allotjar districtes d'innovació, àmbits urbans que usualment presenten valors d'entre el 40 i 90%. El rendiment de la innovació es mesura en termes de nous productes, serveis, patents, invencions i projectes d'R+D. Finalment l'impacte de la innovació mesura el resultat de les plusvàlues econòmiques i socials de la innovació. Aquests KPIs ens permeten mesurar quantitativament l'impacte diferencial dels districtes d'innovació i comparar diferents tipologies d'ecosistemes urbans entre sí. Finalment, permeten analitzar la superlinealitat o efectes multiplicadors de les activitats relacionades amb la innovació. Quan un ecosistema d'innovació assoleix la maduresa, tendeix a consolidar els efectes multiplicadors de la concentració geogràfica de l'economia del coneixement. De mitjana, la comparació entre la intensitat de la innovació (distribució Lognormal), el rendiment de la innovació (distribució de Pareto / Potència) i l'impacte de la innovació (distribució Gamma) tendeixen a revelar efectes amplificadors incrementalment més positius i no lineals de la concentració geogràfica activitats intensives en coneixement. A tall d'exemple de mitjana, els districtes d'innovació presenten una concentració 2,8 vegades superior d'activitats intensives en coneixement per empleat un cop aquests districtes arriben a la maduresa. Això, al seu torn, genera una producció d'innovació quatre vegades superior per empleat en termes de patents, nous productes, nous serveis, nous processos i R+D, 16 vegades més creació i disponibilitat d'oportunitats d'ocupació intensives en coneixement, i 25 vegades més ingressos corporatius per resident.

La ciutat de Barcelona compta a dia d'avui amb una intensitat d'innovació del 15%: 127,300 dels 843,400 treballadors de Barcelona ciutat (el 15% dels professionals) treballen en activitats intensives en coneixement. El promig de la regió metropolitana és encara més baix: del 12%. Per ésser una ciutat competitiva a escala global hauria de comptar com a mínim amb el 20% d'intensitat d'innovació: hi ha un dèficit de prop de 75,000 professionals qualificats en la ciutat de Barcelona, i de prop de 180,000 professionals en la resta de la regió metropolitana. La correlació entre intensitat d'innovació i salaris promitjos és estructural. La intensitat d'innovació de diverses ciutats comparables mostra la situació de relatiu estancament en el context català: Madrid (16%), Munich (19%), París (20%), Amsterdam (21.3%), Estocolm (24.8%) i Boston (29.88%) presenten salaris cada cop més superiors als de Barcelona. Com podem orientar l'estratègia d'enfortiment de l'ecosistema innovador i assolir el nivell de maduresa escaient per l'economia del coneixement de Barcelona?

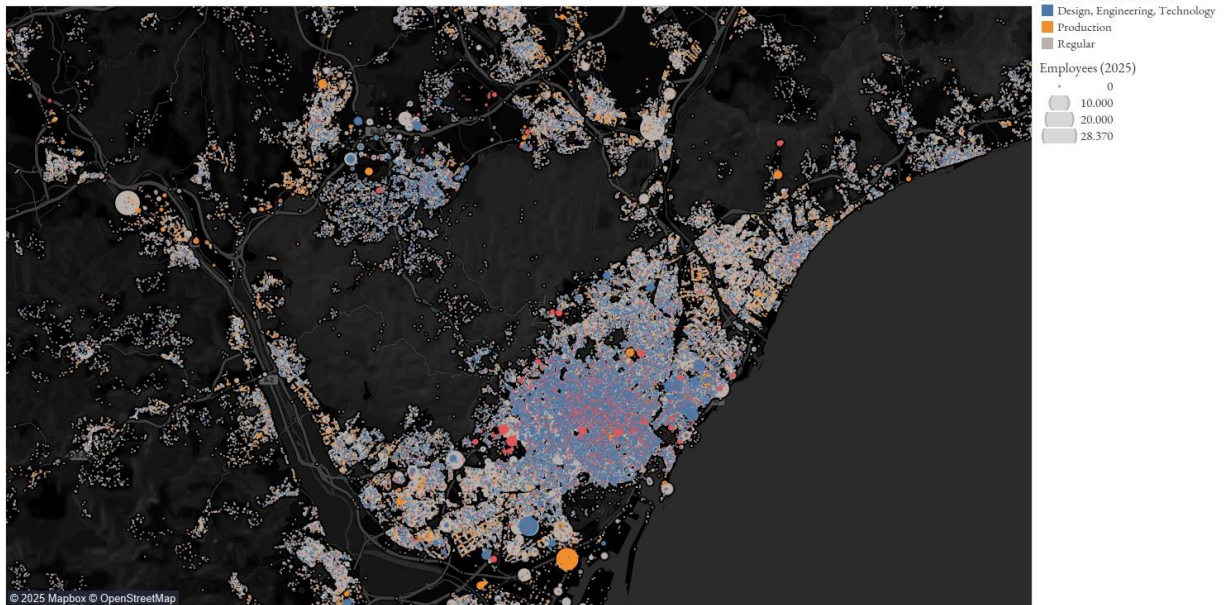


Bessó Digital de la Regió Metropolitana de Barcelona - Principals Nodes d'Innovació
(Aretian / Torras Family Foundation i Barcelona Global)



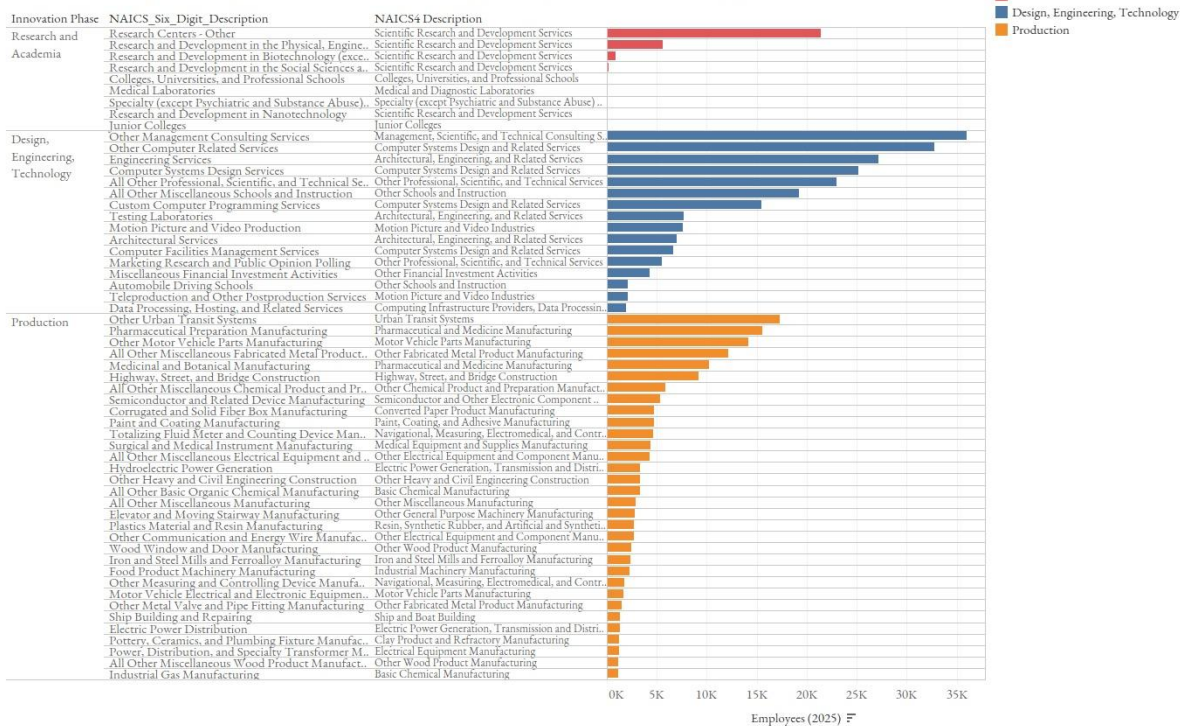
Bessó Digital de la Regió Metropolitana de Barcelona
(Aretian / Torras Family Foundation i Barcelona Global)

Barcelona Metropolitan Region - Innovation Structure by Phase



Tres Fases de la Innovació a la Regió Metropolitana de Barcelona: Recerca, Transferència, Producció

Barcelona Metropolitan Region - Innovation Structure by Phase (Naics 6-digit Industry)



Ranking d'indústries de les Tres Fases de la Innovació a la Regió Metropolitana de Barcelona

2) Regió Metropolitana de Barcelona: principals reptes de l'economia del coneixement

Des del punt de vista dels sistemes complexos, podem descomposar l'ecosistema innovador de la RMB en cinc capes complementàries. Dissortadament, totes elles arrossegueu actualment dinàmiques obsoletes pròpies del cicle econòmic anterior, que suposen un llast estructural i dificulten la consolidació del salt envers la quarta revolució industrial. Per tal d'orientar els processos de presa de decisions i superar aquestes limitacions, podem emprar l'anàlisi geoespacial d'activitats intensives en coneixement en termes de fases d'innovació arreu de la regió metropolitana, revelant per tant les intervencions específiques necessàries per evolucionar envers un ecosistema d'innovació altament funcional. Els sistemes territorials intensius en coneixement consolidats poden generar oportunitats d'ocupació de qualitat, alliberar el talent latent dels ciutadans, generar prosperitat i elevar el nivell de vida arreu del país.

Febleses en l'ecosistema d'innovació a la regió metropolitana de Barcelona

- **Fase 1 – Recerca.** Actualment, s'observa una escassetat de projectes d'R+D d'èxit provinents de centres de recerca aplicada: dels més de 2.400 camps de coneixement en 12 principals àrees de recerca presents a l'àrea de Barcelona amb prou feines un centenar tenen alguna forma d'impacte social o econòmic tangible
- **Fase 2 – Transferència de Coneixement.** Actualment no hi ha cap ecosistema consolidat de transferència de coneixement i tecnologia a gran escala a Barcelona en cap àmbit del coneixement. La RMB presenta l'oportunitat de dissenyar i ubicar estratègicament nous centres estratègicament ubicats, potencialment en línia amb institucions de recerca i producció preexistents, i en sinèrgia amb la indústria productiva local.
- **Fase 3 – Companyies Tecnològiques Àncora.** El gruix de les empreses innovadores que operen a la RMB acostumen a jugar un rol secundari o tributari de corporacions multinacionals estrangeres, servint cadenes de valor que no compten amb el seu epicentre a Catalunya, sinó sovint responen a models amb seu a països com Alemanya o els Estats Units, i rara vegada concentren els seus centres de recerca i desenvolupament principals en l'àrea de Barcelona.
- **Fase 4 – Startups.** S'observa una notable escassetat de centres d'incubació d'startups de qualitat consolidades a l'àrea de Barcelona: només el 19% de les 2.000 startups de la regió metropolitana de Barcelona es poden considerar realment intensives en coneixement i amb activitats d'R+D d'alt valor afegit.
- **Fase 5 – Verticals d'Indústria.** Els verticals d'indústria dels respectius camps de coneixement estan actualment força atomitzades territorialment, de manera que les cadenes de valor són excessivament curtes i rarament superen dues o tres etapes de la cadena de producció. En el futur, haurien de tenir com a objectiu cobrir un mínim de cinc fases de la cadena de producció.

La regió metropolitana de Barcelona presenta el potencial de consolidar una estratègia d'especialització intel·ligent al voltant de 12 camps del coneixement, incloent l'urbantech, el mèdic i biotecnològic, el farmacèutic i cosmètic, el disseny digital, les manufactures avançades, el sector agroalimentari, entre d'altres. Això requereix

que es concentrin ecosistemes de la innovació al voltant d'aquests 12 sectors estratègics, on en proximitat geogràfica col·laborin universitats, centres de recerca, incubadores d'startups, centres de transferència de coneixement i tecnologia, espais de coworking, i companyies consolidades tan de productes com de serveis

- A dia d'avui Barcelona compta amb la presència de 321 de les 848 indústries globalment classificades. D'aquestes 321, hi ha 92 indústries innovadores, principalment en els 12 sectors de coneixement
- La regió de Barcelona compta amb uns 2400 camps de recerca a les universitats, dels quals prop de 900 són susceptibles de tenir impacte econòmic. Actualment només una petita minoria (aprox 60) tenen impacte)
- La regió de Barcelona compta amb 1900 startups, però només 279 de les quals (un 9% de les startups de serveis i un 29% de les startups de producte) són realment d'alt valor afegit. Caldria que els propers anys com a mínim s'assoleixin les 750 startups fonamentades en R&D per ésser globalment competitius.

Els diagrames Sankey descriptius del fluxe de coneixement i la innovació ajuden a identificar les necessitats més crítiques d'un determinat camp del coneixement d'un ecosistema innovador. A la part esquerra dels diagrames i mesures quantitatives es presenten els centres de recerca universitaris representatius, mentre que, a la dreta, les startups, la majoria de les empreses dinàmiques i les indústries d'alt valor afegit. Entre aquests dos grups es troben les institucions de connexió que poden donar suport al procés de transferència de tecnologia.

L'objectiu dels diagrames de fluxe de la innovació és determinar quines intervencions infraestructurals i de gestió són necessàries per tal de prioritzar les inversions necessàries per afavorir la col·laboració dels diferents agents involucrats en el procés innovador. Entre d'altres, permeten identificar sinèrgies potencials entre grups de recerca, centres de transferència de coneixement, incubadores startups, espais de coworking, companyies tecnològiques líder o àncora d'un sector, i els respectius verticals d'indústria. Així, es poden adaptar els criteris de disseny arquitectònic i de programes de col·laboració universitat-empresa, aquí adaptats a les necessitats de la indústria i l'activitat, per ajudar a transferir aquest nou coneixement a un producte alineat amb les necessitats del mercat. Per identificar millor els motors clau de la innovació dins de cada sector, la creació de gràfics de xarxa de recerca permet visualitzar com les xarxes de recerca produeixen publicacions, articles, invencions i patents en el sí de la comunitat acadèmica. En descriure pas a pas cada procés de producció d'innovació, emergeixen jerarquies naturals que poden permetre prioritzar inversions de cara a enfortir l'economia del coneixement. Un diagnòstic precís de cadascun dels factors (centres de recerca i d'innovació, startups, companyies líder o àncora, verticals d'indústria, suport urbanístic) permetrà identificar quins ingredients i dinàmiques ens manquen per tal de transformar el model econòmic i productiu per assolir el potencial de prosperitat latent a la RMB.

3) Diagnòstic Territorial de l'Economia del Coneixement a la RMB

L'anàlisi geoespacial d'activitats intensives en coneixement permet dur a terme diagnòstics precisos de cadascun dels camps d'indústria i de coneixement. En particular, la ciència de dades i l'anàlisi de Complexitat Econòmica il·lustra les relatives fortaleeses i febleses d'un territori, permetent així identificar objectius i estratègies específics per cada sector d'activitat econòmica.

Estratègia d'Especialització Intel·ligent d'Indústria: per tal d'identificar els sectors d'activitat industrial que presenten un avantatge comparatiu internacional, així com els tipus de productes i serveis d'especialització intel·ligent futura que permetin elevar el nivell de sofisticació i refinament de la producció dels polígons industrials i ecosistemes urbans d'innovació, amb l'objecte d'augmentar les exportacions, la diversificació i qualitat industrial, i els llocs de treball qualificats, i generar un ecosistema pròsper que reforci la posició de la RMB en l'escena econòmica internacional.

Estratègia de la Innovació i l'Economia del Coneixement: per tal de definir els usos del sòl, la capacitat immobiliària necessària per als futurs espais, i les relacions de xarxa del coneixement potencials que es poden establir entre les diferents agències i companyies en el futur districte de la innovació, amb l'objecte de configurar una xarxa de coneixement que permeti disposar d'una tensió creativa entre els centres de recerca i generació del coneixement amb el teixit industrial i tecnològic local, present i futur.

Estratègia de Regeneració Urbanística: per tal de conformar les línies mestres de la regeneració del teixit urbà físic que permetin orientar els criteris de disseny urbanístic (topologia bidimensional de carrers i avingudes, morfologia tridimensional d'edificis, entropia urbana, factor d'escala/densitat, i nivell de fractalitat / harmonia urbana) necessaris per allotjar les activitats precises per tal de que el futur districte de la innovació excel·leixi en la tasca de generar llocs de treball qualificats, aixoplugar els centres de recerca, d'innovació i empresarials adients, i conformar un àmbit urbà vibrant i atractiu per a les actuals companyies i les que hi operin en el futur.

3.1) Ecosistema Econòmic: Competitivitat Global de les Indústries

Xarxes Econòmiques i Anàlisi de 4 Quadrants

El camp de la complexitat econòmica és un camp revolucionari de la ciència de dades que té com a objectiu caracteritzar el *know how* col·lectiu de les comunitats arreu del món, comparar-los de manera anàloga, rastrejar la seva evolució al llarg del temps i extreure'n recomanacions per a la presa de decisions fonamentades en patrons de bona praxi. El model s'ha descrit de manera eloqüent a l'Atles de Complexitat Econòmica (Universitat de Harvard) i a l'Observatori de la Complexitat Econòmica (Institut de Tecnologia de Massachusetts, MIT), que destaquen les fortaleeses principals dels països i nacions d'arreu del món a través de la teoria de les xarxes.

A partir d'aquest sòlid marc conceptual, l'equip d'Aretian ha desenvolupat una metodologia d'anàlisi de la *complexitat econòmica* a escala urbana de detall. Aquesta metodologia amplia l'enfoc original territorialitzant l'anàlisi a escala de la ciutat i combina dades d'HS (exportacions de productes) amb conjunts de dades de classificació de la indústria NAICS de dades empresarials geoespacials (serveis intangibles) mitjançant el desplegament de tècniques de modelització d'intel·ligència artificial a escala urbana. La metodologia de la complexitat econòmica urbana s'il·lustra a *City Science: Performance Follows Form* (2024) i l'*Atlas of Innovation Districts* (2019).

La complexitat econòmica (índex PCI) és una mesura de la sofisticació i el valor afegit d'una determinada indústria. Una empresa amb un alt valor en complexitat econòmica produeix un servei o producte que és competitiu internacionalment, és relativament singular, i exporta més que la seva quota proporcional en comparació amb d'altres competidors. Com a resultat, la complexitat econòmica es correlaciona fortament amb productes de nínxol, altament sofisticats i és un predictor del creixement futur. Hi ha 848 codis de serveis NAICS de 4 dígit que descriuen tota la base econòmica de qualsevol ciutat, així com 775 codis HS de 4 dígit que descriuen la gamma total de productes de fabricació orientats a l'exportació. Podem calcular per a cada ciutat i indústria NAICS l'índex de complexitat del producte (PCI) específic d'aquesta àrea, indicant el nivell de refinament o sofisticació assolit per aquest sector o subindústria.

La proximitat del producte (índex PDI) estima la distància entre la cartera actual d'indústries presents a tota ciutat i aquelles indústries que estan "a l'abast" de les indústries actualment presents dins de la xarxa. La proximitat o densitat del producte estima la densitat d'una cadena de valor industrial. Per exemple, el complex automobilístic BMW de Bayern, Alemanya, és conegut per concentrar més del 70% de la seva cadena de valor, especialment les activitats més sofisticades i complexes, a menys de 50 km de Munic. Aital estratègia permet al sector de l'automòbil a Munic presentar una llarga cadena de valor, des de dissenyadors industrials, fabricants, proveïdors de peces d'automòbil i enginyers de programari de mobilitat fins a experts en motors. En termes generals, com més gran sigui el PDI, més forta serà la cadena de subministrament i més fàcil és acumular i ampliar el coneixement col·lectiu aprofitant els beneficis de l'intercanvi d'informació i coneixement en múltiples fases de la cadena de valor de la producció.

L'estratègia d'especialització intel·ligent (SS) il·lumina els sectors estratègics de qualsevol ciutat i el seu entorn més ampli com a objectius desitjables per al futur previsible. Per a això, classifiquem les indústries segons dues mètriques principals —la complexitat econòmica i la proximitat— que permetran identificar les indústries d'èxit i d'alt rendiment que convé prioritzar pel que fa inversions i marc normatiu.

L'índex d'avantatge comparatiu global (RCA) sintetitza el nivell de competitivitat global de qualsevol indústria. En termes generals, com més gran sigui la massa crítica (economies d'escala), els valors de densitat del producte (economies d'abast) i els indicadors de complexitat del producte (refinament/singularitat del servei o producte), més forta serà la competitivitat d'aquesta indústria en l'àmbit global.

Una anàlisi de quatre quadrants permet visualitzar la posició relativa de qualsevol sector i subindústria dins de l'economia global, proporcionant informació tant sobre l'escena global de la indústria de serveis (codis NAICS) com sobre l'escena de fabricació orientada a l'exportació (codis HS).

- **1r quadrant: indústries pròsperes prioritàries**, que combinen alta complexitat ($PCI > 0$) i densitat ($PDI > 0$); aquests són els millors sectors per a un creixement continuat i liderar el desenvolupament econòmic i la creació de prosperitat. Els sectors del quadrant 1 estan destinats a liderar l'economia de qualsevol ciutat i els esforços d'especialització intel·ligent.
- **2n quadrant: sectors tradicionals estancats**; sovint són indústries heretades que potser no són les més sofisticades, però proporcionen una base sòlida, combinant alts graus de densitat ($PDI > 0$) amb complexitat relativament baixa ($PCI < 0$). Poden estar en risc si no inverteixen en esforços d'innovació.
- **3r quadrant: Indústries emergents**; solen ser sectors relativament joves que combinen una alta complexitat ($PCI > 0$) amb una densitat relativament poc desenvolupada ($PDI < 0$). El reforç de les cadenes de valor de les indústries i el creixement de la massa crítica solen ser requisits previs perquè les indústries del tercer quadrant creixin.
- **4t quadrant: Indústries en Risc**; solen ser indústries que combinen baixa complexitat ($PCI < 0$) amb baixa densitat ($PDI < 0$). Per tant, aquestes indústries podrien estar exposades a riscos importants, com ara la subcontractació o la mercantilització agressiva. Una combinació d'esforços de complexitat (inversió en innovació) i esforços de densitat (cadenes de valor) pot activar i dinamitzar aquestes indústries.

El nivell de sofisticació i diversificació de la indústria de cadascun dels 160 municipis de la RMB permet determinar la competitivitat de tots els sectors d'activitat mitjançant una avaluació fonamentada en la complexitat econòmica dels codis de la indústria de serveis (Sistema de classificació de la indústria nord-americana o codis NAICS) i codis de productes orientats a l'exportació (Sistema Harmonitzat o codis HS). Així mateix, identificar les estratègies òptimes d'especialització intel·ligent que por seguir cada municipi en funció de les capacitats actuals i del saber fer col·lectiu.

La combinació d'una economia altament diversificada (PDI , resiliència, adaptabilitat) i productes i serveis sofisticats/complexos (PCI) crea la combinació òptima per aconseguir la competitivitat global (RCA) i augmentar les exportacions, l'ocupació ben remunerada i la prosperitat. Els resultats de l'anàlisi de la complexitat econòmica permeten classificar qualsevol indústria dins d'una ciutat per densitat, complexitat, ingressos i RCA , per tant, adaptar recomanacions per a cada sector i ciutat.

Especialització Intel·ligent d'Indústria: Oportunitats Estratègiques

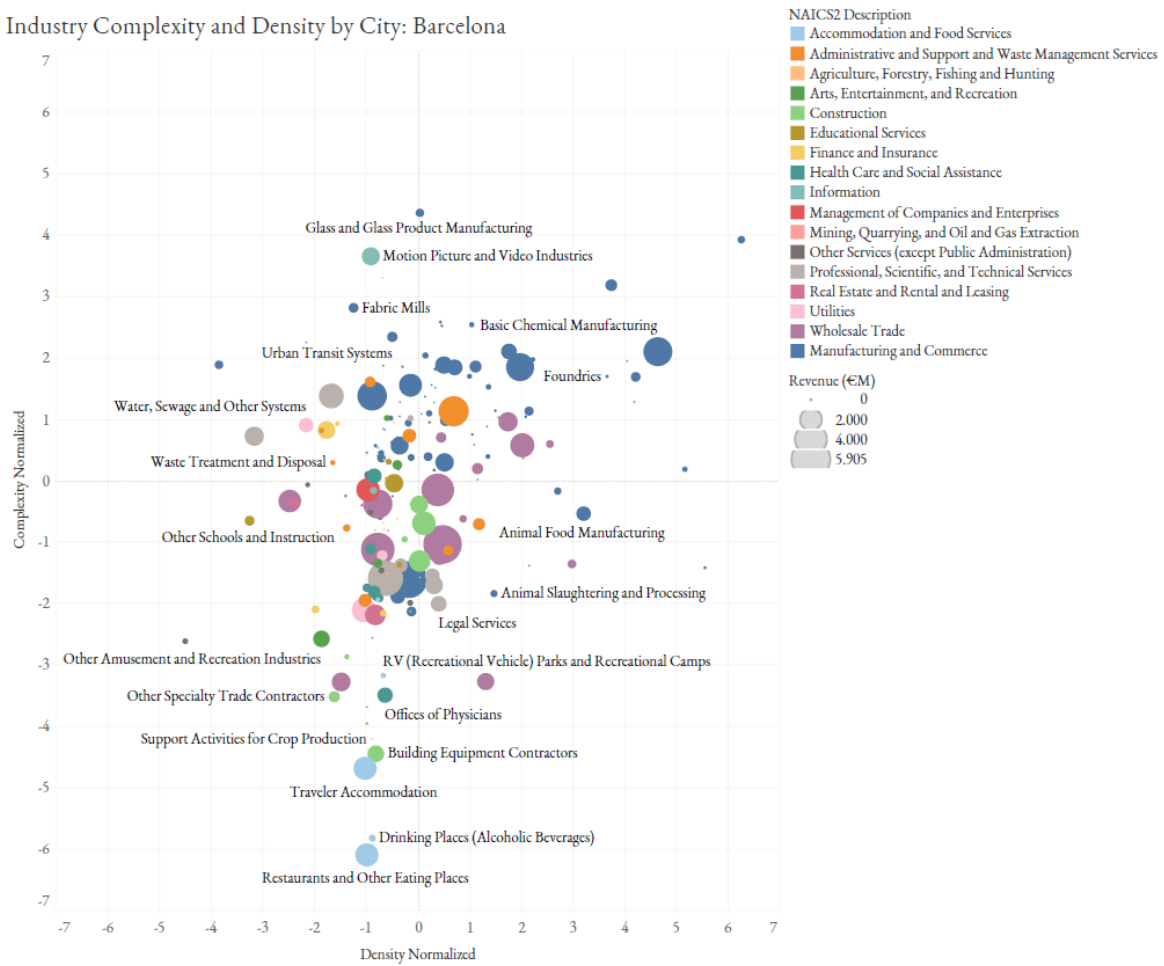
Reptes com la dispersió geoespacial de les indústries en múltiples clústers industrials, les cadenes de valor curtes (baix PDI), la massa crítica feble (baix ingressos) i la dependència excessiva de serveis de baix valor afegit (com ara el turisme, l'allotjament, el baix PCI) i els sectors manufacturers debiliten la competitivitat global de la base econòmica de Barcelona.

L'anàlisi dels quatre quadrants dels sectors de la indústria ens permet classificar els sectors en alt rendiment (Q1), tradicional i estancat (Q2), indústries emergents (Q3) i sectors en risc (Q4), informant les prioritats adaptades a cada domini i activitat de coneixement.

Especialització Intel·ligent d'Indústria: Objectius i recomanacions

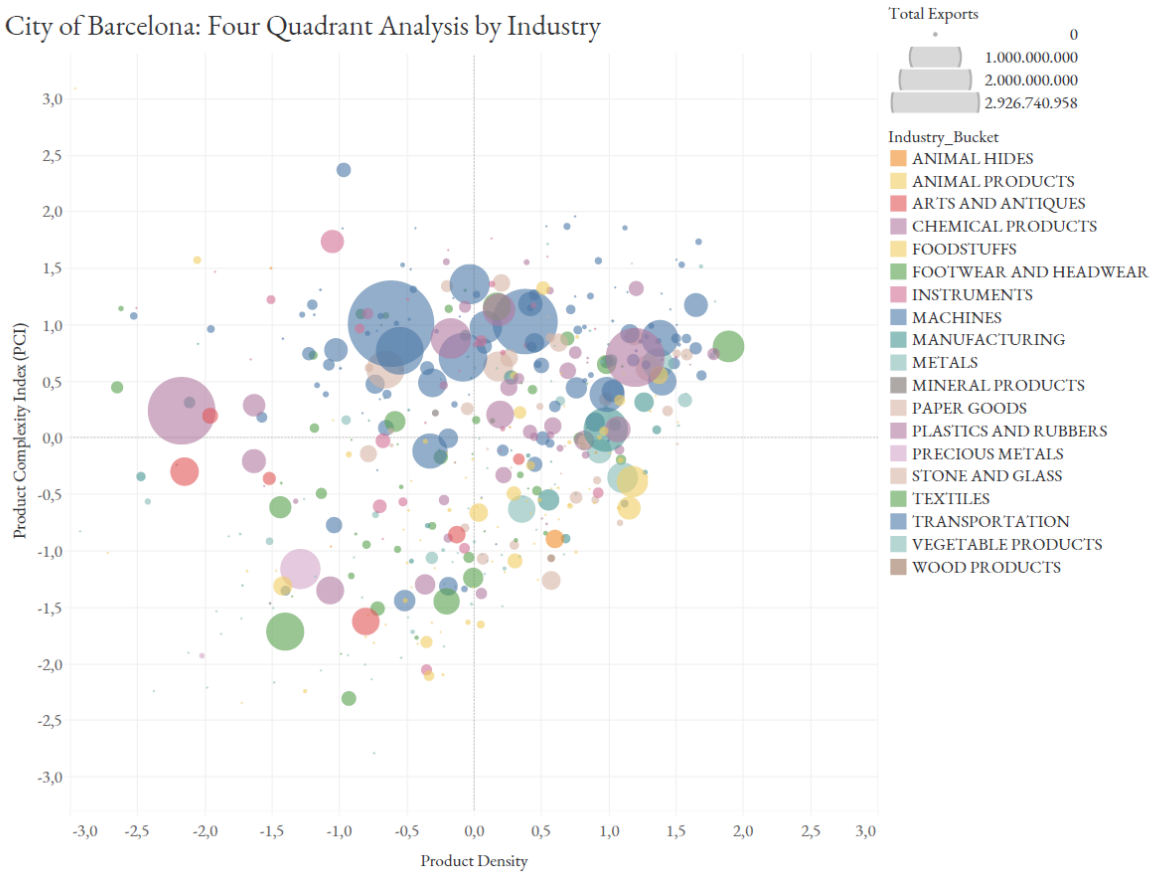
- Estratègia de desenvolupament econòmic: augmentar la diversitat i la sofisticació del sector NAICS a Barcelona de 321 indústries (92 innovadores) a 670 (170 innovadores) i les indústries manufactureres de 89 (39 innovadores) fins a 119 (45 innovadores). Estratègia: concentració geoespacial per sectors (farmacèutica, automòbil, alta tecnologia, instruments de precisió, maquinària) per al 2040.
- Economies d'escala: augmentar els ingressos anuals totals de la ciutat des de 125.823 milions d'euros fins a $\cong 190.000$ milions d'euros l'any 2040 i els ingressos relacionats amb la innovació de 29.882 milions d'euros fins a 60.000 milions d'euros. Estratègia: Perseguir la concentració geogràfica de sectors estretament relacionats en clústers, especialment repartits per les cinc zones industrials de la llera del Besòs (Bon Pastor, Torrent de l'Estadella, Montsolís, La Verneda, Verneda Industrial) al costat de la propera estació intermodal de la Sagrera.
- Economies de gamma: augmentar el nombre d'indústries d'alta densitat de 255 (d'un total de 477) fins a $\cong 350$ (d'un total de 670), mitjançant processos d'integració vertical, i facilitant l'establiment de cadenes de valor més llargues (múltiples empreses contribueixen a un producte final dins de la proximitat física, conservant el nucli IP).
- Estratègia d'innovació industrial: augmentar el nombre i els sectors intensius en coneixement i centrar-se en augmentar la transferència de tecnologia als sectors del primer trimestre, el segon trimestre i el tercer trimestre, augmentant així els valors del PCI.
- Estratègia d'especialització intel·ligent: posa èmfasi en les noves indústries potencials del quadrant 1, augmentant el nombre d'indústries amb un avantatge comparatiu global revelat (RCA) de 162 a $\cong 250$ indústries (de 775) per al 2040 reforçant la sofisticació del producte dels sectors que presenten coneixements preexistents pel que fa al *knowhow* col·lectiu.

Industry Complexity and Density by City: Barcelona



Complexitat de la indústria (NAICS - Serveis): anàlisi de quatre quadrants

City of Barcelona: Four Quadrant Analysis by Industry



Complexitat de la indústria (HS - Productes d'Exportació): anàlisi de quatre quadrants

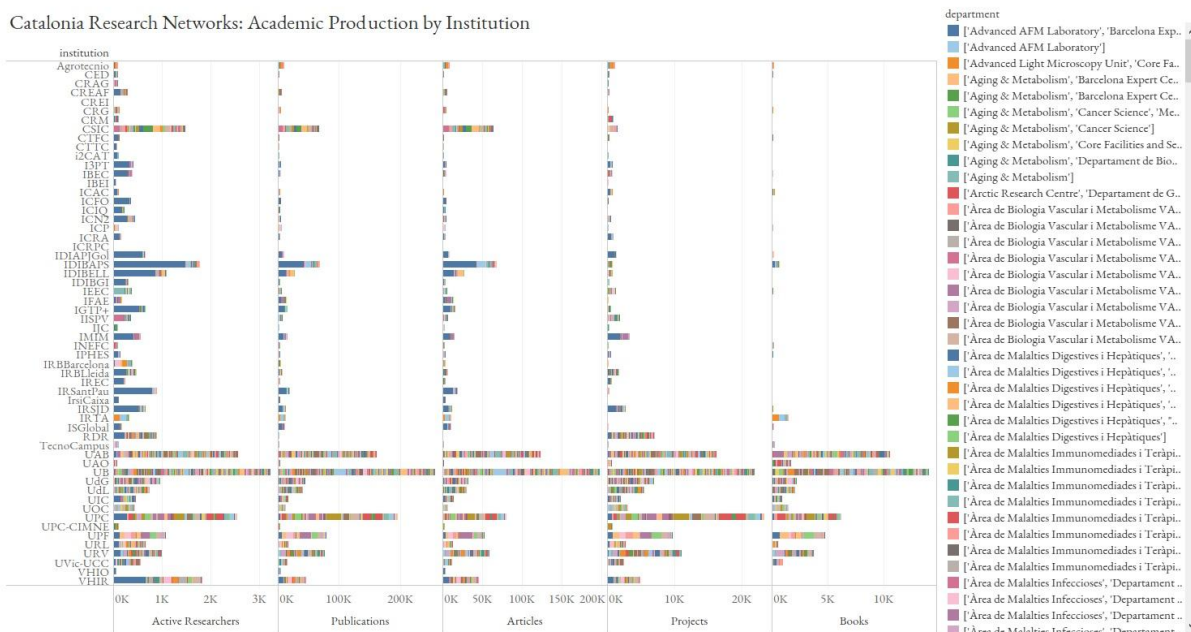
3.2) Ecosistema de la Innovació: Recerca

La regió metropolitana de Barcelona concentra 52 dels centres acadèmics superiors, de recerca, i universitats de Catalunya, aglutinant un total de prop de 31.220 recercadors actius, centrats en 2,630 departaments, i 7,670 disciplines de coneixement. Aquests han produït col·lectivament 1,32M de publicacions, 1,02M d'articles científics, 52.500 llibres, 253.000 capítols de llibre, i 142.780 projectes de recerca. El bessó digital metropolità de Barcelona permet explorar les dinàmiques de col·laboració entre recercadors per cadascun dels camps de coneixement, universitats, centres, departaments, grups i recercadors. La visualització següent sintetitza el pes relatiu de les diferents institucions de recerca i els seus camps de coneixement més representatius. Un cop còpsada la imatge de conjunt de l'ecosistema recercador, podem procedir a explorar les dinàmiques internes de facto en totes i cadascuna de les institucions. A continuació mostrem a tall d'exemple una visualització 3D representativa de la xarxa d'investigadors d'una comunitat investigadora universitària. Cada node representa un recercador, i cada color designa un departament d'investigació. La proximitat entre nodes descriu el grau de col·laboració: com més propers, més intensa i freqüent és la socialització i col·laboració entre els mateixos, en matèria de publicacions, articles científics, revistes indexades, llibres, innovacions, i projectes de recerca aplicada.

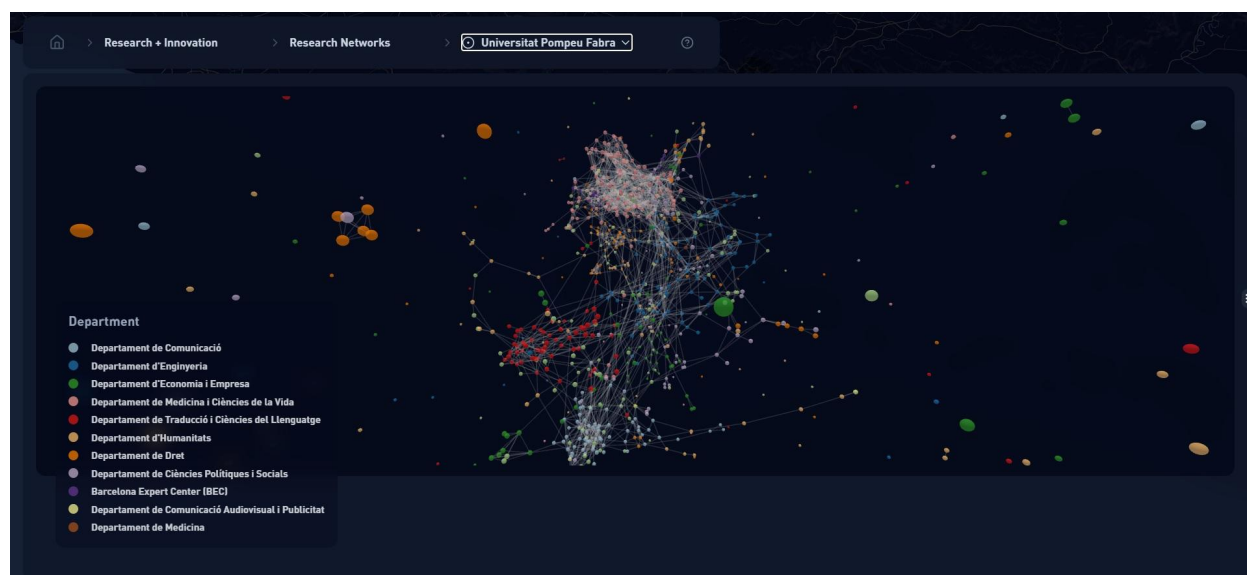
La taula següent ofereix una descripció en profunditat de les set fases d'innovació a la Xarxa de Talent:

(1) Generació o Creació d'Idees	Creació d'Idees correspon a les diferents àrees de recerca que condueixen a la creació d'idees creatives amb potencial de desenvolupament d'innovació.
(2) Recollida de Dades	La recollida de dades és el pas que segueix la idea; correspon al desenvolupament de processos de recollida de dades amb l'objectiu de confirmar la vigència de la pròpia idea.
(3) Hipòtesi	La hipòtesi és la confirmació i formulació després de la recollida de dades. A partir de les dades disponibles, els investigadors i innovadors formulen una hipòtesi que posaran a prova.
(4) Prototip	El prototip és la creació de processos, serveis o béns que segueixen els passos anteriors i que comproven la validesa innovadora del producte que s'està desenvolupant.
(5) Validació i Calibració	Validació i calibració són els passos durant els quals es consoliden, s'estandaritzen i es refinen els prototips abans del llançament del producte.
(6) Producte Mínim Viable	El producte mínim viable (PMV) constitueix la primera etapa del procés emprenedor. Correspon a la creació de startups a partir del producte o servei que s'ha desenvolupat prèviament.
(7) Producció d'Alt Valor Afegit i Difusió a Escala	Producció i Difusió a Escala és l'últim pas de les fases d'innovació. Un cop s'ha llançat un producte mínim viable, la producció en massa i la difusió són factibles. A continuació, es poden crear nous productes o serveis a sobre del producte existent per tal de consolidar l'empresa i portar-la a l'etapa d'empresa innovadora.

Catalonia Research Networks: Academic Production by Institution



Centres de Recerca a la Regió Metropolitana de Barcelona: Producció Acadèmica



Bessó Digital de la Regió Metropolitana de Barcelona - Xarxa de Recerca de la Universitat Pompeu Fabra (UPF)

Aquest marc generalitzable permet identificar els punts forts, febles, riscos i oportunitats de la comunitat investigadora alhora que informa el disseny de l'espai, la intel·ligència d'ubicació, la programació d'activitats i les estratègies organitzatives que tenen com a objectiu impulsar l'ecosistema de l'economia del coneixement local. La creixent superlinealitat de la innovació associada al creixement de la població es veu agreujada encara més per les intervencions locals de desenvolupament urbà i econòmic, com ara el foment de districtes d'innovació ben pensats.

La concentració geoespacial de l'ocupació en l'economia del coneixement, combinada amb un intercanvi de coneixement entre el món acadèmic, les startups i les empreses innovadores, pot generar efectes multiplicadors de la concentració de xarxes d'innovació sense escala. A tall d'exemple, l'àrea de Boston presenta exemples de les millors pràctiques per fomentar una economia del coneixement mitjançant la integració d'ecosistemes d'innovació altament sofisticats amb estratègies de disseny urbà.

Recerca Aplicada: Objectius i Recomanacions

Ecosistema d'innovació de classe mundial: augmentar el nombre de llocs de treball intensius en coneixement de 125.000 a 200.000 (per tant, augmentar la intensitat d'innovació del 15% al 20%) entre el 2024 i el 2040 concentrant els centres de progrés del coneixement en llocs estratègics.

Pipeline d'innovació i KPIs: reforçar les tres fases d'innovació (recerca, transferència de tecnologia, producció avançada) per augmentar la intensitat de la innovació, el rendiment i els KPI d'impacte per augmentar els ingressos/empleats des de 149.179 € fins a $\cong$ 200.000 € i els ingressos/resident de 77.818 € fins a 110.000 €, donant suport al llarg i ample de les set etapes de la innovació.

Una Pròspera Xarxa de Districtes d'Innovació: Ubicats estratègicament a la diagonal Esplugues - Alta (109 Ha, potencialment 23.000 nous empleats), Barcelona-Besòs (140 Ha, potencialment 24.000 nous empleats), Badalona i les Tres Xemeneies (190 Ha, potencialment 27.500 nous empleats), i des de la innovació fins al 40% d'intensitat d'innovació. El 60%, allotja àrees dedicades a la recerca aplicada, centres d'innovació, incubadores d'startups, coworking i enllaç amb la indústria.

Enfoc de transferència de coneixements en recerca aplicada: definiu una visió per alinear els aproximadament 2,400 camps de recerca aplicada a totes les universitats i centres de recerca amb els 98 sectors innovadors (quatre en recerca, 17 en transferència de tecnologia, 77 en producció) per densificar l'intercanvi de coneixement mutu i l'avenç tecnològic i realitzar els efectes multiplicadors de la innovació per càpita, més 4x1. ocupació i x25 ingressos més per resident).

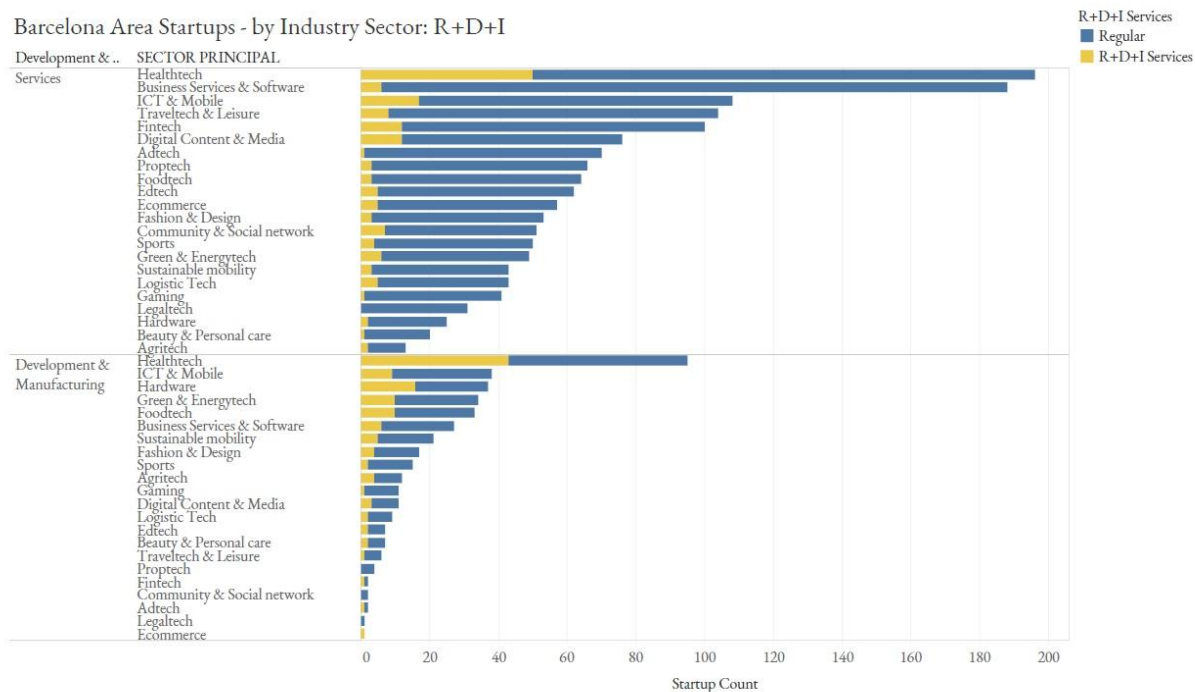
Centrar-se en les indústries tecnològiques amb un avantatge comparatiu global: posar èmfasi en l'alineació dels sectors tradicionals amb la recerca i el desenvolupament d'avantguarda. Pel que fa al panorama de les startups, pretén augmentar el nombre de startups impulsades per R+D de 279 de 1.902 a més de 750 per al 2040.

3.3) Ecosistema de la Innovació: Startups

L'anàlisi de l'estructura del sistema d'startups català revela que només 279 de les 1.902 startups de la Regió Metropolitana Barcelona són intensives en coneixement. L'atomització geoespacial de les tres fases principals de la innovació a Barcelona —amb la recerca concentrada principalment a l'àrea de l'Alta Diagonal, la transferència de tecnologia agrupada al voltant del districte 22@ i la producció ubicada majoritàriament en enclavaments de manufactures i fabricació— dificulta la capacitat de les àrees de coneixement específiques del sector per completar el pipeline d'innovació. Aquest pipeline comença amb la investigació bàsica i després continua amb la investigació aplicada, passant per centres d'innovació i plataformes tecnològiques abans de connectar-se finalment amb les verticals de la indústria de cada domini de coneixement específic. Per tant, un nombre molt reduït de startups autoidentificades a l'àrea de Barcelona es basen en R+D: només el 14% de totes les startups. Concretament, només el 10% de les startups de serveis són realment innovadores i només es pot considerar que el 30% de les startups basades en productes contribueixen a l'avenç de la frontera del coneixement.

Èmfasi en les indústries tecnològiques amb un avantatge comparatiu global: convé centrar l'èmfasi en l'alineació dels sectors tradicionals amb la recerca i el desenvolupament d'avantguarda. Pel que fa al panorama de les startups, pretén augmentar el nombre de startups impulsades per R+D de 279 de 1.902 fins a més de 750 startups impulsades per R+D per al 2040. Un factor clau que limita la consolidació d'una escena d'innovació dinàmica i de classe mundial a Barcelona és l'escena relativament feble de les startups. Tot i que és cert que l'àrea de Barcelona ha estat testimoni de l'augment d'un nombre important de les anomenades startups en els darrers anys (1.902), la gran majoria d'elles no depenen de productes i serveis d'R+D intensius en coneixement sinó de serveis de suport als processos de digitalització i altres activitats econòmiques secundàries. Només 279 de les 1.902 startups de la zona poden afirmar presentar solucions impulsades per R+D. Concretament, de les 1.510 startups orientades a serveis, només 156 són derivades de la R+D, principalment en sanitat, TIC i tecnologies mòbils, FinTech i continguts i mitjans digitals. De les 392 startups de desenvolupament i fabricació de productes a l'àrea de Barcelona, només 123 són impulsades en R+D al voltant de la sanitat, el maquinari, la tecnologia verda i energètica, la tecnologia alimentària i les TIC i les tecnologies mòbils. En resum, les startups notablement sofisticades relacionades amb l'alta tecnologia són relativament escasses a l'àrea de Barcelona.

L'avaluació del desglossament de les startups per tecnologia bàsica, les principals startups orientades a la R+D per tecnologia bàsica són: IA i Big Data (53), cloud and edge computing (20), IoT i sensors (11), AR/VR (10) i bioenginyeria i medicina regenerativa (10). El desglossament de les startups innovadores de fabricació avançada per tecnologia presenta el següent rànquing: automatització/robòtica (24), bioenginyeria (17), IoT (14) i IA i Big Data (14). Un punt clau per avançar és que un grup més fort de startups altament innovadores podria contribuir a consolidar un panorama d'innovació de primer nivell a l'àrea de Barcelona. Facilitar la col·laboració entre les empreses spin-off de la recerca aplicada i els sectors tradicionals tindria un paper fonamental en aquest procés.



Startups presents a la RMB: classificació per Serveis/Productes, Sector, i R+D

3.4) Ecosistema de la Innovació: Indústries Intenses en Coneixement

El diagrama següent descriu les dinàmiques d'evolució natural dels sectors intensius en coneixement al voltant de Barcelona de cara als propers anys si no és produeixen xocs exògens substancials que n'alterin les inèrcies principals. Noti's que només es preveu la creació d'uns 26.000 llocs de treball intensius en coneixement, dels prop de 75.000 que la ciutat necessitarà els propers anys per saldar el dèficit actual, i esdevenir una ciutat veritablement puntera pel que fa a l'atracció de talent i la creació de productes i serveis d'alt valor afegit.

Una avaluació comparativa de les indústries relacionades amb la innovació a Barcelona i Boston presenta una sèrie d'aprenentatges altament reveladors i fèrtils. Malgrat comptar amb una població notablement superior, Barcelona presenta comparativament força menys indústries innovadores. A més, els sectors innovadors que abasten les tres fases d'innovació tendeixen a presentar, de mitjana, un PCI substancialment inferior o un índex de complexitat de producte específic de la indústria. És adient remarcar que els sectors de recerca aplicada són particularment febles a Barcelona, singularment en comparació amb ecosistemes com els de Boston, Seattle, San Francisco, Austin o Pittsburgh, entre d'altres. A més, els sectors de transferència de coneixement presenten un grau de densitat més elevat (cadena de valor més fortes) a Boston en comparació amb Barcelona. Indústries com els serveis de disseny especialitzat, el disseny de sistemes informàtics, el programari, l'enginyeria civil i el disseny d'arquitectura, o els serveis professionals, científics i tècnics (consultes de boutiques) presenten un nivell de densitat industrial notablement superior a Boston que a Barcelona.

En resum, la ubicació de districtes innovadors al costat d'institucions i universitats innovadores fomentarà una major innovació en ambdós àmbits. Això crearà un camí per crear un ecosistema d'innovació de classe mundial a Barcelona, amb dinàmiques de xarxa que puguin aprofitar el potencial dels ciutadans i alhora generar efectes a llarg termini per impulsar la innovació a les indústries clau. Cal destacar que el districte d'innovació 22@ ha creat un dels centres econòmics més dinàmics de Barcelona. Malgrat comptar amb una base d'ocupació molt menor que les Corts/Alta Diagonal o fins i tot la Dreta de l'Eixample, el districte ha pogut generar uns ingressos anuals similars als de la Dreta de l'Eixample (uns 14.000 milions d'euros). Un factor clau ha estat el major grau d'innovació concentrat al voltant del Parc i la Llacuna del Poblenou. Això ha generat un intercanvi de capital intel·lectual que ha comportat els efectes multiplicadors de l'economia del coneixement.

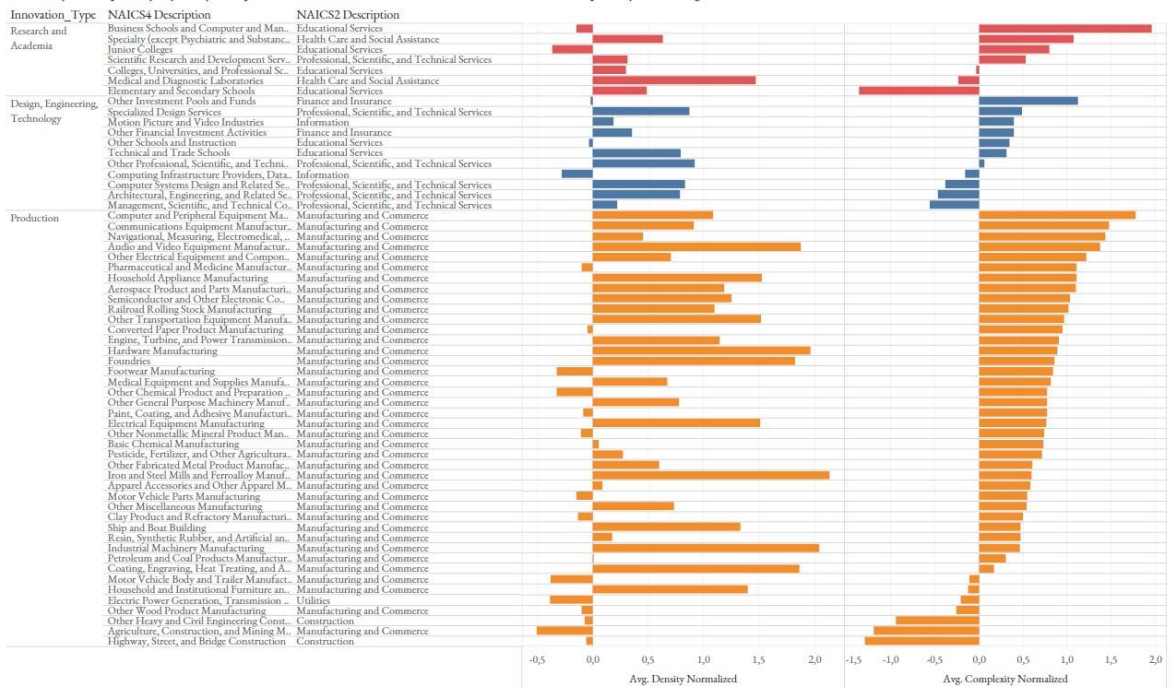
L'àrea metropolitana de Barcelona té el potencial de crear un nou ecosistema pròsper d'innovació format per districtes d'innovació seleccionats i centres d'economia del coneixement específics de la indústria. Això situaria Barcelona com una potència econòmica i de coneixement a Europa i a l'estranger. Els esforços en curs per donar suport a la consolidació d'un panorama d'innovació naixent i molt prometedor a Barcelona ofereixen a la regió immenses oportunitats per aprofitar el potencial dels seus ciutadans, augmentar la qualitat de vida a tota la regió i generar cicles de prosperitat sostinguts i distribuïts.

Industry Complexity by City: Top Innovation Sectors across Cities - Barcelona (Complexity Ranking)



Diagnòstic de la Innovació a Barcelona

Industry Complexity by City: Top Innovation Sectors across Cities - Boston (Complexity Ranking)



Diagnòstic de la Innovació a Boston: noti's l'avantatge substancial de Boston respecte de Barcelona pel que fa a la complexitat/sofisticació i fortaleza de la recerca i transferència de coneixement

3.5) Ecosistema de la Innovació: Context Urbanístic

El disseny urbanístic dominant en una ciutat impacta significativament els patrons de socialització, d'intercanvis de coneixement, i de generació de riquesa en les ciutats. Barcelona i la seva regió metropolitana tenen l'oportunitat d'optimitzar la seva eficiència urbana mitjançant principis de disseny fractal que ajudin a millorar la integració social i la distribució de serveis.

L'urbanisme al servei de la socialització professional i la prosperitat: el Model Metropolità Fractal

La visió de desenvolupament urbanístic per a Barcelona ha de prioritzar el model de metròpoli fractal, que aposta per patrons *auto-similars* en la morfologia urbana de diferents escales. Aquesta visió té com a objectiu aconseguir elevar l'índex d'excel·lència urbanística o fractalitat mitjà del 67% al 75%, que, augmentaria significativament l'eficiència de la urbanització, amb una previsió d'increment de la connectivitat urbana i accessibilitat superior al 80%. Incorporar aquest model fractal en la planificació i el disseny urbanístic de Barcelona i la regió metropolitana proporcionarà dos avantatges clau: desplaçaments més eficients i millor accés als serveis crítics, i espais arquitectònics jerarquitzats que fomentin la interacció social.

.

Xarxa de Districtes d'Innovació

Concebre una visió urbanística que impulsi la prosperitat i l'economia del coneixement. Per aconseguir això cal crear una xarxa de districtes d'innovació estratègicament situats prop dels principals centres de recerca, albergant els espais físics que donen suport per augmentar l'ocupació del coneixement de 125.000 a 200.000 en els propers anys. Una estratègia de qualitat per impulsar la regió metropolitana és concebre i dissenyar una xarxa de 5 districtes d'innovació estratègicament ubicats, al voltant de centres o companyies de referència

- Esplugues-Pedralbes-Bonanova (Nou Hospital Clínic, Sant Joan de Déu, UPC, UB, URL...)
- Badalona (IGTP, Institut Josep Carreras, Clínica Guttman, IrsiCaixa, etc)
- 22@ Est (BarcelonaTech Campus Besòs, IAAC, etc)
- Besòs Industrial de Barcelona (Bon Pastor, Torrent de l'Estadella, Montsolís...)
- Ecosistema Zona Franca i Port-Aeroport

que presentin el dia de demà com a mínim un 35% d'intensitat d'innovació i si pot ser més del 50%. Els districtes d'innovació de més èxit del món superen el 70% (Kendall Square/MIT 84%, Harvard, Pittsburgh, etc superen el 75%)

Així com 25 ecosistemes d'innovació locals distribuïts per la regió metropolitana (Sant Cugat, Cerdanyola, Mataró, Vilanova, Sabadell, etc)

Morfologia urbana: optimització de la densitat

Assolir una optimització de la densitat urbana i preveure un patró de creixement adaptat per a cadascun dels 160 municipis de l'àrea metropolitana. L'objectiu és acollir 675.000 ciutadans i 475.000 habitatges, seguint patrons de creixement sostenibles i informant d'una assignació intel·ligent de noves zones residencials. Actualment, 51

municipis superen la seva densitat òptima, i 109 presenten valors inferiors. Alguns exemples els trobem amb els següents municipis:

- L'Hospitalet de Llobregat: 21.300 en lloc de l'òptim 6.200 habitants / km²
- Santa Coloma de Gramenet: 17.000 en lloc de l'òptim 3.900 habitants / km²
- Badia del Vallès: 14.900 en lloc de l'òptim 1.900 habitants / km²
- Premià de Mar: 13.400 en lloc de l'òptim 1.800 habitants / km²
- Sant Adrià del Besòs: 9.800 en lloc de l'òptim 1.900 habitants / km²

Zonificació òptima d'activitats i serveis

Utilitzar diferents jerarquies per a la zonificació, amb equipaments de nivell més alt (per exemple, agències de recerca de classe mundial, hospitals, centres culturals) ubicats a les àrees centrals i serveis locals (per exemple, petites empreses, escoles) distribuïts per barris. Això permet optimitzar l'accés als serveis i promoure un ús eficient del sòl. S'ha d'establir una estratègia de zonificació i programació basada en la distribució geoespacial, assegurant que les activitats més sofisticades es concentrin en àrees específiques mentre els serveis bàsics es distribueixin àmpliament pel territori.

Nivells d'entropia mitjans

Dissenyar espais urbans que equilibren estructures geomètriques rígides i patrons de creixement orgànic, garantint que l'entropia de la forma de la ciutat afavoreixi comunitats diverses i dinàmiques, alhora que minimitza els residus i maximitza l'ús de l'espai. Incorporar valors d'entropia urbana intermèdia (entre 45% i 55%) en els nous desenvolupaments urbans per afavorir la interacció social i reduir el consum de recursos.

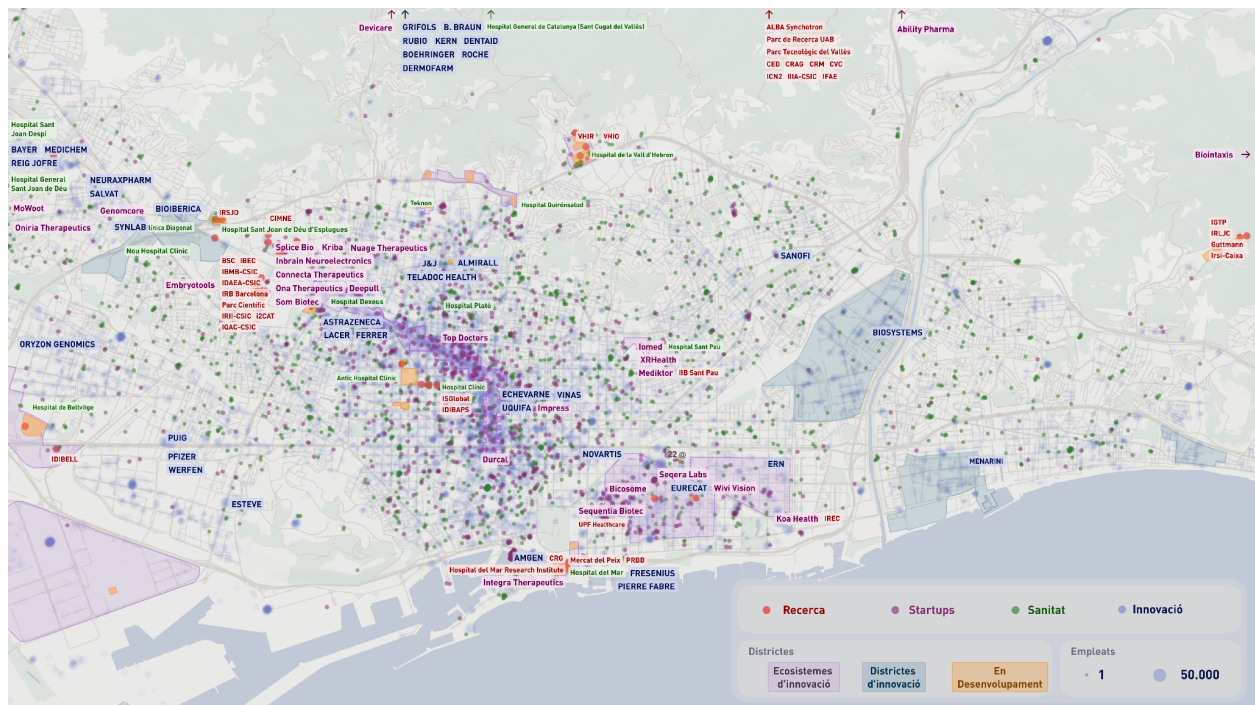
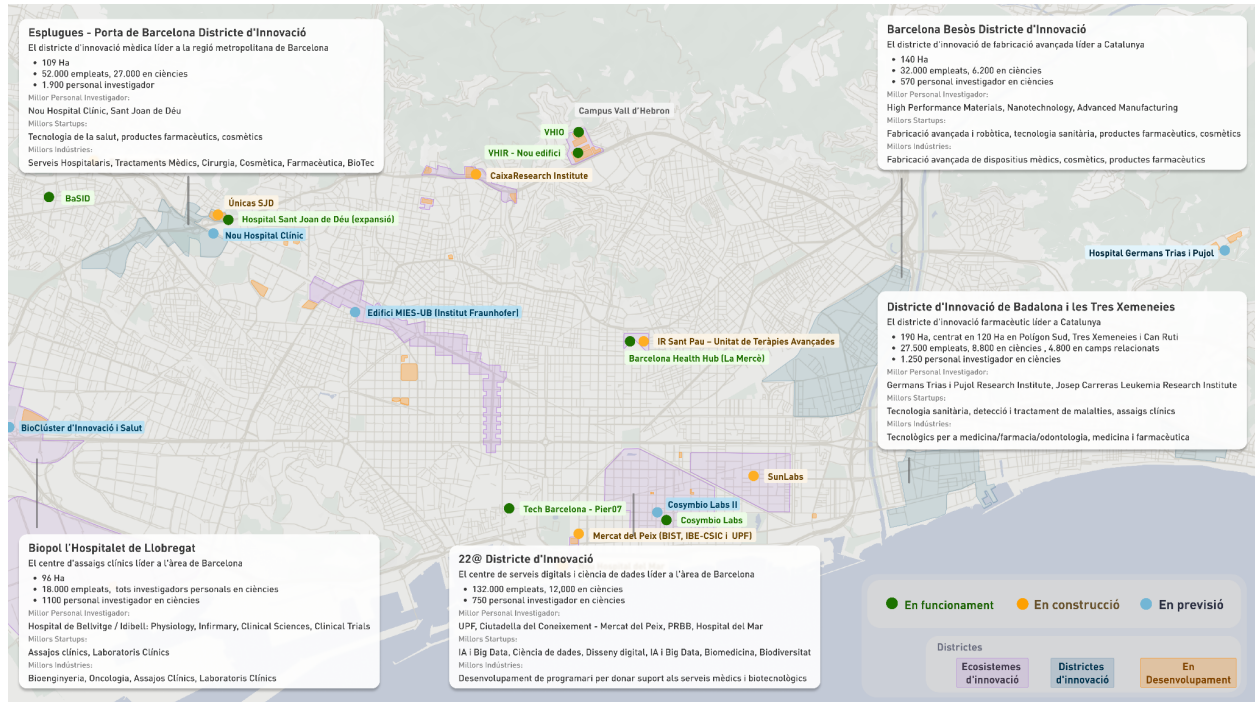


Diagrama de síntesi de l'ecosistema innovador de Ciències de la Salut a la Regió Metropolitana de Barcelona



Els propers Districtes d'Innovació i l'impacte en Ciències de la Salut a la Regió Metropolitana de Barcelona

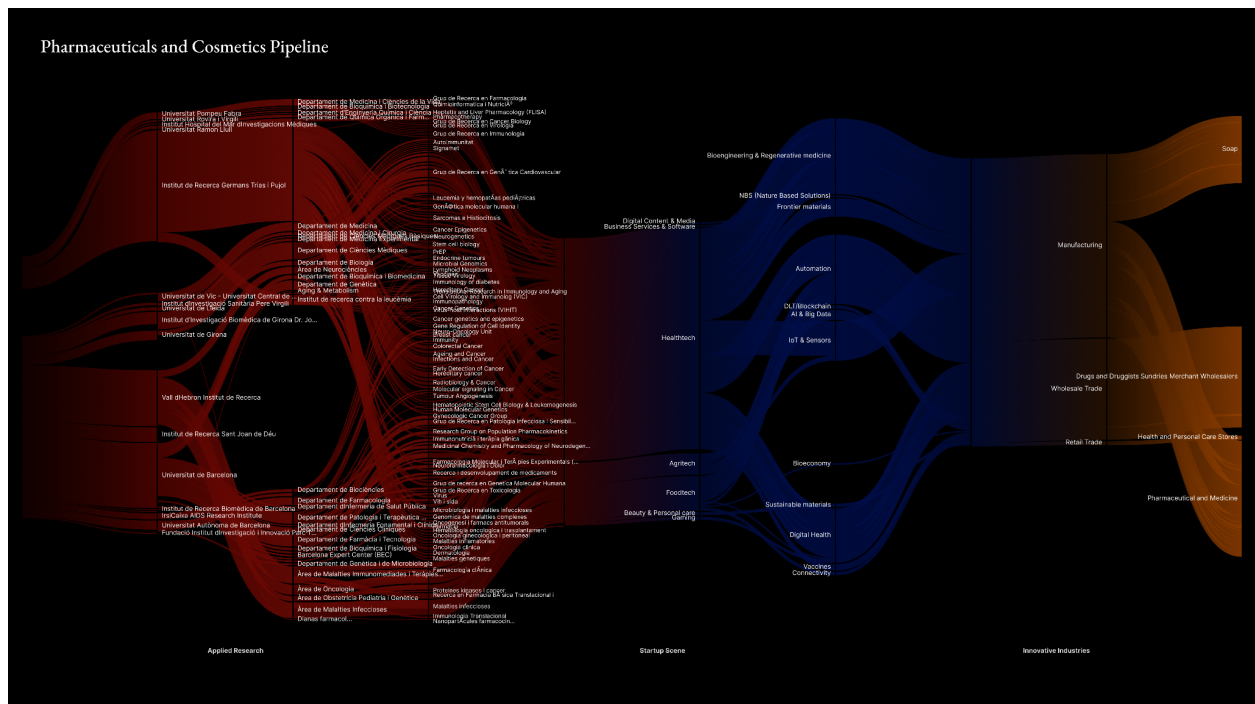


Diagrama de Fluxe de la Innovació en el sector Farmacèutic i Cosmètic, un dels 12 camps de coneixement prioritatis per l'ecosistema innovador de la RMB per els propers anys

4) Riscos i Oportunitats de l'Economia del Coneixement a la RMB

Manca de massa crítica: La Regió Metropolitana Barcelona presenta actualment un dèficit de massa crítica pel que fa al teixit productiu. Malgrat la presència d'algunes empreses globals, la gran majoria dels sectors estan atrapats en indústries de tecnologia mitjana, amb una petita minoria d'activitats que compleixen estàndards de sofisticació d'avantguarda i de classe mundial.

Fragmentació territorial: Els teixits productius industrials i de coneixement de la Regió Metropolitana de Barcelona es troben força atomitzats geogràficament. Aquesta segregació territorial dificulta la consolidació de concentracions geogràfiques per camps de coneixement, l'enfortiment de les cadenes de valor, i el floreixement d'ecosistemes capaços de completar les set fases de la innovació. Per tant, convé consolidar els respectius ecosistemes, particularment els que es troben més allunyats dels centres de recerca, innovació aplicada i polígons industrials

Atomització d'indústria: la Regió Metropolitana de Barcelona compta amb 475 serveis diferents (NAICS) i 208 famílies de productes d'exportació (HS) competitius globalment i un total de més de 2.400 camps de coneixement presents a la seva àrea d'influència. Tanmateix, només un grapat de sectors presenten pics d'innovació pel que fa a la sofisticació del producte i la singularitat del servei. Per tant, és una necessitat estratègica per al municipi i la regió metropolitana més àmplia consolidar cadenes de valor completes en aquells àmbits de coneixement que presenten el major nivell de maduresa i potencial de generació de prosperitat. Incorporar centres d'innovació és clau per assegurar les set etapes de la innovació en els diferents camps de coneixement presents.

Els dotze Sectors Estratègics d'Oportunitat: Bona part de la indústria productiva del sector de serveis i manufactures industrials se centra en productes i serveis de nivell de tecnologia mitjà o mitjà-baix. A desgrat d'aquest fet, mercès a una elevada diversificació d'indústria, la Regió Metropolitana de Barcelona presenta un fort potencial en dotze camps de coneixement:

- **Robòtica, Instrumentació, i Fabricació Avançada:** Innovacions en robòtica, automatització, enginyeria de precisió i nous materials que impulsen la producció industrial.
- **Agritecnologia:** Avenços en agricultura de precisió, conreus resistents al clima, seguretat alimentària i sistemes agrícoles sostenibles
- **Intel·ligència artificial:** Aplicacions de l'aprenentatge automàtic, l'automatització, la ciència de dades i la presa de decisions basades en IA a totes les indústries.
- **Media, cultura digital i ciències socials:** Recerca a la intersecció dels mitjans digitals, l'anàlisi del comportament, la interacció home-ordinador i els estudis urbans.
- **Disseny i prototipatge digital:** Avenços en disseny computacional, modelatge generatiu, AR/VR i tècniques de fabricació digital.

- **Tecnologies emergents:** Avenços en informàtica quàntica, blockchain, bioinformàtica i sistemes informàtics de nova generació.
- **Energia i sostenibilitat (E&S):** Innovacions en energies renovables, xarxes intel·ligents, solucions d'economia circular i tecnologies climàtiques
- **Medicina i Biotecnologia:** Desenvolupaments d'avantguarda en biotecnologia, dispositius mèdics, diagnòstic sanitari i bioinformàtica.
- **Nanotecnologia:** Recerca en materials a nanoescala, enginyeria molecular i aplicacions d'alt rendiment a les indústries.
- **Farmàcia i Cosmètica:** Avenços en R+D farmacèutica, biofarmacèutica, descobriment de fàrmacs i ciència cosmètica.
- **UrbanTech:** Tecnologies centrades en la construcció, immobiliari, edificis intel·ligents, habitatges sostenibles i innovacions de medi ambient construït.

5) Estratègia urbana i d'innovació per potenciar l'economia del coneixement

Les inèrcies heretades del desenvolupisme i la forta dependència de Barcelona del turisme i dels sectors tecnològicament poc sofisticats limita la seva complexitat econòmica i la prosperitat de la regió metropolitana. És necessari desenvolupar un seguit d'estratègies que elevin el valor afegit de les diferents indústries de la ciutat. Les institucions de l'àrea de Barcelona haurien d'esforçar-se per concebre, donar forma, nodrir, donar suport i desenvolupar una constel·lació de centres d'economia del coneixement situats estratègicament. Aquests centres haurien d'aspirar a servir els ciutadans de la ciutat mitjançant la creació de llocs de treball de qualitat i llocs d'ancoratge atractius per al desenvolupament econòmic. Aquests centres es poden desenvolupar seguint directrius estratègiques, utilitzant noves eines d'anàlisi urbana i analitzant conjunts de dades i KPI rellevants

Eleva la massa crítica en innovació: de 125.000 a 200.000 llocs de treball intensius en coneixement

Desenvolupar una xarxa de districtes d'innovació centrats en investigació aplicada, transferència de tecnologia i producció avançada. Aquests hubs han de promoure la col·laboració multidisciplinària, oferint suport a startups i altres innovadors. L'objectiu ha de ser augmentar el nombre de llocs de treball d'alt coneixement a Barcelona de 125.000 a 200.000 fins al 2040, augmentant la intensitat d'innovació del 15% al 20%. Això implica concentrar els hubs d'avançament del coneixement en ubicacions estratègiques dins de la ciutat i la regió metropolitana.

Augmentar la diversitat d'indústries, productes, i serveis innovadors

Concentrar indústries com la farmacèutica, la fabricació d'automòbils, l'alta tecnologia, els instruments de precisió i la maquinària en clústers geoespacialment localitzats per millorar l'eficiència sectorial i la innovació. L'estratègia busca fomentar una economia globalment competitiva centrada en indústries especialitzades i de valor afegit elevat, alhora que es reforcen les ja existents. Augmentar la diversitat i sofisticació de les indústries de Barcelona. Concretament, augmentar la diversitat de la indústria NAICS de 321 indústries (92 innovadores) a 670 indústries (170 innovadores) i les indústries de manufactures de 89 (39 innovadores) a 119 (45 innovadores) fins al 2040.

Doblar els ingressos promitjos per treballador i ciutadà entre 2025 i 2045

Aconseguir aquest objectiu mitjançant la concentració geogràfica dels sectors relacionats en cinc àrees industrials situades al llarg de la línia del riu Besòs, la qual cosa fomentarà la col·laboració, millorarà l'eficiència productiva i crearà noves oportunitats laborals. Augmentar els ingressos anuals totals de la ciutat de 125.823 milions d'euros a aproximadament 190 milions d'euros fins al 2040, millorant la resiliència econòmica de la ciutat.

Fomentar la integració vertical de les indústries: de 2-3 a 5-9 etapes de la cadena de valor

Centrar-se en la integració vertical dins d'indústries amb alt potencial, que permet la millora dels processos de producció i la transferència de coneixement, la qual cosa generarà major diversificació econòmica i més llocs de treball. Cal augmentar el nombre d'indústries verticalment integrades a Barcelona de 255 de 477 a aproximadament 350, establint cadenes de valor més llargues i creant economies d'abast.

Enfortir els mecanismes de transferència de coneixement

Enfortir les activitats d'innovació i l'intercanvi de coneixement entre sectors per fomentar una economia del coneixement més robusta, centrant-se en les àrees amb alt potencial per a avançaments tecnològics. Per tant, cal millorar la transferència de tecnologia (universitats - centres de cerca - sector privat) per augmentar el nombre de sectors d'alt coneixement a Barcelona, creant oportunitats laborals d'alta qualitat.

Especialització intel·ligent d'indústria i serveis

Centrar els esforços en indústries altament sofisticades que tinguin el potencial de convertir-se en líders globals en els seus respectius camps, atraient inversions internacionals, talent i fomentant creixement econòmic. Augmentar el nombre d'indústries altament competitives a Barcelona de 255 a 360 fins al 2040, centrant-se en les indústries del Quadrant 1 (aquelles que es preveu que liderin l'economia de la ciutat).

Suport a les Set Fases de la Innovació en 12 camps del coneixement

Proporcionar suport sistemàtic a les set fases de la innovació—des de la recerca bàsica fins als productes finals per al mercat—per millorar els resultats d'innovació. Les polítiques de suport han d'incloure un augment de la inversió en transferència de tecnologia, infraestructures per a startups i col·laboracions amb la indústria. Enfortir les tres fases de la innovació (recerca, transferència de tecnologia i producció avançada) per millorar la intensitat d'innovació, el rendiment i l'impacte. L'objectiu és augmentar els ingressos per treballador de 149.179 € a 200.000 € i els ingressos per resident de 77.818 € a 110.000 € fins al 2040.

Xarxa de 5 Districtes d'Innovació

Establir una xarxa de districtes d'innovació ubicats estratègicament per tota la regió metropolitana, amb l'objectiu d'assolir una intensitat d'innovació de fins al 60% en algunes àrees. Els llocs clau per a aquests districtes inclouen Barcelona-Besòs, Esplugues, Badalona i Les Tres Xemeneies. Cada districte ha d'acollir àrees de recerca aplicada, centres d'innovació, incubadores de startups i espais de coworking. Aquesta concentració de recursos d'innovació augmentarà l'ocupació d'alt coneixement i fomentarà la col·laboració entre universitats, startups i indústries.

Programes de Transferència de Tecnologia en 12 camps del coneixement

Desenvolupar una estratègia específica per al transferència de coneixement creant col·laboracions indústria-universitat, assegurant que la recerca estigui directament relacionada amb la innovació en sectors clau. S'espera que aquesta alineació augmenti significativament els resultats d'innovació, creant efectes multiplicadors pel que fa a ocupació i ingressos. Alinear els aproximadament 1.500 camps de recerca aplicada a les universitats i centres de recerca de Barcelona amb els 98 sectors innovadors per facilitar un alt nivell d'intercanvi de coneixement i avançament tecnològic.

Startups: De 280 a 750 intensives en coneixement

Afavorir el creixement de les indústries tecnològiques amb un avantatge comparatiu global, centrant-se en sectors com biotecnologia, manufactura avançada i IA. Això s'aconseguirà mitjançant incentius específics, polítiques

que afavoreixin la comercialització de la tecnologia, i fomentant les col·laboracions entre acadèmia, startups i empreses consolidades. L'objectiu ha de ser augmentar el nombre de startups basades en R+D a Barcelona, de 279 a més de 750 fins al 2040, mitjançant la integració dels sectors tradicionals amb recerca d'avantguarda.

Una visió per una Regió Metropolitana de Barcelona pròspera

El disseny urbanístic i les estratègies de desenvolupament econòmic proposades per a Barcelona s'emmarquen en una visió integral per millorar la qualitat de vida dels seus ciutadans i garantir la sostenibilitat de la ciutat i la seva regió metropolitana. Aconseguir un model metropolità fractal, basat en la creació de patrons autosimilars en la morfologia urbana, millorarà significativament l'eficiència de la ciutat, permetent una mobilitat més eficient i un millor accés als serveis crítics. A més, una optimització de la densitat urbana i una zonificació intel·ligent afinarà la distribució de serveis, incrementarà la integració social i garantirà un ús eficient del sòl. Barcelona compta actualment amb diversos punts forts, i sòlides perspectives per convertir-se en una pròspera metròpoli fractal atès que gran part de la ciutat, al seu nucli, ja està dissenyada seguint un traçat eminentment fractal (Eixample i Sant Martí, així com àrees properes). Aquesta estratègia organitzativa es pot ampliar arreu de l'Àrea Metropolitana de Barcelona amb criteris i intervencions específiques per cada districte de la ciutat i municipi de la regió metropolitana.

L'estratègia econòmica i de talent proposada centrada a diversificar i elevar la sofisticació industrial permetrà l'emergència de clústers de talent geogràficament concentrats que promoguin la innovació i la prosperitat econòmica. El desenvolupament de districtes d'innovació estratègicament ubicats i dissenyat és clau per impulsar l'economia del coneixement. Així mateix, cal d'enfortir els mecanismes de transferència de coneixement entre universitats i indústries per establir les bases per tenir una economia competitiva a escala mundial. L'èxit en la consecució d'aquests objectius serà fonamental per posicionar Barcelona a l'avantguarda del desenvolupament urbanístic i la prosperitat econòmica. Durant les properes dècades, aquestes estratègies impulsaran la ciutat cap a una major innovació, resiliència econòmica i un nivell de vida més alt. Amb l'aplicació d'aquestes mesures, Barcelona podrà garantir uns nivells elevats d'integració social, de sostenibilitat ambiental i de qualitat de vida per als seus ciutadans.

Bibliografia

Aretian Urban Analytics and Design: Barcelona Metropolitan Region City Digital Twin

Aretian Urban Analytics and Design: A Vision for Barcelona's Future. City Science Illuminating Urban and Economic Development

Aretian Urban Analytics and Design. Masterplan - Estudi d'Estratègies de Desenvolupament Urbanístic i Econòmic dels Teixits Productius i Teixit Industrial del Besòs del Municipi de Barcelona. 2022.

Aretian Urban Analytics and Design. Masterplan i Estratègia de Desenvolupament Urbanístic i Econòmic de l'Àmbit d'Oportunitat Porta de Barcelona, Esplugues de Llobregat. 2023.

Aretian Urban Analytics and Design. Masterplan Urbanístic i Econòmic de la Ciutat de Badalona Servei de Redacció del Treball de Definició de la Transformació Econòmica i Urbanística de Badalona. 2023.

Bettencourt, L. M. A., Lobo, Helbing, D., Kühnert, C., and West, G. B. "Growth, Innovation, Scaling and the Pace of Life in Cities." PNAS 104, no. 17 (2007): 7301–7306.

Bettencourt, L. M. A., Lobo, J., and Strumsky, D. "Invention in the City: Increasing Returns to Scale in Metropolitan Patenting." Research Policy 36, no. 1 (2007): 107–120.

Bettencourt, L. M. A., Lobo, J., Strumsky, D., and West, G. B. "Urban Scaling and the Production Function for Cities." PLoS ONE 8, no. 3 (2013): e58407.

Burke, J., and Gras Alomà, R. Atlas of Innovation Districts. Aretian and Opipno, Cambridge (MA), 2019.

Burke, J., and Gras Alomà, R. "El Reto de Las Ciudades, Los Distritos de Innovación y Las Cadenas de Valor en la Era de la Economía Global y la Automatización." Panorama Social 32 (2020): 33–48.

Burke, J., and Gras Alomà, R. "Cinco Claves para Impulsar el Éxito de Los Distritos de Innovación." MIT Technology Review, July 29, 2019.

<https://www.technologyreview.es/s/11331/cinco-claves-para-impulsar-el-exito-de-losdistritos-de-innovacion>.

Burke, J., and Gras Alomà, R. "City Science: Performance Follows Form." Actar, 2023.

Burke, J., and Gras Alomà, R. "Hacia Una Nueva Ciencia para Entender y Diseñar Mejor Las Ciudades." MIT Technology Review, August 8, 2019.

<https://www.technologyreview.es/s/11355/hacia-una-nueva-ciencia-para-entender-ydiseñar-mejor-las-ciudades>.

Burke, J., and Gras Alomà, R. "Urban AI: The Science behind the 15-Minute City." Urban AI, June 8, 2021.

Burke, J., Gras Alomà, R., Yu, F., and Kruguer, J. "Multiplying Effects of Urban Innovation Districts: Geospatial Analysis Framework for Evaluating Innovation Performance within Urban Environments." In Piselli

C., Altan, H., Balaban, O., and Kremer, P. (Eds.), *Innovating Strategies and Solutions for Urban Performance and Regeneration*. Cham: Springer, 2022.

Burke, J., Gras Alomà, R., Yu, F., and Kruguer, J. “Geospatial Analysis Framework for Evaluating Urban Design Typologies in Relation with the 15-Minute City Standards.” *Journal of Business Research* 151 (2022): 651–667.

Cerdà, I. *General Theory of Urbanization 1867*. Barcelona: Actar, 2018.

Gras Alomà, R. “Discoveries from the Atlas of Innovation Districts.” UD, 2019.
<https://www.ud-id.com/equity-1/grasaloma>.

Gras Alomà, R. “Metropolis Fractales: Un Nuevo Enfoque para Mejorar la Gestión Urbana.” *Anuario Internacional CIDOB*, 2022.
https://www.cidob.org/es/articulos/anuario_internacional_cidob/2022/metropolis_fractales_un_nuevo_enfoque_para_mejorar_la_gestion_urbana.

Gras Alomà, R. “Ildefons Cerdà, the Art and Science of City Design: The Founder of Modern Urbanism as a Source of Inspiration for a New Generation of City Designers.” UD, 2018.
<https://www.ud-id.com/reaction/2018/4/11/cerda>.

Gras Alomà, R. “Ciudades – Diseño Urbano.” In *La Década Decisiva: Transformaciones para la Agenda 2030*, 36–43. Barcelona: Acciona, 2023.

Knee, J. A. “Review: How Laws of Physics Govern Growth in Business and in Cities.” *The New York Times*, May 26, 2017.
<https://www.nytimes.com/2017/05/26/business/dealbook/geoffrey-west-scale-the-universal-laws-of-growth-in-innovation-sustainability.html>.

Lehrer, J. “A Physicist Solves the City.” *The New York Times Magazine*, December 19, 2010.
https://www.nytimes.com/2010/12/19/magazine/19Urban_West-t.html.

Mandelbrot, Benoit (2012). *The Fractalist: Memoir of a Scientific Maverick*. Pantheon Books.