

Els sectors econòmics emergents i la formació professional a la Regió Metropolitana de Barcelona

Sector: Indústria 4.0

OBSERVATORI FP

10 ANI
VER
SARI

FUNDACIÓ
BCN
FORMACIÓ
PROFESSIONAL

Aquesta publicació ha estat elaborada per l'Observatori de l'FP a Barcelona de la Fundació BCN Formació Professional, amb el següent equip de treball:

Direcció i coordinació:

Montse Blanes

Direcció de projectes
Fundació BCN Formació Professional

Anna Punyet

Observatori de l'FP
Fundació BCN Formació Professional

Equip de treball:

Anna Punyet i Dámaris Díaz

Observatori de l'FP
Fundació BCN Formació Professional

Cinta Daudé

FP i Empresa
Fundació BCN Formació Professional

Anna Mates i Jaume Cabaní

Indústria 21

Jordi Fontrodona i Raül Blanco

Direcció General d'Indústria, Departament d'Empresa i Coneixement, Generalitat de Catalunya

Tota la informació que conté aquesta publicació es pot descarregar gratuïtament des de l'espai web de l'Observatori de l'FP, accessible des de la pàgina web de la Fundació BCN Formació Professional:

fundaciobcnfp.cat

Els sectors econòmics emergents i la formació professional a la Regió Metropolitana de Barcelona

Sector: Indústria 4.0

Aquesta publicació ha estat elaborada per l'Observatori de l'FP a Barcelona de la Fundació BCN Formació Professional, amb el següent equip de treball:

Direcció i coordinació:

Montse Blanes

Direcció de projectes
Fundació BCN Formació Professional

Anna Punyet

Observatori de l'FP
Fundació BCN Formació Professional

Equip de treball:

Anna Punyet i Dámaris Díaz

Observatori de l'FP
Fundació BCN Formació Professional

Cinta Daudé

FP i Empresa
Fundació BCN Formació Professional

Anna Mates i Jaume Cabaní

Indústria 21

Jordi Fontrodona i Raül Blanco,

Direcció General d'Indústria, Departament d'Empresa i Coneixement, Generalitat de Catalunya

Tota la informació que conté aquesta publicació es pot descarregar gratuïtament des de l'espai web de l'Observatori de l'FP, accessible des de la pàgina web de la Fundació BCN Formació Professional:

fundaciobcnfp.cat

Fundació BCN Formació Professional
Pl. Espanya, 5, 1r.
08014 Barcelona

Dipòsit legal: B. 1932 -2017

Maquetació i impressió: Fotoletra, S.A.

Introducció

Fa unes setmanes, rellegia un article sobre com una empresa de referència en venda per Internet, aspirava a gestionar l'enviament de productes a les nostres llars inclús abans que els haguéssim comprat. Això que pot semblar inversemblant, per mi representa un clar exemple d'on ens està portant allò vinculat a la Indústria 4.0 i la Transformació Digital en el seu conjunt. L'anterior, traduït, vol dir un mètode i sistema d'anticipació d'enviament de paquets, en base a una predicció basada en el coneixement passat dels models de compra dels nostres clients i sobre la qual especulem a futur en clau comercial i logística. Representa el punt de trobada de sistemes d'anàlisi de dades i emmagatzematge, sota el concepte de *BigData*, la robòtica vinculada a sistemes logístics, la internet de les coses implicades en la cadena i sobretot, a la creació de nous models de relació amb els consumidors i de negoci per les empreses.

L'efecte immediat per la societat serà trasbalsador i revolucionari, i és per això que ja es parla de 4^a Revolució Industrial.

En aquest punt dir-vos que no esmerçaré cap esforç en concretar què és la Indústria 4.0 ni aquesta 4^a revolució Industrial, ja que aquest estudi ho fa de manera excel·lent, inclús contemplant aquells marcs de referència que hi són vinculats. Sempre és extremadament important partir d'un marc referencial sobre el qual identificar les situacions d'oportunitat i les accions a seguir. En aquest cas s'analitza des de la component industrial i de la formació professional, com aquell element que ha de formar, de manera especialitzada, als professionals que han de desenvolupar-se en el món de la indústria i de l'empresa en general.

Com diu l'amic Xavier Pi, qui ja avanço també ha participat en els grups de treball de l'estudi, més enllà de valorar si som o no en una 4^a revolució industrial, "allò que és de caràcter global i a més sembla imparable, ha de ser considerat revolució en si mateix". Per mi ara és irrellevant la component instantània de la valoració en clau de revolució industrial o no. D'altres vindran més endavant i analitzaran si realment es va produir o no aquest efecte de revolució.

El que sí sembla evident és el moment en el que ens trobem, on des del punt de vista tecnològic es postulen noves oportunitats de caire trencador, amb implicacions més enllà de la pròpia tecnologia. Parlo de conceptes com la “democratització” de la manufactura gràcies a la impressió 3D i l’arribada de sistemes sofisticats i oberts de programació de dispositius electrònics, l’entrada de la robòtica en el context humà. Parlo de nous models de relació amb el clients i treballadors, on la personalització dels productes i serveis creix, on l’acostament de les produccions als punts de consum s’accelera. Parlo de conceptes com els Ateneus de Fabricació, punts de trobada de la manufactura avançada en clau social i urbana. En definitiva, pel nostre país parlem d’una gran oportunitat de reindustrialització que hem de saber aprofitar.

En el passat, les tecnologies de disrupció de base digital han estat aparentment lligades a un cert elitisme, sobretot en la component de disseny, manufactura i desenvolupament de nous productes. No així en el consum, on ja parlem de l’arribada massiva de tecnologies diverses, gràcies a Internet i la capacitat que ens ha estat donada d’accés a través de dispositius com els *Smartphones*.

Hores d’ara hem de considerar que aquesta arribada de la “cosa digital” també s’ha de produir a contextos de tota mena, incloent aquells amb potencial capacitat de desplegar nous productes en tots el sentits. Val a dir que el que és digital passa a hibridar-se amb el físic de manera irreversible, on la component ciber-física incideix com nou potencial component de la indústria o els productes i serveis que d’ella se’n deriven.

És per això que aquest informe crec posa de relleu de manera docta i justificada la necessitat que els cicles de la formació professional s’hi incorporin el més aviat possible a l’aprenentatge d’aquests tipus de tecnologies. Això vol dir continguts específics, però molt especialment, formadors amb les competències requerides, i sobretot, compromís i inversió per part de la societat en el seu conjunt, a través de les administracions, institucions i teixit empresarial. Les empreses demanden ja disposar de noves habilitats i competències, ja que aquestes operen de manera global i el seu context d’oportunitat demanda de diferenciació sostinguda.

Des del meu modest punt de vista, les recomanacions d’aquest treball, tant sistèmiques com específiques, han de servir de punt de referència a les administracions, institucions empresarials i sindicats, cara a establir una nova visió sobre la matèria i de com alinear els elements de detall en les diverses actuacions.

La Indústria 4.0 com plataforma neix d’una voluntat, inclús diria necessitat, d’Alemanya de re-industrialitzar i escalar en les seves capacitats de manufactura, davant un món global on la competència esdevé ferotge, on coneixement, indústria i models de negoci han d’anar necessàriament lligats. I això és important, no només va de tecnologia, sinó de com aquesta habilita nous models de negoci i generació de valor en general.

A partir d'aquesta visió estratègica per part d'Alemanya, crec que és evident que Catalunya s'ha de fer seva aquesta mateixa aspiració i posar les bases, entre d'altres, d'uns professionals altament qualificats en tots els nivells de les estructures empresarials, amb compromís clar en aquells que especialment poden esdevenir clau per una societat més equitativa i sostenible.

La bona notícia és que els anys d'esforç en l'excel·lència del coneixement científic i tècnic ens posen com a país en bona disposició per afrontar el repte, tot tenint que continuar apostant per la millora diferencial a través de la recerca i la innovació. També cal dir que gràcies als treballs d'aquest informe he visualitzat com professionals discrets i modestos de l'àmbit educatiu de la formació professional, treballen ja cada dia en aquest sentit, amb convenciment i esforç, en les seves pròpies competències i en les del seu alumnat, i no sempre amb els mitjans i suport desitjats.

Finalment, i en la mateixa línia d'aparent inversemblança de l'inici d'aquest pròleg, dir que no trigarem en visualitzar les fàbriques com si fossin "impressores" en els nostres ordinadors, on enviem feines per ser executades en forma de producte final, amb el nostre contingut i personalització específics. Això representarà considerar a tota una sofisticada fàbrica com un sistema "d'impressió" més, d'on sortiran els nostres productes a demanda des del nostre ordinador o *Smartphone* personal.

Voldria finalitzar agraint a la Fundació BCN Formació Professional i a la Taula Sectorial de Formació Industrial (TSFI) l'oportunitat d'haver participat dels grups de treball que han ajudat en aquest informe, i sobretot per l'honor de poder redactar aquest pròleg.

Josep Lluís Checa

Comissionat pel Desenvolupament Digital - Leitat Technological Center
Gerente del Centro de Excelencia en Nanotecnología (CEN) - Leitat Chile

Índex

Introducció	3
1. La Indústria 4.0	9
1.1. La Indústria 4.0: concepte i definició.....	10
1.2. L'impacte de la Indústria 4.0	18
1.3. Indicadors de previsió 2020	25
2. Indústria 4.0: una aproximació quantitativa	31
2.1. Creixement de les activitats TICs.....	33
2.2. Indicadors estructurals	38
2.3. Prospectiva del sector	42
3. Formació professional associada al sector	45
4. L'encaix entre l'oferta i la demanda de competències en la Indústria 4.0: anàlisi i investigació qualitativa	55
4.1. Reptes del sector de la Indústria 4.0.....	56
4.2. Els perfils professionals demandats.....	61
4.3. Reptes de l'FP davant la Indústria 4.0	66
5. Recomanacions per millorar l'encaix entre l'oferta d'FP i les oportunitats que genera la Indústria 4.0	73
5.1. Recomanacions a nivell sistèmic.....	74
5.2. Recomanacions a nivell específic	76
6. Annexos	83

1 La Indústria 4.0

La irrupció d'Internet a finals del segle XX va comportar l'inici de la societat de la informació i el coneixement i va capgirar les formes d'interacció de les persones donant pas a noves activitats econòmiques, centrades en les tecnologies de la informació. La societat del coneixement va contribuir en major mesura en la dinamització del sector serveis. De forma paral·lela, la indústria es va desvaloritzar i relegar a una activitat productiva pròpia dels segles XIX i XX fruit de la saturació del sector i entre altres, comportant la deslocalització de bona part de la producció i de la disminució de la contribució tant en termes econòmics com socials.

Ara, al segle XXI, amb la proliferació de les noves tecnologies, la indústria està sent redescoberta/revaloritzada: la integració de les tecnologies operatives (industrials) amb les de la informació (corporatives) és el que ha donat lloc al que les persones expertes anomenen la Quarta Revolució Industrial. De fet, cal mencionar que la incipència d'aquestes tecnologies en la indústria aquí a Catalunya està generant inquietuds i oportunitats d'una forma diversificada fins al punt que aquest fenomen s'anomeni Indústria 4.0, indústria avançada, fabricació intel·ligent o *smart industry*.

No obstant, totes aquestes nomenclatures vénen a parlar d'un mateix fenomen: la millora de la productivitat reduint els costos de producció i incrementant els beneficis per tal de ser més competitius en un món cada cop més global, connectat i eficient. En definitiva, l'objectiu central de la Indústria 4.0 és el d'optimitzar els processos de producció millorant el producte i aportant el valor afegit de la personalització segons les necessitats del client i la reducció de costos de producció i distribució. Ara bé, també cal comentar que la proliferació d'aquestes tecnologies disruptives està comportant un canvi en la forma d'interactuar de les societats passant de ser consumidores passives a ser, en un futur proper, productores proactives del seu propi producte a temps real. És a dir, els avenços tecnològics no només estan afectant la indústria sinó també a la societat. Les potencialitats d'aquest impacte i la proliferació de nous perfils professionals no industrials no s'analitzen en aquest estudi per la seva complexitat. Així doncs, l'eix central és la Indústria 4.0 des del sentit més industrial del seu impacte en aquest sector.

Aitor Urzelai, director de *Emprendimiento, Innovación y Sociedad de la Información* del País Basc entén la Indústria 4.0 com a: “un sistema de producció ciberfísic donde lo físic, que son las máquinas y las personas; y lo virtual, que es Internet; empiezan a convivir en las plantas de fabricación cada vez más”. Aquesta convivència de la que parlar Urzelai està comportant a més canvis en la gestió dels serveis i la producció, en la gestió de negoci, etc. De forma sintètica la Indústria 4.0 es caracteritza per 6 components principals: la interoperativitat, la virtualització, la descentralització, la capacitat de gestió a temps real, l'orientació del servei i la modulabilitat o flexibilitat d'adaptació. En termes de tecnologies hom podria extrapolar com la robòtica col·laborativa, l'Internet de les coses, la traçabilitat del producte i l'anàlisi de dades a temps real, la simulació i la realitat augmentada i, finalment, la customització massiva i la servificació.

En termes de marcs estratègics en relació a la indústria, cal esmentar que en el cas espanyol des de la *Secretaría General de Industria y de la Pyme* també s'ha elaborat un pla per a l'impuls de la Indústria 4.0: *Industria conectada 4.0. La transformación digital de la industria española. Nuevas actuaciones*.¹

A Catalunya existeix una estratègia de política industrial, *La Catalunya Industrial*, un objectiu compartit, on s'estableixen les directrius i el full de ruta per a la reactivació de la indústria a partir de set àmbits estratègics, enfocats des d'un punt de vista sectorial –la promoció de sectors com la química o les indústries alimentàries, etc. – i també des del punt de vista dels sistemes industrials. Val a dir que tot i integrar conceptes claus del que el moment de l'elaboració del present estudi s'entén la Indústria 4.0, encara no s'integra en l'estratègia el concepte d'indústria intel·ligent. Cal fer constar que l'aposta per un *Pacte Nacional per la Indústria a Catalunya* evidencia la necessitat d'una reformulació de l'estratègia cap a aquest nou model d'indústria i els sistemes productius i col·laboratius sense oblidar la formació, el finançament o l'economia circular entre altres elements claus pel seu desenvolupament.

Davant el nostre marc de referència català, a continuació us aportem, en els capítols 1.1 i 1.2, un recull d'informació sobre la indústria 4.0 fet per Jordi Fontrodona i Raül Blanco, de la Direcció General d'Indústria del Departament d'Empresa i Coneixement de la Generalitat de Catalunya, el qual s'adopta com a eix central per a l'anàlisi posterior.

1.1. La Indústria 4.0: concepte i definició

Indústria 4.0 és un terme que va ser utilitzat per primer cop pel Govern alemany i que descriu una organització dels processos de producció basada en la tecnologia i en dispo-

1. Ministerio de industria, energía y turismo: “Industria Conectada 4.0. La transformación digital de la industria española. Nuevas actuaciones.” Abril 2016

sitius que es comuniquen entre ells de forma autònoma al llarg de la cadena de valor (Smit *et al.*, 2016). Aquest fenomen representa un canvi tan gran que també s'anomena com la Quarta Revolució Industrial (vegeu figura 1).

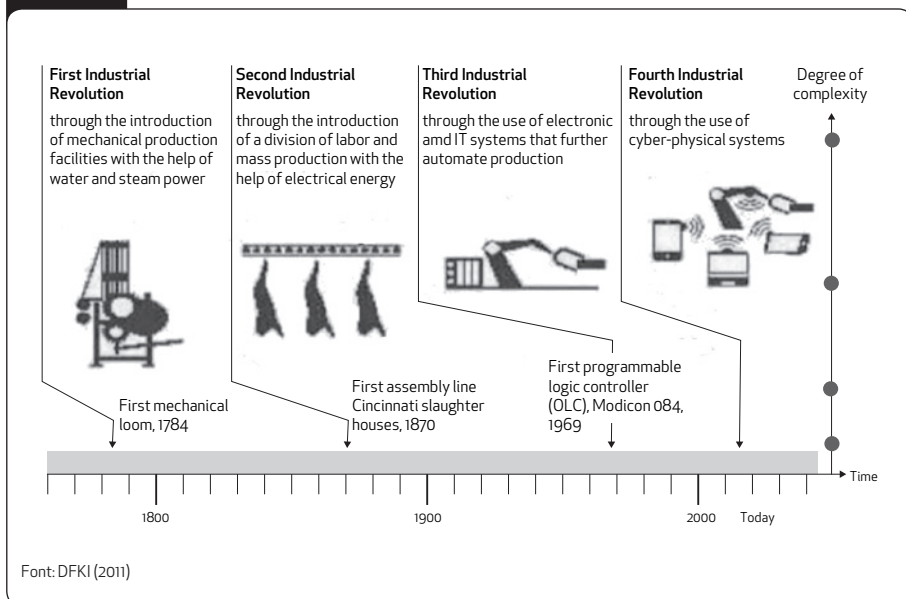
A finals del segle XVIII, es van iniciar a Gran Bretanya un conjunt de canvis econòmics, socials i tecnològics, entre els quals destaquen la màquina de vapor i el teler mecànic, que els historiadors han anomenat com a Primera Revolució Industrial i que van ser encaçalats pels sectors del tèxtil, el carbó i el ferro. El fenomen es va estendre a altres països europeus, als Estats Units i al Japó durant el segle XIX.

A finals del segle XIX, l'aparició de l'energia elèctrica i el petroli, el desenvolupament de la química, el desplegament del ferrocarril i dels vaixells de vapor, juntament amb altres avenços tecnològics i la producció en cadena, van propiciar la Segona Revolució Industrial, període que s'estén fins a la Primera Guerra Mundial.

Alguns autors es refereixen a una Tercera Revolució Industrial, que es podria dir que es va iniciar a mitjans del segle XX, basada en els avenços tecnològics derivats de l'energia nuclear, l'electrònica, la informàtica i les comunicacions, cosa que ha portat a un alt nivell d'automatització de la producció.

Altres autors, com ara Ruessmann *et al.* (2015), de Boston Consulting Group, afirmen que ens trobem en els orígens d'una quarta revolució. En aquesta nova etapa, els sen-

FIGURA 1 De la indústria 1.0 a la Indústria 4.0



sors, les màquines, els components i els sistemes informàtics estarien connectats al llarg de la cadena de valor, més enllà dels límits de les empreses individuals. Aquests sistemes connectats podrien interactuar entre ells fent servir protocols estàndard basats en Internet i analitzar les dades per tal de preveure errades, configurar-se ells mateixos i adaptar-se a possibles canvis. Dit d'una altra manera, les tecnologies digitals permeten la vinculació del món físic (dispositius, materials, productes, maquinària i instal·lacions) amb el digital (sistemes). Aquesta connexió habilita que dispositius i sistemes col·laborin entre ells i amb altres sistemes per crear una indústria intel·ligent, amb producció descentralitzada i que s'adapta als canvis en temps real. En aquest entorn, les barreres entre les persones i les màquines esdevenen més difoses.

Les nou tecnologies sobre les quals es fonamenta la Indústria 4.0 ja s'estan utilitzant actualment a les empreses manufactureres però de forma aïllada. Amb aquesta nova revolució, les cadenes de valor esdevindran un flux completament integrat, automatitzat i optimitzat que millorarà l'eficiència i canviarà la relació tradicional entre proveïdors, productors i clients, així com entre persones i màquines (vegeu figura 2).

Les tecnologies són les següents:

1. *Big Data and Analytics*: consisteix en l'anàlisi de conjunts de dades que, pel seu volum, la seva naturalesa i la velocitat a què han de ser processades, ultrapassen la capacitat dels sistemes informàtics habituals. En el context de la Indústria 4.0, l'anàlisi de dades massives (sistemes i equips de producció, sistemes de gestió de proveïdors, etc.) esdevindran estàndards per donar suport a la presa de decisions en temps real.
2. Robots autònoms: els robots s'estan tornant cada cop més autònoms, flexibles i cooperatius, de manera que podran interactuar entre ells i treballar de forma segura al costat dels humans i aprendre d'ells. Aquests robots seran més barats: Sirkin *et al.* (2015), de Boston Consulting Group, preveuen que els preus dels robots i del programari caiguin un 20% durant la propera dècada. També tindran una gamma de possibilitats més gran que els actuals (es preveu un increment de prestacions del 5% anual). Això farà que hi hagi moltes més tasques en les quals la substitució de mà d'obra per robots esdevingui rendible, de manera que els autors preveuen que el creixement anual del nombre de robots passi del 2-3% actual al 10% durant la propera dècada.
3. Simulació: les simulacions en 3D, que actualment estan esteses en la fase d'enginyeria, s'utilitzaran també en algunes operacions a les plantes de producció. Permetran reproduir el món físic en un model virtual, el qual pot incloure màquines, productes i persones i que permet als operadors fer proves i optimitzar la programació d'una màquina en el món virtual abans de posar-la en pràctica.
4. Integració horitzontal i vertical de sistemes: els fabricants, els proveïdors i els clients estaran estretament enllaçats pels sistemes informàtics, facilitant cadenes de valor

verdaderament automatitzades. I el mateix passarà entre els departaments d'una empresa, com enginyeria, producció i serveis.

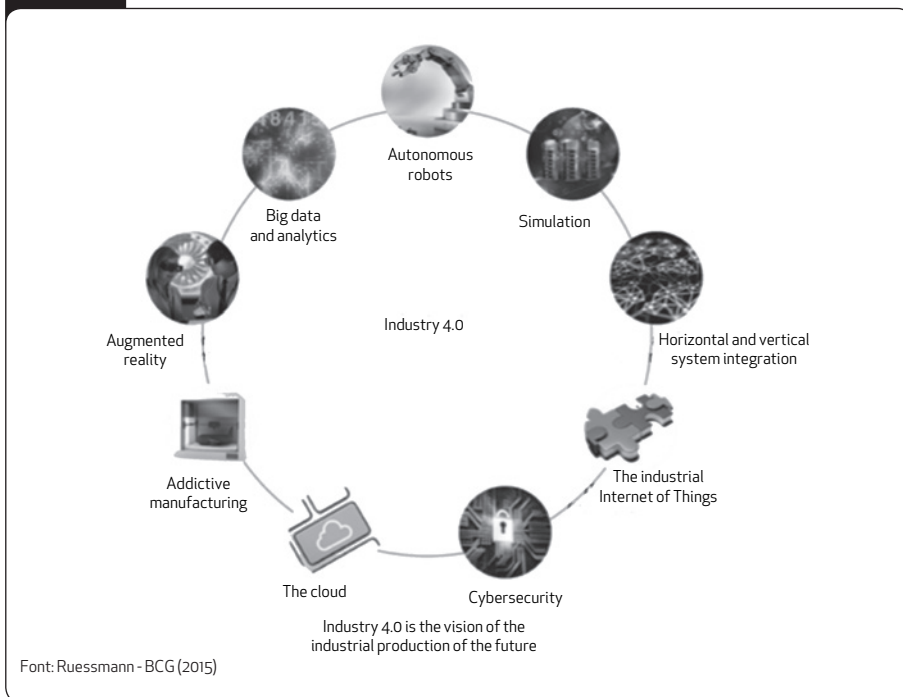
5. Internet de les coses industrial: cada cop més dispositius estaran enriquits amb informàtica encastada i connectats per mitjà de tecnologies estàndard. Això permet als dispositius de camp comunicar-se i interactuar entre ells i amb els controladors centrals. També descentralitza l'anàlisi i la presa de decisions i permet respostes en temps real.
6. Ciberseguretat: l'augment de la connectivitat que representa la Indústria 4.0 incrementa dramàticament la necessitat de protegir els sistemes industrials crítics i les línies de producció contra les amenaces informàtiques. També cal millorar la protecció de la propietat intel·lectual, de les dades personals i de la privacitat.
7. El núvol: cada cop més, les tasques relacionades amb la producció requeriran més intercanvi de dades. Al mateix temps, les tecnologies al núvol milloraran i aconseguiran temps de reacció de tot just alguns mil·lisegons. Com a resultat, s'aniran traspasant feines informàtiques al núvol i facilitaran que més serveis informàtics es dediquin a la producció. Fins i tot els sistemes que controlen els processos podran esdevenir basats en el núvol.
8. Fabricació additiva: la impressió en tres dimensions, a més de fer prototips i components individuals com actualment, s'estendrà a produir petits lots de productes personalitzats i això permetrà reduir les matèries primeres, els estocs i les distàncies de transport.
9. Realitat augmentada: un operari equipat amb ulleres de realitat augmentada pot, per exemple, rebre instruccions de reparació d'una màquina en el propi lloc de treball. També hi ha aplicacions en el camp de la formació. En el futur, les empreses en faran un ús molt més estès per facilitar informació en temps real als treballadors per millorar la presa de decisions i els procediments de treball.

Per la seva banda, el World Economic Forum (2016) s'adhereix a aquesta idea d'una Quarta Revolució Industrial i hi afegeix els avenços en la genètica, la nanotecnologia i la biotecnologia, entre d'altres. A més, afirma que els sistemes intel·ligents (cases, fàbriques, granges, xarxes i ciutats) permetran afrontar un ampli ventall de problemes que van des de la gestió de les cadenes de subministrament fins al canvi climàtic. Al mateix temps, l'auge de l'economia col·laborativa permetrà a les persones monetitzar-ho tot, des d'una casa desocupada fins al cotxe.

A les tecnologies esmentades s'hi poden afegir els avenços en l'obtenció de nous materials i, en especial, els *sistemes informàtics integrats d'enginyeria de materials* (ICME en anglès). Entre els nous materials destaquen els nano-materials (materials amb pro-

FIGURA 2

Les nou tecnologies que transformen la producció industrial



pietats morfològiques més petites que un micròmetre en almenys una dimensió) i el grafè (una làmina de carboni d'un sol àtom de gruix, transparent, flexible, lleuger, resistent). El grafè és un excel·lent conductor de l'electricitat i el sensor de llum més ràpid que existeix (Koppens, 2016). Les seves aplicacions seran múltiples, quan es trobi la manera de produir-lo a gran escala, i poden revolucionar bona part de la indústria, per exemple, per al tractament del BigData.

Altres autors, com Brynjolfsson *et al.* (2014), no parlen de Quarta Revolució Industrial sinó de *segona era de les màquines*. La primera era va començar amb la màquina de vapor, mentre que la segona té com a protagonistes els ordinadors i el món digital, que poden portar a una economia global de l'abundància en la qual s'espera un creixement sense precedents. Mentre a la primera era de les màquines els avanços tecnològics complementaven la persona, que era qui mantenia la capacitat de decisió i el control del treball, a la segona, sovint són les màquines les que prenen decisions més eficients, mentre que la part humana lligada a la producció perd importància.

El punt en comú dels diferents enfocaments exposats és la transformació digital de la indústria, la qual, com s'exposa a un informe del Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme (2014), genera beneficis, tant per al procés productiu, com per al producte, com per al model de negoci:

- L'aplicació de les tecnologies esmentades als processos productius els farà més eficients (optimització de recursos energètics o de matèries primeres i reducció de costos) i flexibles (escurçament de terminis i personalització de productes).
- La incorporació de les tecnologies esmentades als productes ja existents millorarà les seves funcionalitats i en permetrà l'aparició de nous. És el cas, per exemple, dels teixits intel·ligents o de la integració de l'electrònica i dels components digitals a l'automòbil, que ja representa el 45% del valor del producte.
- La Indústria 4.0 possibilita l'aparició de nous models de negoci, com per exemple els serveis de cotxe compartit, gràcies a la incorporació de sensors als vehicles, o l'economia col·laborativa.²

La Indústria 4.0, a més d'avantatges, també implica uns reptes, que el Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme esquematitza en els següents:

- Per al procés productiu: adaptar-se a la hiperconnectivitat del client, gestionar la traçabilitat multidimensional extrem a extrem, gestionar l'especialització per mitjà de la coordinació d'ecosistemes industrials de valor i garantir la sostenibilitat a llarg termini.
- Per a les fases del procés productiu:
 - Disseny: fer servir mètodes col·laboratius per potenciar la innovació.
 - Fabricació: combinar flexibilitat i eficiència, gestionar sèries i temps de resposta més curts.
 - Logística: adoptar models logístics intel·ligents.
 - Distribució i atenció al client: adaptar-se a la transformació de canals i aprofitar la informació per anticipar les necessitats del client.
- Per al producte: oferir productes personalitzats i adaptar la cartera de productes al món digital.
- Per al model de negoci: generar nous models de negoci gràcies a la combinació dels reptes descrits.

Per la seva banda, un estudi fet per encàrrec del Parlament Europeu (Smit *et al.* 2016) afirma que la Indústria 4.0 només tindrà èxit si es donen certs requisits: estandarditza-

2. L'economia col·laborativa es basa habitualment en plataformes digitals que permeten intercanviar béns o serveis entre els seus usuaris i/o amb la pròpia plataforma. En són exemples: Wikipèdia (enciclopèdia), Airbnb (allotjaments) o Blablacar (viatges en automòbil).

ció de sistemes, plataformes i protocols, canvis en l'organització del treball per adaptar-se als nous models de negoci, seguretat digital i protecció del *know-how*, disponibilitat de treballadors degudament formades; recerca i desenvolupament i una xarxa legal comuna dins al Unió Europea per donar suport a la propagació de la Indústria 4.0 dins del mercat interior.

Arribats a aquest punt, cal veure quins dels elements o tecnologies descrits anteriorment són més rellevants per a l'èxit de la transformació digital de la indústria i que el document del Ministeri d'Indústria, Energia i Turisme anomena *habilitadors* digitals. Cadascun d'ells pot tenir efecte sobre el producte, el procés i/o el model de negoci i es poden classificar en tres grans categories:

- Habilitadors d'hibridació del món físic i digital: permeten connectar el món físic amb el digital, ja sigui captant la informació del món físic (sensòrica, xarxes socials), transformant la informació digital en un element físic (impressió 3D o realitat virtual) o actuant en ambdues direccions (robòtica avançada o sistemes encastats).
- Comunicacions i tractament de dades: recullen la informació del primer tipus d'habilitadors, la transporten, ofereixen capacitat de processament i en garanteixen la seguretat per posar-la a disposició dels de la tercera categoria (les aplicacions de gestió). També fan aquesta comunicació en sentit invers. Els habilitadors d'aquesta segona categoria són les tecnologies al núvol i, principalment, les infraestructures de comunicacions, fixes o mòbils, les quals, per a la Indústria 4.0, han de tenir més capacitat i escalabilitat, més cobertura i globalitat, més seguretat i privacitat (ciberseguretat), més versatilitat i qualitat.
- Aplicacions de gestió: aquests habilitadors processen la informació obtinguda de les dues primeres categories i hi apliquen intel·ligència per poder donar-li ús. Hi ha tres tipus d'aplicacions de gestió especialment rellevants per a la indústria: les solucions de negoci (cadena de subministrament, comercials, financeres, de producció i de recursos humans), les d'intel·ligència i control (anàlisi de BigData...) i les plataformes col·laboratives, les quals connecten empreses amb empreses (B2B), empreses amb consumidors (B2C), consumidors amb consumidors (C2C), universitats amb empreses (U2B), etc.

La disrupció digital que implica la Indústria 4.0, a més de provocar canvis en l'oferta, com els exposats fins aquí, també implica canvis en la demanda, amb clients més exigents i sofisticats, que es poden resumir en els punts següents:

- Personalització massiva: consisteix en l'adaptació massiva dels productes i serveis a les necessitats i gustos dels clients, cosa que implica un major nombre de referències i unes tirades més curtes.

- Accés omnicanal als productes i serveis: vol dir eliminar les diferències entre canals (internet, màquines d'autoservei, aplicacions mòbils,...) per tal que les relacions amb el client siguin homògenes independentment del canal utilitzat i que es mantingui la coherència en tots els canals, tant físics com digitals.
- Coneixement predictiu dels hàbits d'ús i consum: consisteix en avançar-se a les demandes del client i oferir-li els productes i serveis més alineats amb les seves necessitats, gustos i preferències. En el cas de consumidors, l'empresa recolliria informació per mitjà de programes de fidelització, de comptes d'usuari o de l'explotació de bases de dades transaccionals. En el cas de negoci entre empreses, el proveïdor pot posar-se en contacte amb el client proactivament, sense necessitat d'esperar una comanda.
- Democratització de l'accés a la informació: fa referència a l'accessibilitat, en tot moment, temps i lloc, de tota la informació disponible (notícies, preus, opinions, publicacions, informes, etc.). Els buscadors i els comparadors de preus a internet en són un bon exemple. Però també comencen a sorgir nous models de negoci com webs on el client publica què cerca i el preu que està disposat a pagar i són els venedors qui li fan ofertes.

També cal tenir en compte els entrebancs que hi ha per a una extensió ràpida i massiva de la Indústria 4.0 entre el teixit productiu. Des del punt de vista de les empreses, els entrebancs són inversament proporcionals a la dimensió de la companyia, de manera que les PIMES, sovint, desconeixen els avanços de la tecnologia i, per tant, no tenen prou conscienciació sobre la disrupció que pot provocar la Indústria 4.0 en el mercat. A més, acostumen a tenir un accés més difícil al finançament necessari per a les inversions que la transformació digital requereix, a part de què els mitjans productius de la indústria tenen una rigidesa que fa difícil la seva adaptació als canvis. D'altra banda, les PIMES sovint tenen poca independència estratègica. Per aquest motiu, el sector públic pot jugar un paper en la creació d'un ecosistema que faciliti la transició de les empreses petites i mitjanes cap a la Indústria 4.0.

Des del punt de vista del sector públic, els entrebancs poden venir de l'entorn regulador, el qual hauria d'establir les bases i els límits operables (per exemple, en el tractament de dades personals), així com de l'adaptació dels sistemes formatius, tant de formació professional com universitària, per tal de donar resposta a la demanda prevista de nous perfils relacionats amb la Indústria 4.0. Amb responsabilitat compartida amb les empreses, també cal superar entrebancs derivats de la falta d'estandardització per tal que permeti desenvolupar sistemes interoperables. L'estandardització és un dels desafiaments més grans per a la implantació a gran escala de la Indústria 4.0 (Smit *et al.*, 2016).

1.2. L'impacte de la Indústria 4.0

Smit *et al.* (2016), en un estudi per al Parlament Europeu, realitzen una anàlisi DAFO que resumeix les debilitats, amenaces, fortaleeses i oportunitats de la Indústria 4.0 a la Unió Europea.

FIGURA 3

Indústria 4.0 a la Unió Europea. Anàlisi DAFO

Fortaleeses • Increment de la productivitat, de l'eficiència (recursos), de la competitivitat i dels ingressos. • Augment dels llocs de treball d'alta qualificació i ben remunerats. • Millora de la satisfacció del client i nous mercats: increment de la personalització dels productes i de la seva varietat. • Major flexibilitat i control de la producció.	Debilitats • Capacitat d'adaptació tecnològica: petites disrupcions poden tenir impactes grans. • Dependència d'un ventall de factors d'èxit: estàndards, coherència de l'entorn, oferta laboral amb les habilitats apropiades, inversió i R+D. • Costos de desenvolupament i posada en marxa. • Pèrdua potencial de control sobre l'empresa. • Llocs de treball semi-formats. • Necessitat d'importar mà d'obra formada i integrar els immigrants.
Oportunitats • Reforçament de la posició d'Europa com a líder en indústria manufacturera i altres sectors. • Desenvolupament de nous mercats punters per a productes i serveis. • Contrapunt a la demografia negativa de la UE • Disminució de les barreres d'entrada per a algunes PIMES per participar en nous mercats i noves cadenes de subministrament.	Amenaces • Ciberseguretat, propietat intel·lectual, privacitat de les dades. • Treballadors/es, PIMES, sectors i economies nacionals sense consciència i/o mitjans per adaptar-se a la Indústria 4.0 i que quedaran enrere. • Volatilitat de les cadenes de valor globals i vulnerabilitat envers elles. • Adopció de la Indústria 4.0 per part dels competidors estrangers que neutralitzin les iniciatives europees.

Font: Smit *et al.* (2016).

Atès el que s'ha exposat fins aquí, seguint Ruessmann (2015), de Boston Consulting Group, la Indústria 4.0 tindrà efectes en els productors de béns en general i també en les empreses que fabriquen sistemes de producció. Pel que fa als primers, aquesta revolució industrial afectarà tota la cadena de valor, des del disseny fins al servei post-venda:

- Les cèl·lules aïllades de producció actuals seran substituïdes per línies de producció totalment automatitzades i integrades.
- Els prototips físics seran reduïts al mínim ja que el disseny dels productes, dels processos i de l'automatització es farà de forma virtual i totalment integrada amb els proveïdors.
- Les màquines i productes intel·ligents que es comuniquen entre ells i prenen decisions incrementaran la flexibilitat.
- Els processos de producció seran millorats per components dels equips que seran capaços d'aprendre i d'auto-optimitzar-se.

- La logística automàtica, amb robots i vehicles autònoms, s'ajustarà automàticament a les necessitats de producció.
- El servei postvenda també canviarà. Per exemple, els automòbils podran tenir un model virtual actualitzat permanentment amb noves dades que permetrà millorar el servei postvenda, oferir nous serveis, generar descobriments que poden ser usats per al disseny de models ulteriors, etc.

Quant als fabricants de sistemes de producció:

- Els béns d'equip hauran d'incorporar més tecnologies de la informació, així com més tecnologies al núvol i sistemes encastats.
- Els portals on-line de programari i d'economia col·laborativa podran oferir configuracions d'equips més flexibles i adaptables.
- Els fabricants de béns d'equip hauran de competir amb proveïdors de tecnologies de la informació que estan entrant en aquest mercat en expansió.
- La interconnectivitat entre màquines, productes, components i humans requerirà nous estàndards internacionals d'interacció. Ja s'han començat a fer algunes passes en aquest sentit, sobretot a Alemanya i Estats Units.

En resum, la Indústria 4.0 facilitarà processos més ràpids, flexibles i eficients per produir béns de qualitat a costos reduïts, és a dir, incrementarà la productivitat. Ruessmann (2015) ha estimat, per a la indústria alemanya, que, durant els propers 5-10 anys, la productivitat augmentarà entre un 5% i un 8% addicional degut a l'extensió de la Indústria 4.0. Si es considera el guany de productivitat en costos de conversió (és a dir, exclouent el cost dels materials), podria arribar a ser d'entre el 15% i el 25%. Aquestes millores serien encara més altes als sectors de maquinària mecànica (20-30%) i d'alimentació i begudes (20-30%) (en costos de conversió).

Així mateix, estima que l'augment de la demanda de nous equips i aplicacions per part de les empreses i d'una àmplia varietat de productes personalitzats per part dels consumidors generarà uns ingressos addicionals d'uns 30.000 milions d'euros per any (aproximadament un 1% del PIB alemany).

A més, estima que l'adaptació dels processos productius a la Indústria 4.0 requerirà unes inversions a la indústria alemanya d'uns 250.000 milions d'euros en els propers deu anys (aproximadament un 1-1,5% dels ingressos de la indústria).

Tot plegat impulsarà la innovació, facilitarà el respecte pel medi ambient (estalviant matèries primeres i generant menys residus) i millorarà la seguretat en el treball ja que no s'exposarà als treballadors i les treballadores a tasques i materials perillosos.

Per a què tot això sigui possible, cal una millora de les infraestructures tecnològiques (especialment la banda ampla fixa i mòbil) per tal que puguin donar suport a tot el volum de dades que haurà de circular per elles. En l'àmbit europeu, cal avançar també en la creació d'un mercat únic digital que incrementi els beneficis potencials de les empreses i dels individus. Així mateix, l'Estat podria adaptar la legislació per donar més facilitats a la creació d'empreses i *start-ups* i vetllar més perquè les primeres empreses a arribar no abusin d'un poder de mercat excessiu que impedeixi l'entrada als competidors.

Sembla bastant evident que els efectes de la Indústria 4.0 exposats fins aquí faran que les empreses industrials (tant de béns d'equip com d'altres) hagin d'establir un programa de prioritats per incorporar-se a aquesta revolució, definir el model de negoci que volen seguir, establir canvis organitzatius, adaptar la força de treball, desenvolupar aliances estratègiques, etc.

En concret, Miki Tsusaka (2016), consultora de Boston Consulting Group, apunta tres estratègies que hauran de seguir les empreses que vulguin tenir èxit en la Quarta Revolució Industrial, que són:

- Evitar el parany de l'èxit: les grans organitzacions tenen una forta tendència a la sobreexplotació dels models de negoci existents, en lloc d'explorar noves oportunitats de futur, però això no és inevitable. Les empreses més exitoses seguiran sent-ho si exploten i reinventen el model de negoci al mateix temps. Els *exploradors*, de fet, creixen més ràpid i generen més valor que els *explotadors*.
- Liderar amb convicció: per ser més *exploradors*, cal que els líders no s'espantin davant de la destrucció creativa dins de l'empresa. Durant la quarta revolució industrial, s'experimentaran successives onades disruptives, per la qual cosa els millors líders no seran els que intentin conservar el passat sinó els que inventin el futur.
- Gestionar una diversitat *correcta*: la diversitat ofereix dos avantatges importants. D'una banda, evita el risc dels monocultius i, de l'altra, crea la plataforma sobre la qual operen la innovació i l'adaptació. Les persones amb diversos orígens, edats i sexes s'acosten als reptes amb diversos punts de vista, cosa que millora la innovació i els resultats empresarials.

Les estratègies empresarials es veuran afectades per totes les tecnologies que donen forma a la Indústria 4.0. Per exemple, en el cas de la fabricació additiva (impressió 3D industrial), Fontrodona i Blanco (2014) mostren que, entre d'altres efectes, accelerarà els cicles de desenvolupament de producte, volatilitzarà les cadenes de valor (amb una possible relocalització industrial), permetrà treballar amb menys estocs, concentrarà tot el valor en el disseny, permetrà més personalització i augmentarà la flexibilitat, la qualitat i la productivitat. Per tot això, canviaran les regles de molts negocis i es reduiran les barres d'entrada a nous competidors, cosa que obligarà a adaptacions continuades.

Els efectes de la Indústria 4.0 que més s'han estudiat i que més debat generen, però, són els que tenen a veure amb l'ocupació. Seguint Canals (2016), l'automatització provoca un efecte *substitució*: destrueix llocs de treball en determinats sectors i ocupacions. Però també existeix l'efecte *complementarietat*: hi ha llocs de treball en què l'automatització complementa la feina del treballador, per la qual cosa n'incrementen la productivitat i la remuneració. Més enllà d'aquests dos efectes, la innovació tecnològica expandeix la frontera de producció: amb els mateixos recursos, es pot produir més. D'aquesta manera, les successives revolucions industrials han comportat creixement econòmic i augment de rendes a llarg termini. No obstant això, a curt termini, els treballadors de la Primera Revolució Industrial que no van perdre la feina no van veure augmentar el salari real durant dècades, tot i que la seva productivitat va millorar de forma substancial.

Hi ha estudis d'impacte optimistes, com el del Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (2015), que afirmen que l'ús de robots industrials no té un efecte negatiu significatiu en els llocs de treball sinó que sembla que el seu efecte positiu sobre la productivitat i l'increment de vendes pot estimular el creixement de l'ocupació. És més, afirma que les empreses que utilitzen robots industrials durant el procés de manufactura mostren una tendència més baixa a deslocalitzar la seva producció fora d'Europa.

Un altre enfocament optimista l'aporten Lorenz *et al.* (2015), de Boston Consulting Group, els quals afirmen també que les millores de productivitat eviten deslocalitzacions i fins i tot creen ocupació. En concret, analitzen l'impacte en deu tipus de llocs de treball a Alemanya:

- *Big-Data-Driven Quality Control*: si bé els llocs de treball dedicats al control de qualitat disminuiran, se'n crearan de nous a partir dels especialistes en gestió de dades industrials.
- *Robot-Assisted Production*: els llocs de treball implicats en les operacions de producció es reduiran però s'incrementaran els llocs nous com el de *robot coordinator*.
- *Self-Driving Logistics Vehicles*: podria reduir les necessitats de personal en tasques logístiques.
- *Production Line Simulation*: podria incrementar la demanda d'enginyers industrials i experts en simulació.
- *Smart Supply Network*: reduirà el número de llocs de treball en planificació operacional però en crearà de nous a partir de noves necessitats com les de *supply chain coordinator*.
- *Predictive Maintenance*: podria incrementar els llocs de treball en disseny de sistemes, TIC, gestió de dades i generar-ne de nous com *digitally assisted field-service engineer*.

- *Machines as a Service*: amb nous models de negoci es poden requerir nous treballadors per augmentar les vendes.
- *Self-Organizing Production*: reduirà la demanda de treballadors en producció però incrementarà la d'especialistes en gestió i interpretació de dades.
- *Additive Manufacturing of Complex Parts*: es crearan nous llocs de treball en disseny en 3D.
- *Augmented Work, Maintenance and Service*: la realitat augmentada incrementa la productivitat dels serveis de manteniment.

Sobre aquesta base, els autors estimen que l'escenari més probable de cara al 2025 pel cas alemany seria un creixement addicional del PIB de l'1% anual degut a la Indústria 4.0 que faria que aquesta digitalització de la indústria arribés al 50% del total. Això generaria una pèrdua de 610.000 llocs de treball a tota la cadena de producció, la qual es veuria compensada amb un augment de 960.000 llocs en R+D i TIC, cosa que donaria un creixement net d'ocupació de 350.000 persones.

Ruessmann (2015), de Boston Consulting Group, estima l'increment d'ocupació en un 6% en deu anys, taxa que podria arribar al 10% en el cas del sector de maquinària mecànica. No obstant això, adverteix que es necessitaran habilitats diferents a les actuals. A curt termini, els treballadors poc qualificats que fan tasques simples i repetitives es veuran desplaçats, mentre que es demandaran més especialistes en programari, en TIC i en mecatrònica. Smit (2016) afirma que les habilitats de la força de treball a la UE per a la Indústria 4.0 són desiguals segons els Estats Membres, la qual cosa porta a una concentració creixent en els centres (regions) més avançats i a una competició entre ells.

Tanmateix, també hi ha estudis menys optimistes. Morrón (2016) alerta que l'automatització es pot estendre a qualsevol tasca no repetitiva, com la conducció de vehicles o el diagnòstic mèdic, per la qual cosa multiplica el seu impacte negatiu. L'avanç tecnològic és de tal magnitud que McKinsey (2015) estima que el 45% de les tasques existents als EUA podrien ser automatitzades avui mateix, si bé cal tenir en compte que un lloc de treball comprèn múltiples tasques.

Així mateix, Frey *et al.* (2013) han calculat la probabilitat que cada professió, als Estats Units, pugui ser automatitzada. Morrón adapta la seva metodologia a Espanya per a 485 professions, un extracte de les quals es pot (veure a la taula 1). Les menys afectades són les que requereixen habilitats exclusives de l'ésser humà, com la creativitat, la motivació, la innovació, la cooperació, la intuïció, la capacitat de comunicar i emprendre, la persuasió i l'originalitat. Per exemple, llocs dels sectors de salut, educació, serveis socials i art.

Per grups, Morrón estima que el 43% dels llocs de treball existents en l'actualitat tenen un risc elevat (amb una probabilitat superior al 66%) de poder ser automatitzats a ter-

TAULA 1

Professions i risc d'automatització

Professió	Grup de risc	Probabilitat (%)
Metges de família	Baix	0,42
Compositors, músics, cantants	Baix	4,45
Economistes	Mitjà	43,00
Analistes financers	Mitjà	46,00
Transportistes (cotxes, taxis, furgonetes)	Mitjà	56,78
Empleats de comptabilitat	Alt	97,00
Operadors de telemàrqueting	Alt	99,00

Font: CaixaBank Research, a partir de dades de Frey i Osborne (2013) i de l'INE

mini mitjà, mentre que la resta dels llocs de treball queden repartits, a parts iguals, entre el grup de risc mitjà (entre el 33% i el 66%) i baix (inferior al 33%). No obstant això, adverteix que cal no confondre la destrucció de professions amb la desaparició de llocs de treball ja que hi ha la possibilitat de reorientar la naturalesa del treball i alliberar els treballadors perquè es puguin dedicar a noves activitats en què desenvolupin tot el seu potencial, com ja van fer l'aspiradora o la rentadora en l'àmbit domèstic. Els robots tenen una gran capacitat lògica i de gestió del *BigData*, però la inspiració, la intuïció i la creativitat queden lluny del seu abast.

Per la seva banda, el World Economic Forum (2016) afirma que, si no es prenen mesures, els governs hauran d'enfrontar-se a una desocupació cada vegada més gran i, per tant, una base de consumidors cada vegada més petita (vegeu taula 2). Es preveu una destrucció neta de 5 milions de llocs de treball (7 milions destruïts i 2 milions de creats).

TAULA 2

Impacte en l'ocupació per grups de feines a tot el món (2015-2020). Milers d'ocupats

Feines	Impacte negatiu	Feines	Impacte positiu
Oficina i administració	-4.759	Negocis i operacions financeres	+492
Manufactura i producció	-1.609	Administració d'empreses	+416
Construcció i extracció	-497	Ordinadors i matemàtiques	+405
Arts, disseny, entreteniment, esports i mitjans de comunicació	-151	Arquitectura i enginyeria	+339
Dret	-109	Vendes i activitats relacionades	+303
Instal·lació i manteniment	-40	Educació i formació	+66

Font: World Economic Forum (2016)

A part de la desaparició de tasques, un problema important que pot generar la Indústria 4.0 és l'augment de la desigualtat a curt termini ja que els treballadors amb feines que siguin més fàcilment automatitzables veuran reduït el seu salari mitjà. Entre ells no hi ha només els que fan tasques repetitives sinó professionals amb coneixements intermedis i salaris mitjans. Simultàniament, una nova classe d'elits composta per inversors i em-

preneadors es distanciarà cada cop més de la massa de treballadors (Brynjolfsson *et al.* 2014). Un augment de la desigualtat podria provocar una infrainversió en educació per una part de la població, la qual cosa acabaria repercutint en un menor creixement agregat, llevat que les polítiques públiques garanteixin l'accés a una educació de qualitat dels col·lectius més desfavorits. Altres mesures serien: propiciar que els treballadors puguin convertir-se en accionistes (Mestres, 2016) o tallar la vinculació entre treball i mitjans de subsistència amb una renda universal, de manera que l'ingrés de la societat es divideixi per a què tothom sigui mantingut amb vida (Bauman, 2016).

Al mateix temps, s'espera que el 2020 sigui més difícil trobar especialistes a la majoria dels sectors, especialment en els rols relacionats amb la informàtica i les matemàtiques (World Economic Forum 2016). Més d'una tercera part de les competències de la majoria d'ocupacions estarà formada per habilitats que actualment no es consideren crucials, especialment a la indústria i als serveis financers.

Per tot això, la major part d'autors recomanen innovar en polítiques d'ocupació i en formació, tant per part dels poders públics com de les empreses. Cal repensar el sistema educatiu i incentivar la formació continuada amb una col·laboració estreta entre el sector públic i les empreses per tal que l'oferta s'adapti a la demanda, tal i com ja fan els sistemes de formació professional dual que hi ha a Alemanya, Dinamarca i Àustria.

Una altra conseqüència de la Indústria 4.0 sobre l'ocupació és la tendència cap a una feina més flexible, deguda a conceptes com el teletreball, els espais de *coworking*, els equips virtuals, el *freelancing*, les plataformes de talent *on-line* i els treballadors de l'economia *gig*³, coses que demanen una actualització de la regulació del mercat laboral. Un d'aquests conceptes nous és l'economia col·laborativa, o *sharing economy*, que és, segons la web especialitzada *Consumocolaborativo.com*, una nova manera de compartir, intercanviar, prestar, llogar o regalar un bé o servei a partir de les noves tecnologies i les comunitats en xarxa. És una redefinició d'unes activitats que sempre s'han dut a terme, però mai a una escala global.

Aquest replantejament d'unes activitats tradicionals ha estat possible, entre altres motius, gràcies a la digitalització de la societat: una capacitat d'ample de banda cada cop més elevada; la creació constant de nous canals digitals, aplicacions i xarxes socials; i els avenços en geolocalització i en pagaments via mòbil.

Segons la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (2016), en el període 2000-2015, l'economia col·laborativa ha representat a tot el món gairebé 26.000 milions de dòlars però, segons Kurt *et al.* (2014), s'espera que pugui arribar a 335.000 el 2025. El 86% d'aquesta activitat es distribueix en comunitats relatives al transport (62%), l'allotjament temporal (18%) i el micromecenatge (6%).

3. L'economia *gig* fa referència a aquells treballadors que utilitzen aplicacions d'Internet creades per empreses intermediàries per buscar clients per als quals realitzar petites tasques a curt termini (per exemple, Uber). Mestres (2016).

Aquesta nova manera d'entendre els intercanvis econòmics també està influïnt en la producció de béns i serveis, ja que introdueix un element rellevant: la necessitat d'obrir els drets de propietat intel·lectual i industrial per facilitar processos d'innovació oberta i alta participació. Aquest fenomen, que sembla abstracte, el tenim aplicat des de fa molts anys a plataformes com *Linux* o *Viquipèdia*, així com a projectes més recents com *Wikispeed*⁴ o *Sensorica*⁵.

En l'àmbit industrial, la implantació progressiva d'innovacions com la impressió 3D genera la necessitat d'accedir a serveis d'aquest tipus en un moment en el qual adquirir i mantenir aquesta tecnologia no està a l'abast de tothom. Segons un informe de Barcelona Activa (2015), l'economia col·laborativa dona resposta a aquest fet a partir de plataformes com *3DHubs*, on els usuaris posen al servei de la comunitat les seves impressores. També els *FabLabs* cobreixen aquesta demanda amb una oferta compartida de maquinària. D'aquesta manera, s'aconsegueix expandir l'ús i la normalització d'aquesta tecnologia, tot accelerant els processos d'evolució tecnològica.

Els reptes que té per davant l'economia col·laborativa són bàsicament els relatius a la compatibilitat amb les diferents legislacions vigents i la gestió del volum de dades que genera, així com la competència en mercats controlats per grans monopolis.

1.3. Indicadors de previsió 2020

Per tal de complementar les tendències de futur exposades en el marc teòric elaborat per Fontrodona i Blanco, es presenten alguns indicadors per cada una de les tecnologies disruptives que incidiran en la indústria. Aquest recull ha estat elaborat de diferents fonts d'informació en el context de l'heterogeneïtat d'informació disponible a internet. La finalitat és mostrar la previsió de futur en el moment de l'elaboració d'aquest estudi. Cal esmentar que fan referència al camp particular de cada una de les tecnologies de forma global i no només de l'impacte que poden tenir aquestes en la indústria.

Per complementar aquestes figures s'aporta dades sobre la inversió que subsectors de la indústria tenen previst invertir als Estats Units en el període 2015-2020. (vegeu figura 5). En aquesta línia la indústria europea també requerirà d'una gran inversió estratègica: *"Large investments are needed if enterprises are to make the move to Industry 4.0; these are projected to be €40 billion annually until 2020 for Germany alone (perhaps as much as €140 billion annually in Europe). These investments can be particularly daunting for small and medium-sized enterprises (SMEs) who fear the transition to digital because they cannot access how it will affect their value chains"*.⁶

4. Projecte col·laboratiu als EUA per a la fabricació d'un vehicle lleuger.

5. Projecte col·laboratiu a Canadà per al disseny i desenvolupament de sensors intel·ligents.

6. European Parliamentary Research Service (EPRS). Industry 4.0. Digitalisation productivity and growth. September 2015

FIGURA 4

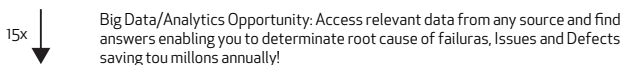
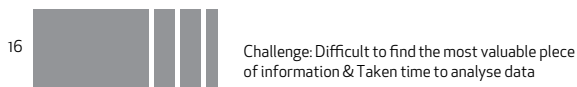
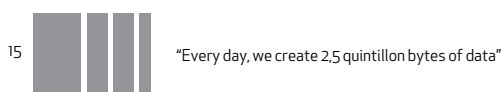
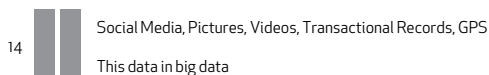
Previsió d'expansió de les tecnologies disruptives. 2020/2025

Big Data

By 2020 the total amount of data stored is expected to be 50x larger than today!

By 2020

the total amount of data stored is expected to be 50x larger than 2014!

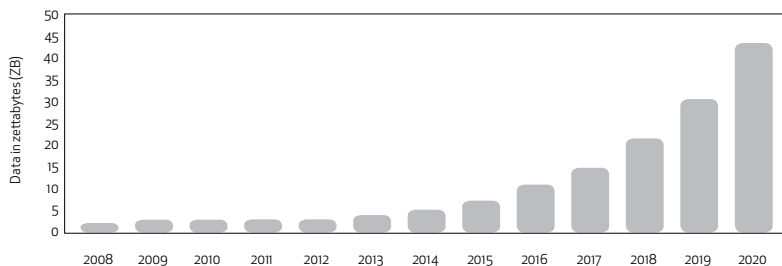


Total Amount of data store is expected to be 50x large in year 2020

Font: <http://www.testpoint.com.au/>

Big Data and the Creative Destruction of Today's Business Models

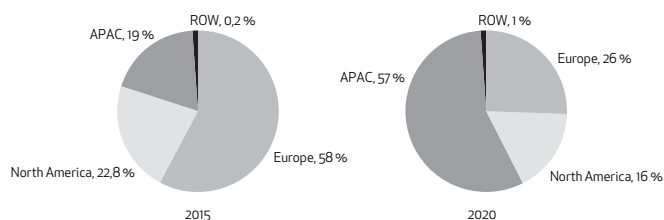
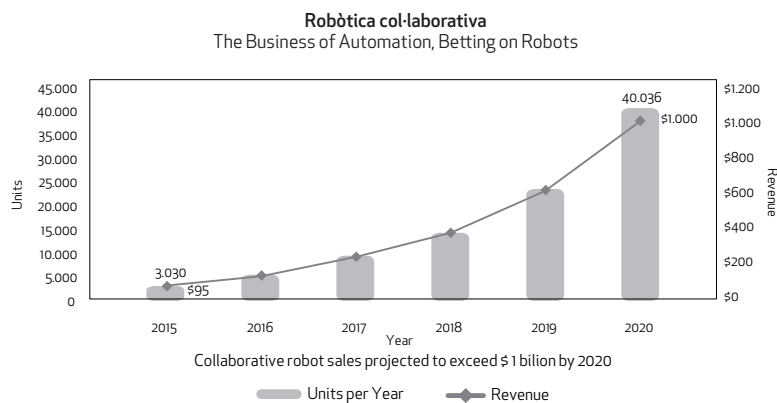
Data is growing at a 40 percent compound annual rate, reaching nearly 45 ZB by 2020



Font: <http://www.atkearney.es/>

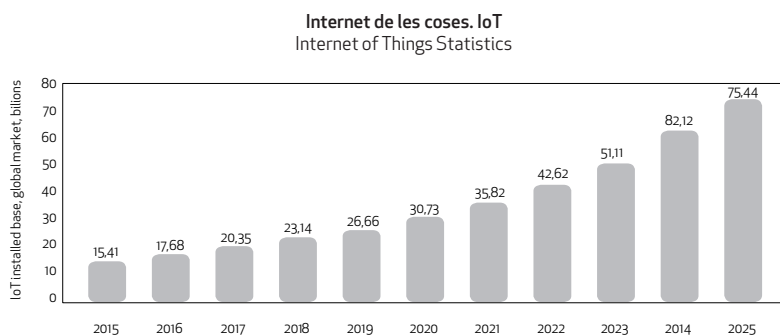
FIGURA 4

Previsió d'expansió de les tecnologies disruptives. 2020/2025 (Cont.)



Collaborative robot market share in Asia pacific region expected to dramatically increase.
(Courtesy of ABI Research)

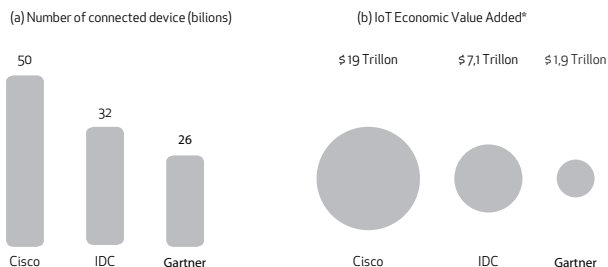
Font: <http://www.robotics.org/>



Font: <http://informationmatters.net/internet-of-things-statistics/>

FIGURA 4

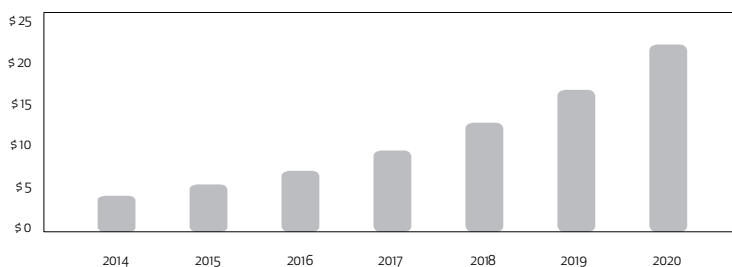
Previsió d'expansió de les tecnologies disruptives. 2020/2025 (Cont.)



Font: <http://informationmatters.net/internet-of-things-statistics/>

Fabricació additiva

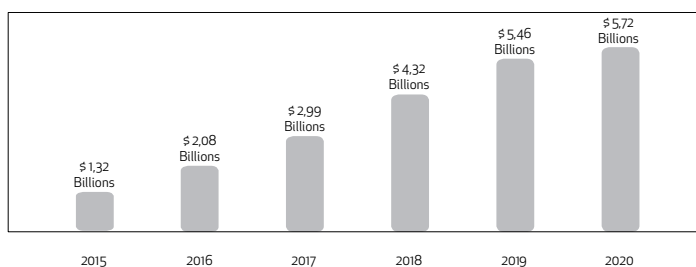
3D Printing in 2016: 3 Stats Everyone Should Know



Font: <http://www.fool.com/>

El futuro del retail

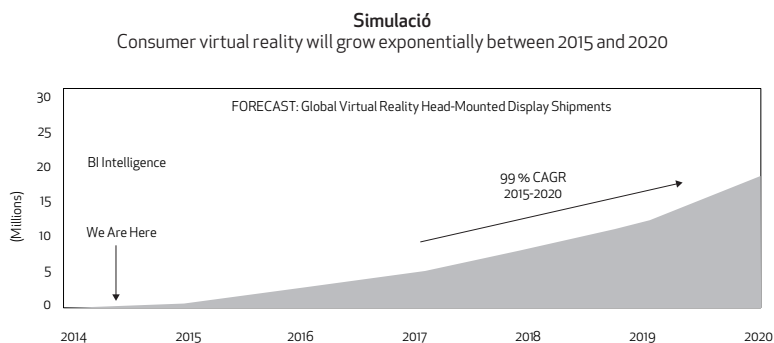
Predicted worldwide retail profits from 3-D printed customized goods



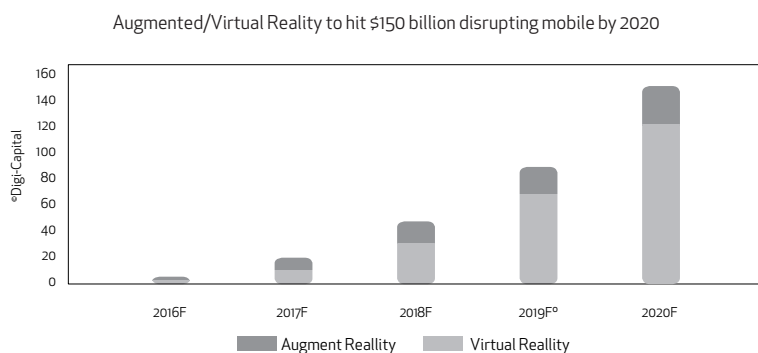
Font: <http://www.3ds.com/>

FIGURA 4

Previsió d'expansió de les tecnologies disruptives. 2020/2025 (Cont.)



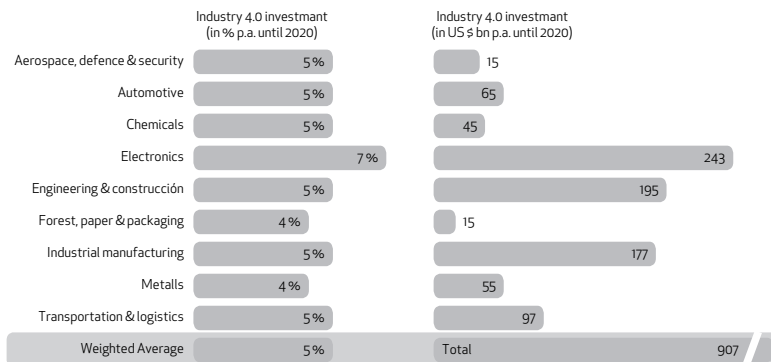
Font: <http://www.futuretimeline.net/>



Font: <http://www.digi-capital.com/>

FIGURA 5

La inversió prevista per les empreses segons sectors econòmics de la Indústria 4.0



Q: How high are your company's current and futur investment in digital operations solutions?
(investment as a percentage of annual revenue)

Font: Industry 4.0: Building the digital enterprise. 2016 Global Industry 4.0 Survey, p. 24.

2 Indústria 4.0: una aproximació quantitativa

En edicions anteriors aquest apartat aportava una aproximació a les dades quantitatives sobre el sector econòmic emergent estudiat. En el present estudi sobre la Indústria 4.0 cal esmentar que les fonts d'informació consultades i disponibles sobre el teixit productiu i el mercat de treball encara no permeten visualitzar l'impacte d'aquest sector completament emergent. La Indústria 4.0 al nostre país és incipient i encara està a les beceroles i, per tant, és complicat poder observar l'impacte que aquesta està tenint en els components econòmics ja que les dades disponibles, de moment, només ens permeten mostrar les tendències del passat recent.

Ara bé, en les següents línies el que es pretén és mostrar d'una banda les activitats econòmiques que segons la definició presentada en l'apartat anterior estan directament relacionades i en conseqüència amb un gran potencial i amb possibilitat de transformació. De l'altra, la tendència en termes de mercat de treball i volum d'empreses d'aquestes activitats econòmiques directament relacionades.

Per realitzar l'anàlisi s'ha agafat la Regió Metropolitana de Barcelona (en endavant RMB) com a unitat territorial d'estudi ja que bona part de la indústria a casa nostra està establerta a la corona de Barcelona. A més, avui dia el mercat de treball no és un compartiment estanc i si només agafem les dades per la ciutat de Barcelona no podríem observar les potencialitats que té la Indústria 4.0.

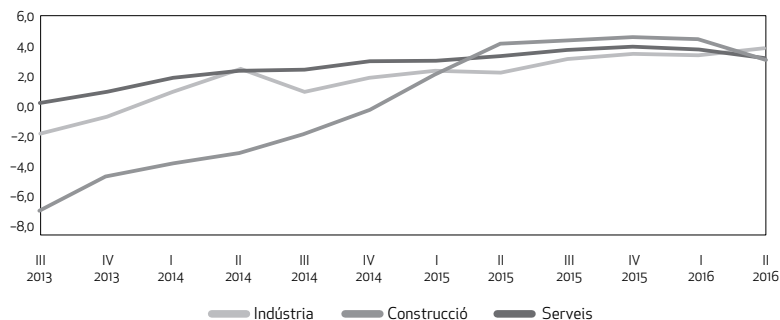
Les fonts d'informació consultades són l'Enquesta de Població Activa (en endavant EPA), les dades d'afiliació a la Seguretat Social, així com indicadors ja elaborats pels organismes oficials d'estadística: l'IDESCAT i l'INE.

Abans de mostrar les dades d'afiliació a la Seguretat Social és important observar l'evolució del PIB de la indústria i com aquesta ha tornat a tenir valors positius i de creixement (3,6%) i per primer cop des de l'any 2013 supera l'aportació del sector serveis i de la construcció.

Les activitats econòmiques que s'han analitzat són aquelles identificades i vinculades amb la indústria intel·ligent i, per tant, s'incorporen aquelles relacionades majoritàriament al procés de fabricació, de manera que s'ha introduït tota la indústria manufacture-

FIGURA 6

Evolució del PIB per grans sectors d'activitat, base 2010, amb estacionalitat corregida. Catalunya. 2013-2016



Font: IDESCAT.

ra a excepció de l'epígraf 19-*Coqueries i refinats del petroli*. A més, s'hi han incorporat totes les directament relacionades amb els serveis d'informació i comunicació i els epígrafs més de tipus logístic que per la seva relació també tenen un paper important en la Indústria 4.0. Finalment, cal esmentar que s'han introduït activitats d'alt valor afegit ja que s'ha considerat que aquesta *smart factory* contempla la recerca i l'assessorament de noves formes de negoci.

Les activitats econòmiques que es tenen en compte per tal d'elaborar el present apartat es poden agrupar en quatre tipologies; la indústria manufacturera, els serveis de tecnologies de la informació, els serveis logístics i els serveis de gestió i valor.

- **Indústria manufacturera:** agrupa totes aquelles activitats que impliquin una transformació física o química de materials, substàncies o components en nous productes. Queden excloses aquelles activitats vinculades amb el tractament de residus.
- **Serveis de tecnologia de la informació:** aquesta agrupació contempla d'una banda les activitats que ofereixen serveis de transmissió de dades i altres continguts i, de l'altra, els serveis de suport, planificació i disseny de sistemes informàtics, així com la gestió i l'explotació de dades dels clients i altres activitats professionals relacionades amb la informàtica i la telecomunicació.
- **Serveis de logística:** integra les activitats relacionades amb el dipòsit i l'emmagatzematge així com les activitats afins al transport.
- **Serveis de gestió i de valor:** en aquesta agrupació s'han inclòs els serveis d'assessorament, orientació i assistència a les empreses tant des del punt de vista de planificació estratègica com de màrqueting o planificació de la producció i de control. Alhora, també s'ha incorporat l'epígraf directament vinculat amb la recerca i el desenvolupament.

TAULA 3

Activitats econòmiques considerades com a Indústria 4.0

CCAEE-2009

Indústria manufacturera

10	Indústries de productes alimentaris
11	Fabricació de begudes
12	Indústries del tabac
13	Indústries tèxtils
14	Confecció de peces de vestir
15	Indústria del cuir i del calçat
16	Indústries fusta i suro, exc. mobles
17	Indústries del paper
18	Arts gràfiques i suports enregistrats
20	Indústries químiques
21	Productes farmacèutics
22	Cautxú i plàstic
23	Productes minerals no metàl·lics ncaa
24	Metal·lúrgia
25	Productes metàl·lics, exc. maquinària
26	Productes informàtics i electrònics
27	Materials i equips elèctrics
28	Maquinària i equips ncaa
29	Vehicles de motor, remolcs i semiremolcs
30	Altres materials de transport
31	Mobles
32	Indústries manufactureres diverses
33	Reparació i instal·lació de maquinària

Serveis de logística

52	Emmagatzematge i activitats afins al transport
----	--

Serveis de tecnologies de la informació

61	Telecomunicacions
62	Serveis de tecnologies de la informació
63	Serveis d'informació

Serveis de gestió i de valor

70	Seus centrals i consultoria empresarial
72	Recerca i desenvolupament

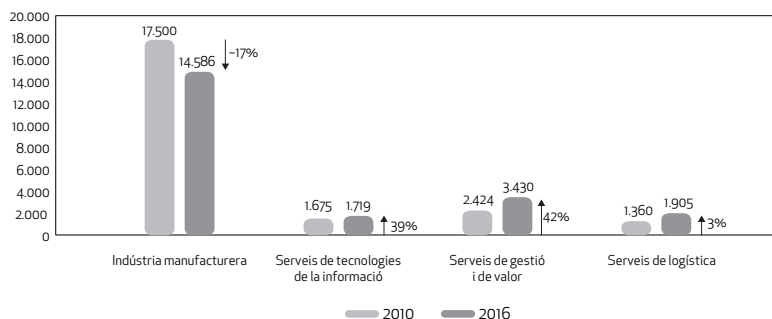
Font: Elaboració pròpia.

2.1. Creixement de les activitats TICs

Segons l'agrupació esmentada, al primer trimestre de l'any 2016 el nombre d'empreses afiliades a la Seguretat Social vinculades a la Indústria 4.0 o susceptibles d'estar-ho a la RMB era de 21.640. Quant al volum de persones assalariades era de 338.153 i d'autònoms de 57.061. Si comparem aquestes grans xifres i les comparem amb les de l'any 2010 apreciem que han experimentat un descens ja que el nombre d'empreses era de 22.959 (1.319 empreses més), el de persones treballadores assalariades de 355.667 i d'autònoms de

FIGURA 7

Evolució de les empreses (centres de cotització) potencialment relacionades amb la Indústria 4.0 per grans activitats econòmiques. 010-2016. RMB



Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Observatori del Treball i Model productiu de la Generalitat de Catalunya.

65.325, un 5% i un 13% superior, respectivament. No obstant això, si observem les dades segons la tipologia de les activitats apreciem que tant les activitats relacionades amb les tecnologies de la informació (en endavant les TICs), com les logístiques i les de gestió i valor afegit presenten una tendència positiva respecte aquell mateix any. En canvi, és la indústria manufacturera la que ha experimentat una davallada important en aquets darrers 6 anys: la figura 7 compara el volum de centres de cotització registrat en el primer trimestre de l'any i evidencia la disminució en un 17% de les activitats manufactures. La fabricació de begudes i la indústria de la fusta i mobles són les que més han disminuït en aquest període. Ara bé, cal visibilitzar les activitats de *Reparació i instal·lació de maquinària* ja que aquestes experimenten un increments del 22%.

Serveis de tecnologia de la informació i *Serveis d'informació* són els dos epígrafs que més han crescut des de l'any 2010; de fet, han doblat el nombre d'empreses a la RMB. *Seus centrals i consultoria empresarial* també ha incrementat el nombre d'empreses en un 44%.

Davant d'aquestes primeres dades d'empreses podem pensar que la tendència negativa dels darrers 6 anys de la indústria manufacturera i la tendència positiva dels serveis de tecnologia de la informació, la logística i els serveis de gestió i de valor és fruit de la pròpia dinàmica de la Indústria 4.0 caracteritzada per l'avanç i desenvolupament de les tecnologies disruptives i la identificació de nous nínxols de negoci. Aquest fet afavoreix les activitats econòmiques vinculades a les noves tecnologies mentre que la indústria manufacturera en els darrers anys ha viscut d'esquena a aquesta tecnologia. Ara, amb l'emergència de la fabricació intel·ligent s'espera que aquesta indústria manufacturera modifiqui la seva tendència negativa dels darrers anys.

Les tendències del mercat de treball també mostren la mateixa dinàmica que la de les empreses: el nombre de persones treballadores tant assalariades com autònomes s'ha

TAULA 4

Evolució de les empreses (centres de cotització) potencialment relacionades amb la Indústria 4.0 per grans activitats econòmiques. 2010-2016. RMB

	CCAE 2009	2010	2016	Taxa de creixement	Tendència
10	Indústries de productes alimentaris	1.289	1.170	-9%	↓
11	Fabricació de begudes	308	115	-63%	↓
12	Indústries del tabac	-	-	-	=
13	Indústries tèxtils	909	783	-14%	↓
14	Confecció de peces de vestir	1.369	1.003	-27%	↓
15	Indústria del cuir i del calçat	92	69	-25%	↓
16	Indústries fusta i suro, exc. mobles	615	408	-34%	↓
17	Indústries del paper	331	277	-16%	↓
18	Arts gràfiques i suports enregistrats	1.645	1.308	-20%	↓
20	Indústries químiques	717	738	3%	↑
21	Productes farmacèutics	196	212	8%	↑
22	Cautxú i plàstic	873	759	-13%	↓
23	Productes minerals no metàl·lics ncaa	549	383	-30%	↓
24	Metal·lúrgia	379	268	-29%	↓
25	Productes metàl·lics, exc. maquinària	3.596	2.919	-19%	↓
26	Productes informàtics i electrònics	316	321	2%	↑
27	Materials i equips elèctrics	378	335	-11%	↓
28	Maquinària i equips ncaa	1.510	1.234	-18%	↓
29	Vehicles de motor, remolcs i semiremolcs	269	254	-6%	↓
30	Altres materials de transport	151	118	-22%	↓
31	Mobles	795	523	-34%	↓
32	Indústries manufactureres diverses	459	471	3%	↑
33	Reparació i instal·lació de maquinària	754	918	22%	↑
	Indústria manufacturera	17.500	14.586	-17%	↓
52	Emmagatzematge i afins al transport	1.675	1.719	3%	↑
	Serveis de logística	1.675	1.719	3%	↑
61	Telecomunicacions	499	488	-2%	↓
62	Serveis de tecnologies de la informació	1.562	2.381	52%	↑
63	Serveis d'informació	363	561	55%	↑
	Serveis de tecnologies de la informació	2.424	3.430	42%	↑
70	Seus centrals i consultoria empresarial	988	1.425	44%	↑
72	Recerca i desenvolupament	372	480	29%	↑
	Serveis de gestió i de valor	1.360	1.905	40%	↑
	Total Indústria 4.0	22.959	21.640	-6%	↓

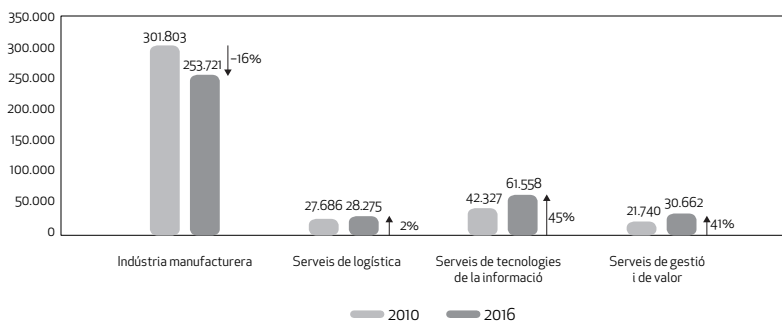
Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Observatori del Treball i Model Productiu de la Generalitat de Catalunya.

reduït en el sector manufacturer en aquests darrers 6 anys mentre que ha incrementat el nombre de treballadors i treballadores en els serveis vinculats a les TICs, la logística i els serveis identificats com a valor i de gestió.

L'activitat manufacturera que més ha vist reduir-se el volum de persones treballadores ha estat el sector de la fabricació de begudes, la qual ha vist disminuït a més de la meitat el nombre de persones ocupades. Les activitats relacionades amb el paper i la fusta i la metal·lúrgia també han destruït llocs de treball, tot i que en menor mesura.

FIGURA 8

Evolució de les persones treballadores potencialment relacionades amb la Indústria 4.0 per grans activitats econòmiques. 2010-2016. RMB



Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Observatori del Treball i Model Productiu de la Generalitat de Catalunya.

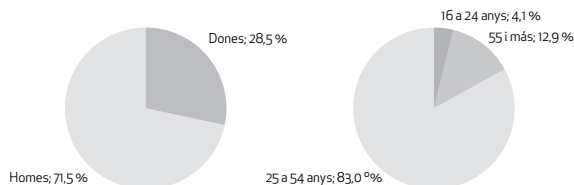
Seguint la mateixa tendència de les empreses, el nombre de persones en els serveis de les TICs ha doblat el volum d'afiliats a la Seguretat Social tant de règim general com d'autònom.

Si ens centrem amb les dades de l'EPA del primer trimestre de l'any 2016 i observem el perfil de les persones que treballen en la indústria apreciem que el 71,5% són homes davant el 28,5% de dones i bona part tenen entre 24 i 55 anys.

Ara bé, si analitzem la tendència del darrer any apreciem que les activitats vinculades a la manufactura no presenten una evolució negativa, sinó de reactivació: en el darrer any s'han incrementat el nombre de centres de cotització i el nombre de persones actives, tant del règim general com d'autònom. Tot i que els percentatges d'increment se situen entorn a l'1 i 2% majoritàriament, s'esdevenen en bona part de les activitats manufacturera que les agrupen. En el darrer any el nombre de persones s'ha incrementat en un 7%, bona part del qual se centra en l'augment d'assalariades.

FIGURA 9

Perfil de les persones ocupades en la indústria. 1r trimestre 2016. EPA. Catalunya



Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'EPA a partir de la web de l'IDESCAT.

TAULA 5

Evolució dels treballadors potencialment relacionats amb la Indústria 4.0. CCAE2 dígit. 2010-2016. RMB

	CCAE- 2009	2010	2016	Taxa de creixement	Tendència
10	Indústries de productes alimentaris	26.120	23.631	-10%	↓
11	Fabricació de begudes	6.542	2.874	-56%	↓
12	Indústries del tabac	2	-	-100%	↓
13	Indústries tèxtils	12.237	10.262	-16%	↓
14	Confecció de peces de vestir	13.036	10.353	-21%	↓
15	Indústria del cuir i del calçat	1.729	1.602	-7%	↓
16	Indústries fusta i suro, exc. mobles	5.425	3.463	-36%	↓
17	Indústries del paper	7.383	5.201	-30%	↓
18	Arts gràfiques i suports enregistrats	18.461	14.774	-20%	↓
20	Indústries químiques	22.704	22.470	-1%	↓
21	Productes farmacèutics	18.744	19.350	3%	↑
22	Cautxú i plàstic	16.914	14.427	-15%	↓
23	Productes minerals no metàl·lics ncaa	9.318	5.675	-39%	↓
24	Metallúrgia	8.776	5.474	-38%	↓
25	Productes metàl·lics, exc. maquinària	37.555	30.197	-20%	↓
26	Productes informàtics i electrònics	6.016	4.943	-18%	↓
27	Materials i equips elèctrics	14.011	9.850	-30%	↓
28	Maquinària i equips ncaa	20.832	17.236	-17%	↓
29	Vehicles de motor, remolcs i semiremolcs	31.670	30.053	-5%	↓
30	Altres materials de transport	3.689	2.407	-35%	↓
31	Mobles	6.176	4.022	-35%	↓
32	Indústries manufactureres diverses	5.477	5.749	5%	↑
33	Reparació i instal·lació de maquinària	8.986	9.708	8%	↑
	Indústria manufacturera	301.803	253.721	-16%	↓
52	Emmagatzematge i afins al transport	28.706	29.297	2%	↑
	Serveis de logística	28.706	29.297	2%	↑
61	Telecomunicacions	8.979	8.204	-9%	↓
62	Serveis de tecnologies de la informació	29.833	47.843	60%	↑
63	Serveis d'informació	3.515	5.511	57%	↑
	Serveis de tecnologies de la informació	42.327	61.558	45%	↑
70	Seus centrals i consultoria empresarial	8.815	14.193	61%	↑
72	Recerca i desenvolupament	12.925	16.469	27%	↑
	Serveis de gestió i valor	21.740	30.662	41%	↑
	Total Indústria 4.0	394.576	375.238	-5%	↓

Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Observatori del Treball i Model Productiu de la Generalitat de Catalunya.

L'índex de producció industrial presentat anteriorment també mostra un increment de la producció industrial a tota Catalunya, concretament d'un 4,5%.

Per acabar aquest subapartat es presenta la distribució de l'estructura sectorial de la indústria a la RMB i comarques de l'entorn que es presenta en l'*Atles Industrial de la Regió Metropolitana de Barcelona* per tal de visibilitzar la ubicació de les principals activitats econòmiques que hi ha en el territori.

TAULA 6

Evolució de les empreses (centres de cotització) potencialment relacionades amb la Indústria 4.0. CCAE2 dígit. 2015-2016. RMB

	Indústria manufacturera	2015	2016	Taxa de creixement	Tendència
10	Indústries de productes alimentaris	1.172	1.170	0%	=
11	Fabricació de begudes	119	115	-3%	↓
12	Indústries del tabac	-	-	0%	=
13	Indústries tèxtils	790	783	-1%	↓
14	Confecció de peces de vestir	999	1.003	0%	=
15	Indústria del cuir i del calçat	65	69	6%	↑
16	Indústries fusta i suro, exc. mobles	405	408	1%	↑
17	Indústries del paper	272	277	2%	↑
18	Arts gràfiques i suports enregistrats	1.313	1.308	0%	=
20	Indústries químiques	701	738	5%	↑
21	Productes farmacèutics	207	212	2%	↑
22	Cautxú i plàstic	755	759	1%	↑
23	Productes minerals no metàl·lics ncaa	378	383	1%	↑
24	Metallúrgia	267	268	0%	=
25	Productes metàl·lics, exc. maquinària	2.889	2.919	1%	↑
26	Productes informàtics i electrònics	308	321	4%	↑
27	Materials i equips elèctrics	337	335	-1%	↓
28	Maquinària i equips ncaa	1.243	1.234	-1%	↓
29	Vehicles de motor, remolcs i semiremolcs	259	254	-2%	↓
30	Altres materials de transport	120	118	-2%	↓
31	Mobles	514	523	2%	↑
32	Indústries manufactureres diverses	476	471	-1%	↓
33	Reparació i instal·lació de maquinària	893	918	3%	↑
	Indústria manufacturera	13.589	14.586	7%	↑
52	Emmagatzematge i afins al transport	1.704	1.719	1%	↑
	Serveis logístics	1.704	1.719	1%	↑
61	Telecomunicacions	496	488	-2%	↓
62	Serveis de tecnologies de la informació	2.315	2.381	3%	↑
63	Serveis d'informació	541	561	4%	↑
	Serveis de tecnologies de la informació	3.352	3.430	2%	↑
70	Seus centrals i consultoria empresarial	1.372	1.425	4%	↑
72	Recerca i desenvolupament	474	480	1%	↑
	Serveis de gestió i valor	1.846	1.905	3%	↑
	Total Indústria 4.0	20.491	21.640	6%	↑

Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Observatori del Treball i Model Productiu de la Generalitat de Catalunya.

2.2. Indicadors estructurals

Un altre indicador que mostra la dinàmica de la indústria és l'Índex de producció industrial¹ que elabora l'Observatori del Treball i Model Productiu a partir de les dades de l'Idescat i l'INE. La variació interanual de l'índex de producció industrial en base l'any 2010 (vegeu figura 11) mostra que la producció industrial ha caigut sobretot a la

1. Les dades han estat extretes de la web de l'Observatori del Treball i Model Productiu <http://observatoriempresaocupacio.gencat.cat>

TAULA 7

Evolució dels treballadors potencialment relacionats amb la Indústria 4.0. CCAE2 dígit. 2015-2016. RMB

	Indústria manufacturera	2015	2016	Taxa de creixement	Tendència
10	Indústries de productes alimentaris	23.440	23.631	1%	↑
11	Fabricació de begudes	2.890	2.874	-1%	↓
12	Indústries del tabac	-	-	0%	=
13	Indústries tèxtils	10.104	10.262	2%	↑
14	Confecció de peces de vestir	10.425	10.353	-1%	↓
15	Indústria del cuir i del calçat	1.583	1.602	1%	↑
16	Indústries fusta i suro, exc. mobles	3.387	3.463	2%	↑
17	Indústries del paper	5.144	5.201	1%	↑
18	Arts gràfiques i suports enregistrats	14.738	14.774	0%	=
20	Indústries químiques	22.174	22.470	1%	↑
21	Productes farmacèutics	19.118	19.350	1%	↑
22	Cautxú i plàstic	14.259	14.427	1%	↑
23	Productes minerals no metàl·lics ncaa	5.621	5.675	1%	↑
24	Metallúrgia	5.418	5.474	1%	↑
25	Productes metàl·lics, exc. maquinària	29.885	30.197	1%	↑
26	Productes informàtics i electrònics	4.862	4.943	2%	↑
27	Materials i equips elèctrics	9.815	9.850	0%	=
28	Maquinària i equips ncaa	17.039	17.236	1%	↑
29	Vehicles de motor, remolcs i semiremolcs	29.562	30.053	2%	↑
30	Altres materials de transport	2.275	2.407	6%	↑
31	Mobles	3.898	4.022	3%	↑
32	Indústries manufactureres diverses	5.985	5.749	-4%	↓
33	Reparació i instal·lació de maquinària	9.550	9.708	2%	↑
	Indústria manufacturera	248.578	252.017	1%	↑
52	Emmagatzematge i afins al transport	29.357	29.297	0%	=
	Serveis logístics	29.357	29.297	0%	=
61	Telecomunicacions	8.576	8.204	-4%	↓
62	Serveis de tecnologies de la informació	46.726	47.843	2%	↑
63	Serveis d'informació	5.654	5.511	-3%	↓
	Serveis de tecnologies de la informació	60.270	60.272	0%	↑
70	Seus centrals i consultoria empresarial	13.808	14.193	3%	↑
72	Recerca i desenvolupament	16.313	16.469	1%	↑
	Serveis de gestió i valor	30.121	30.662	2%	↑
	Total Indústria 4.0	368.326	372.248	1%	↑

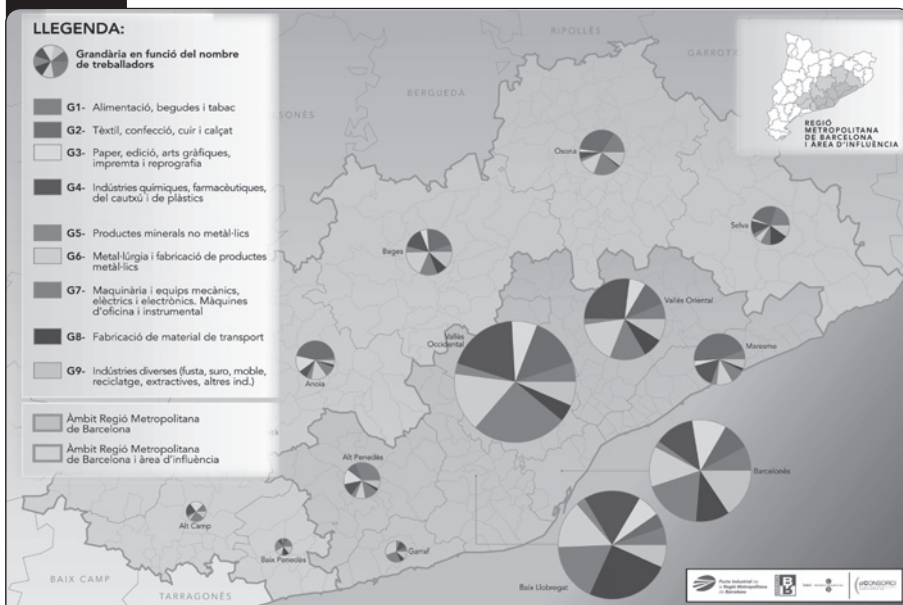
Font: elaboració pròpia a partir de les dades de l'Observatori del Treball i Model Productiu de la Generalitat de Catalunya.

metallúrgia i la fabricació de productes metàl·lics (-13,4%) i les indústries de paper, arts gràfiques i suports enregistrats (-12%).

La inversió industrial també és un indicador que cal tenir present a l'hora d'analitzar el sector. La taula presentada a continuació mostra la inversió que s'ha fet en els darrers tres anys a Catalunya. El primer que s'hi aprecia és una reducció en el darrer any després d'una variació positiva en els dos anys precedents. Les dues indústries que preveuen una inversió positiva són les de l'automòbil amb un 18% i de béns d'equipament amb un 2,4%.

FIGURA 10

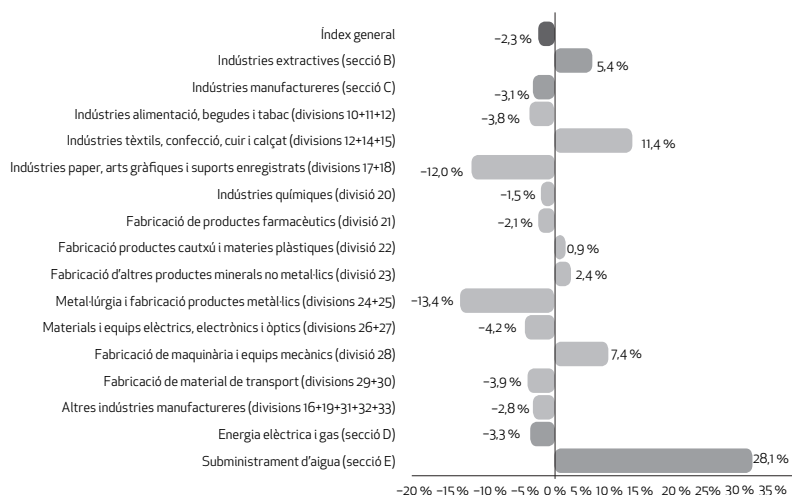
Estructura sectorial de la indústria a la RMB i comarques de l'entorn



Font: Pacte industrial de la Regió Metropolitana de Barcelona

FIGURA 11

Índex de producció industrial per seccions i divisions econòmiques. CCAE-09. Base 2010=100. (%) Juliol 2016. Catalunya



Font: Observatori del Treball i Model Productiu de la Generalitat de Catalunya.

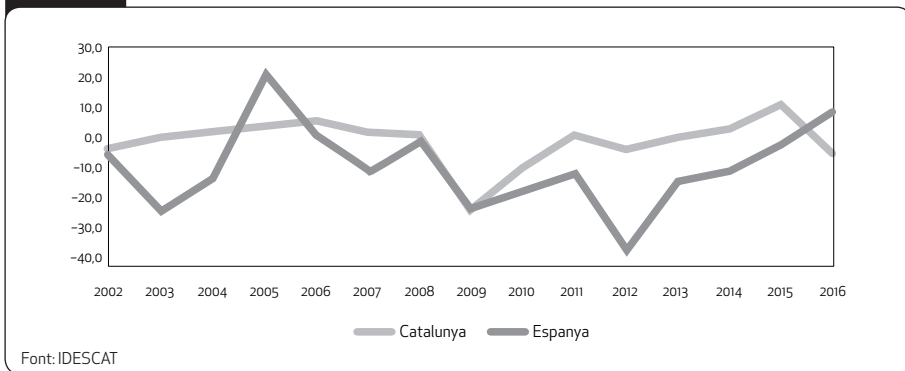
TAULA 8

Inversió industrial a Catalunya. 2014-2016

Catalunya 2016	2014	2015	2016
Total inversió industrial (taxa de variació a preus corrents)	4,7	12,2	-3,7
Per destinació econòmica dels béns (taxa de variació a preus corrents)			
Indústria de l'energia i l'aigua	4,2	0,4	-12,5
Indústries de béns intermedis	1,5	10,2	-2,3
Indústria de l'automòbil	12,8	43,7	17,9
Indústries de béns d'equipament	2,5	6,6	2,4
Indústries de béns de consum durador	-20	28,6	-40,2
Indústria manufacturera de prod. alimentaris, begudes i tabac	4,1	19,5	-1
Indústries de béns de consum no durador	12,1	12,4	-3,5

Font: IDESCAT

FIGURA 12

Variació anual de la inversió industrial. Catalunya i Espanya. 2002-2016

Font: IDESCAT

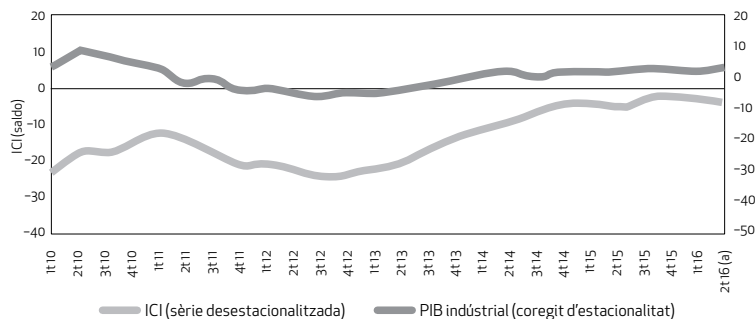
A la taula 8 també es pot apreciar l'evolució de la inversió comparada amb l'Estat espanyol.

A més de la producció industrial, conèixer el clima industrial a Catalunya també ens aporta informació rellevant. L'indicador de clima industrial en el darrer any també presenta una tendència positiva (+2,7 punts) i, per tant, sembla que les indústries catalanes enquesta- des valoren positivament l'evolució de les seves empreses. Cal esmentar que en el darrer mes aquest indicador presenta una lleugera davallada que caldria continuar observant.

Tot i que encara és força incipient per què les dades ens puguin evidenciar la proliferació de la Indústria 4.0, podríem pensar que la comparativa d'aquests darrers anys, 2015-2016, ens comença a visualitzar l'emergència de noves formes de produir, distribuir i de gestionar: la implantació d'internet de les coses, de la simulació, de la integració horitzontal i vertical del sistemes de producció i distribució, la fabricació additiva, etc. com-

FIGURA 13

Indicador de clima industrial (ICI) i producte interior brut industrial. Base 2010=100. Saldos i taxes de variació interanual. Evolució (en %). Catalunya.



Font: elaborat per l'Observatori del Treball i Model Productiu de la Generalitat de Catalunya.

portarà a mig i llarg termini una reactivació i reformulació d'aquestes activitats econòmiques. La indústria des de principis de segle presentava un sostre productiu i la incorporació d'aquestes innovacions tecnològiques és el que permetrà generar un nou revulsu.

2.3. Prospectiva del sector

Per acabar aquest apartat centrat en indicadors i dades sociodemogràfiques, es vol aportar indicadors que permetin reflectir l'escenari de la indústria a la província de Barcelona en matèria de capital humà, és a dir, en quant a l'estructura de la població ocupada en termes més demogràfics i, alhora, des de la seva necessitat en el mercat de treball.

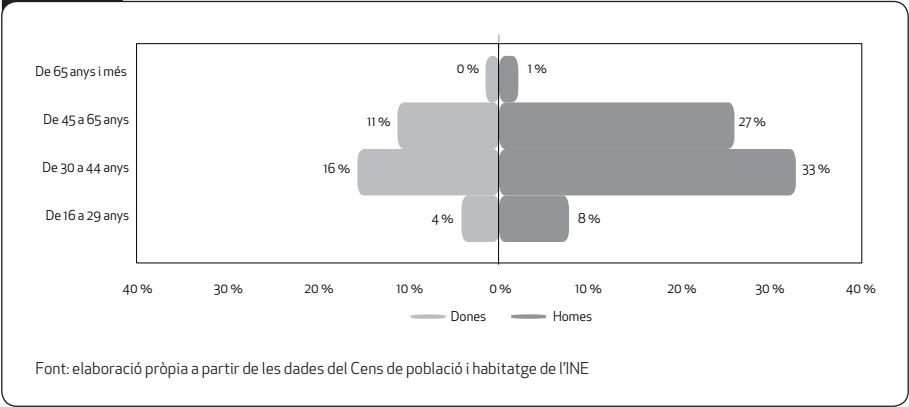
Degut a la manca de registres que permetin mostrar l'estructura de població d'una forma representativa, s'ha utilitzat la font més actual que és el Cens de població i habitatge que elabora l'INE cada deu anys. La figura 14 ens permet visualitzar el sexe i l'edat de les persones treballadores en el sector industrial per tal d'observar l'existència o no d'equitat de gènere i poder projectar les persones ocupades en el sector per tal d'estimar el relleu generacional en termes de mercat de treball. Tal com es pot veure en la piràmide de població, la indústria presenta una masculinització clarament marcada de la seva mà d'obra i alhora una manca de relleu generacional no imminent però sí si contemplem la piràmide com una entitat tancada a partir de l'any 2020.

També s'aporten dades de l'estudi *Prospectiva de necessitats d'ocupació i formació a la RMB [2015-2020]*² que va elaborar el Pacte Industrial de la Regió Metropolitana de Bar-

2. Pacte Industrial de la Regió Metropolitana de Barcelona: "Prospectiva de necessitats d'ocupació i formació a la RMB [2015-2020]" Abril 2014

FIGURA 14

Estructura de les persones ocupades en la indústria.
Província de Barcelona. Cens 2011



TAULA 9

Inversió industrial a Catalunya. 2014-2016

Nivell d'estudis	Demanda d'ocupació (milers)				Variació anual (%)			Variació absoluta (milers)		
	2005	2010	2015	2020	2010-2015	2015-2020	2010-2020	2010-2015	2015-2020	2010-2020
Estudis primaris o sense estudis	392,3	351,8	347,8	365,4	-0,23	0,99	0,38	-4,1	17,6	13,6
ESO o equivalent	558,8	481,2	452,7	447,7	-1,21	-0,22	-0,72	-28,5	-4,9	-33,4
Batxilletar o equivalent	343,8	342,9	343,6	369,0	0,04	1,44	0,74	0,7	25,4	26,1
CFGM o equivalent	198,2	191,0	198,3	228,6	0,76	2,88	1,81	7,4	30,2	37,6
CFGS o equivalent	236,7	254,9	276,2	314,5	1,62	2,63	2,12	21,3	38,3	59,6
Estudis universitaris	565,7	565,6	571,4	597,8	0,20	0,91	0,56	5,8	26,5	32,2
Total	2.295,5	2.187,3	2.189,9	2.323,1	0,02	1,19	0,60	2,6	133,2	135,8

Font: Prospectiva de necessitats d'ocupació i formació a la RMB [2015-2020]. Pacte industrial de la RMB de Barcelona. Pàg.83

celona on es mostra la necessitat d'ocupació i de qualificació a la segona corona metropolitana. Un dels resultats que volem mostrar és la necessitat d'ocupació que tindrà la indústria d'aquí l'any 2020. L'estudi agrupa les subactivitats en tres grans grups i les activitats d'indústries extractives, indústria química i farmacèutica, metal·lúrgia les concentra en el segon grup el qual presenta un creixement de les ocupacions però per sota de la mitjana. Quant al perfil de les ocupacions aquestes es caracteritzen per ser d'un major nivell de qualificació entre les quals hi ha la categoria de tècnics i professionals. Finalment, cal esmentar que aquest estudi preveu una demanda de persones graduades en FP tant de CFGM i de CFGS tal com mostra la taula 9.

3 Formació professional associada al sector

La Indústria 4.0 està directament relacionada a quatre famílies professionals de la formació professional; l'*Electricitat i electrònica*, la *Fabricació mecànica*, la *Instal·lació i manteniment* i la *Informàtica i comunicacions*. També s'ha considerat rellevant incloure les dades de disseny industrial tot i que cal esmentar que l'estudi ha focalitzat més l'anàlisi en les famílies professionals dels ensenyaments específics.

Entre les quatre famílies professionals d'ensenyaments específics i la d'ensenyaments artístics hi ha un total de 30 titulacions d'FP, de les quals 16 corresponen a cicles formatius de grau superior, 12 a cicles de grau mitjà i 2 de superiors d'arts plàstiques i disseny. Tal com ja s'ha esmentat els estudis artístics no s'han analitzat en aquest estudi.

Si contemplem el nombre d'alumnat matriculat del conjunt de les famílies professionals del règim específic apreciem que en el curs 2015-2016 n'hi havia un total de 6.719, un 34% més respecte de l'any 2009-2010.

A la RMB hi ha un total de 54 centres que ofereixen estudis de les famílies de *Fabricació mecànica*, *Electricitat i electrònica*, *Instal·lació i manteniment* i *Informàtica i comunicacions*. Per titularitat de centre veiem que el 67% són de titularitat privada mentre que el 33% restant de pública. A Barcelona ciutat hi ha 27 centres d'FP vinculats directament a famílies professionals d'Indústria 4.0, dels quals el 44% són centres públics (12) i el 56% són privats (15). Cal esmentar que els centres privats poden rebre concert econòmic segons el cicle.

La figura 14 mostra la distribució territorial dels grups de cicles que oferta cada comarca segons la família professional. El mapa ens mostra una major oferta d'ensenyaments al Barcelonès que a la resta de comarques: Barcelona ciutat concentra més oferta fruit del seu volum de població. La densitat de població és un element que determina l'oferta.

A continuació es presenten les dades de matriculació d'FP de la RMB i de forma més focal per la ciutat de Barcelona.

TAULA 10

Titulacions relacionades amb la Indústria 4.0 ofertes a la RMB. Curs 2016-2017

Ensenyaments específics

Electricitat i electrònica ¹	Tècnic/a Superior en Automatització i Robòtica Industrial
	Tècnic/a superior en Manteniment Elèctric
	Tècnic/a superior en Sistemes Electrònics i Automatitzats
	Tècnic/a superior en Sistemes Electrotècnics i Automatitzats, adaptats a les instal·lacions elèctriques i de comunicació del vaixell
	Tècnic/a superior en Sistemes de Telecomunicació i Informàtics
	Tècnic/a en Equips Electrònics de consum
	Tècnic/a en Instal·lacions Elèctriques i automàtiques
Fabricació mecànica ²	Tècnic/a en Instal·lacions de Telecomunicacions
	Tècnic/a superior en Construccions Metàl·liques
	Tècnic/a superior en Disseny en Fabricació Mecànica
	Tècnic/a superior en Programació de la Producció en Fabricació Mecànica
	Tècnic/a superior en Òptica d'Ullera
	Tècnic/a en Mecanització
	Tècnic/a en Mecanització perfil professional de Manteniment i Reparació en Rellotgeria
Instal·lació i manteniment	Tècnic/a en Soldadura i Caldereria
	Tècnic/a superior en Desenvolupament de Projectes d'Instal·lacions Tèrmiques i de Fluids
	Tècnic/a superior en Manteniment d'Instal·lacions Tèrmiques i de Fluids
	Tècnic/a superior en Mecatrònica Industrial
	Tècnic/a superior en Prevenció de Riscos Professionals
	Tècnic/a en Instal·lacions Frigorífiques i de Climatització
	Tècnic/a en Producció de calor
Informàtica i comunicacions ³	Tècnic/a en Manteniment Electromecànic
	Tècnic/a en Manteniment Electromecànic, perfil professional de Vaixells d'Esbarjo i Serveis Portuaris
	Tècnic/a superior en Desenvolupament d'Aplicacions Multiplataforma
	Tècnic/a superior en Desenvolupament d'Aplicacions Web
	Tècnic/a superior en Desenvolupament d'aplicacions multiplataformes, perfil professional de videojocs i oci digital.
	Tècnic/a superior en Desenvolupament d'aplicacions multiplataformes, perfil professional d'informàtica aplicada a la logística.
	Tècnic/a superior en Administració de Sistemes Informàtics en Xarxa
	Tècnic/a en Sistemes Microinformàtics i Xarxes

Font: Guia de la FP 2016-17. Fundació BCN Formació Professional.

¹ En aquesta família no s'inclou el cicle de tècnic superior d'electromedicina clínica per no considerar-se vinculat al sector

² Aquesta família també inclou el cicle de grau superior de Programació de la producció en emmotllament de metalls i polímers però només s'imparteix a la Garrotxa.

³ En aquesta família no s'inclou el cicle de tècnic superior de desenvolupament d'aplicacions multiplataformes amb perfil bioinformàtic per no considerar-se vinculat al sector

TAULA 11

Nombre de centres d'FP que imparteixen estudis d'FP vinculats a la Indústria 4.0. Any acadèmic 2016-17. RMB

Àmbit territorial	Públic	Privats	Totals
Barcelona ciutat	12	15	27
Resta RMB	42	12	54
Total RMB	54	27	81
Barcelona ciutat	44%	56%	100%
Total RMB	67%	33%	100%

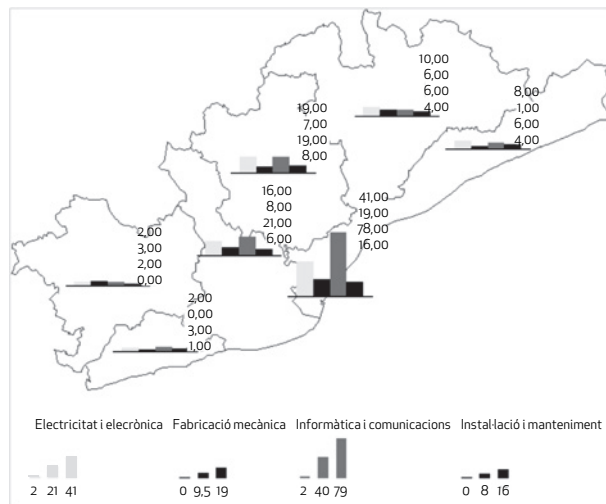
Font: Guia de la FP 2016-17. Fundació BCN Formació Professional i la Web del Departament d'Ensenyament

Les dades de matriculació en les quatre famílies professionals vinculades a la Indústria 4.0 a la RMB mostra la mateixa tendència que per la ciutat de Barcelona: la família d'*Informàtica i comunicacions* és la que presenta una tendència a l'alça i de forma significativa. La família d'*Instal·lació i manteniment* també presenta un increment de la matriculació però en menor mesura. Les de *Fabricació mecànica* i *Electricitat i electrònica* mostren tendències de decreixement.

De forma més concreta a la taula 12 s'aporten les dades de les diferents titulacions que s'oferten a la RMB de les quatre famílies vinculades al sector. Les dades ens mostren que en termes globals l'FP que pot donar resposta a la Indústria 4.0 està en creixement, és a dir, que hi ha demanda d'alumnat. Ara bé, si observem les dades per cada una de les

FIGURA 15

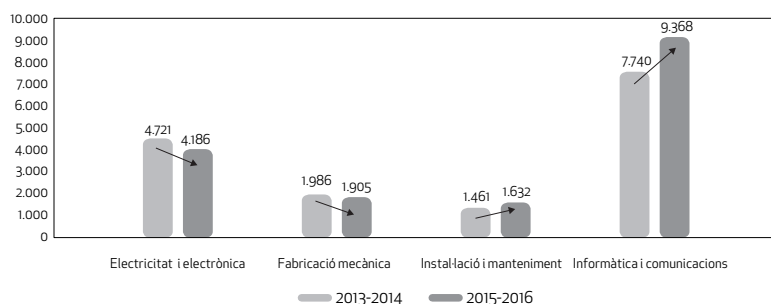
Distribució dels cicles ofertats per famílies professionals vinculades a la Indústria 4.0. RMB. Cursos 2015-16



Font: elaboració pròpia a partir de les dades del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya.

FIGURA 16

Matriculació de les famílies professionals vinculades a la Indústria 4.0. RMB. Cursos 2013-14/2015-16



Font: elaboració pròpia a partir de les dades del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya.

famílies veiem que no totes quatre presenten una tendència d'increment de demanda, *Informàtica i comunicacions* i *Instal·lació i manteniment* han incrementat la seva matriculació, especialment la primera família que s'ha vist incrementada en un 21% en termes relatius i en unes 1.628 persones.

Els cicles que han presentat una reducció de la seva matrícula són principalment els cicles de *Fabricació mecànica* excepte els cicles de grau superior d'*Òptica d'ullera* i de *Producció de fabricació mecànica*, els quals experimenten un lleu augment de la seva demanda. També han vist reduïda la seva matrícula els cicles d'*Electricitat i electrònica* excepte també dos cicles, el d'*Automatisme de robòtica industrial* i de *Sistemes de telecomunicacions i informàtics*.

Si en un primer moment focalitzem l'anàlisi per la ciutat de Barcelona a la figura 17 es pot observar amb més detall l'evolució de la matriculació per cada una de les famílies professionals a la ciutat de Barcelona. El primer que crida l'atenció és l'increment continuat de la família d'*Informàtica i comunicació*. En canvi, les altres tres de caràcter més industrials presenten una tendència o bé a la baixa o constant en el temps.

Si observem les dades per titulacions apreciem singularitats importants i dinàmiques pròpies per cada un dels cicles. Primer de tot, cal comentar que les dades per cicles formatius ens aporten informació tant d'aquells plans educatius sorgits en el marc de la Llei Orgànica General del Sistema Educatiu (LOGSE) que s'estan deixant d'impartir però que en el curs acadèmic d'anàlisi encara s'impartien, i els cicles vigents en el marc actual de la Llei Orgànica d'Educació (LOE). De les 31 titulacions d'FP que s'imparteixen a la ciutat i de les quals tenim dades disponibles, 14 presenten una tendència positiva d'increment del seu nombre de matriculats mentre que 12 tenen una dinàmica negativa i, per tant, de pèrdua d'alumnat. La resta, 5 titulacions, són cicles LOGSE que al curs 2015-16 s'han deixat d'impartir a excepció del cicle superior de *Sistemes electrònics i automatitzats, adaptats a les instal·lacions*

TAULA 12

Evolució de la matriculació d'alumnat en les famílies professionals vinculades. 2013/14-2015/16. RMB

Cicles professionals	2013-14	2015-16	Pes en base al total FP 2013-14	Pes en base al total FP 2015-16	Var. Absoluta	Var. Relativa	Tendència
Electricitat i electrònica	4.721	4.186	6,62%	5,41%	-535	-11,3%	↓
CFGM – Equips electrònics de consum (LOE)	40	22	0,85%	0,53%	-18	-45,0%	↓
CFGM – Instal·lacions i telecomunicacions (LOE)	601	459	12,73%	10,97%	-142	-23,6%	↓
CFGM – Instal·lacions elèctriques i automàtiques (LOE)	1.931	1.646	40,90%	39,32%	-285	-14,8%	↓
CFGS - Automatització i robòtica industrial (LOE)	696	994	14,74%	23,75%	298	42,8%	↑
CFGS - Manteniment electrònic (LOE)	176	152	3,73%	3,63%	-24	-13,6%	↓
CFGS - sistemes de telecomunicacions i informàtics (LOE)	74	434	1,57%	10,37%	360	486,5%	↑
CFGS - Sistemes electrotècnics i automatitzats (LOE)	533	459	11,29%	10,97%	-74	-13,9%	↓
CFGS - Sistemes electrotècnics i automatitzats (instal. elèctriques i comunicació de vaixells) (LOE)	0	20	0,00%	0,48%	20	100,0%	Nova creació
CFGS - Desenvolupament de productes electrònic (LOGSE)	9	0	0,19%	0,00%	-9	-100,0%	Desapareix
CFGS - Instal·lacions electrotècniques (LOGSE)	21	0	0,44%	0,00%	-21	-100,0%	Desapareix
CFGS - Sistemes de regulació i control automàtic (LOGSE)	32	0	0,68%	0,00%	-32	-100,0%	Desapareix
CFGS - Sistemes de telecomunicacions i informàtics (LOGSE)	608	0	12,88%	0,00%	-608	-100,0%	Desapareix
Fabricació mecànica	1.986	1.905	2,78%	2,46%	-81	-4,1%	↓
CFGM – Mecanització (LOE)	819	850	41,24%	44,62%	31	3,8%	↑
CFGM - Mecanització (rellotgeria) (LOE)	40	35	2,01%	1,84%	-5	-12,5%	↓
CFGM - Soldadura i caldereria (LOE)	261	204	13,14%	10,71%	-57	-21,8%	↓
CFPS - Construccions metàl·liques (LOE)	83	79	4,18%	4,15%	-4	-4,8%	↓
CFPS - Disseny en fabricació mecànica (LOE)	414	361	20,85%	18,95%	-53	-12,8%	↓
CFPS - Òptica d'ullera	54	55	2,72%	2,89%	1	1,9%	↑
CFPS - Programació producció fabricació mecànica (LOE)	315	321	15,86%	16,85%	6	1,9%	↑
Informàtica i comunicacions	7.740	9.368	10,85%	12,11%	1.628	21,0%	↑
CFGM - Sistemes microinformàtics i xarxes (LOE)	3.993	4.752	51,59%	50,73%	759	19,0%	↑
CFPS - Administració de sistemes informàtics en xarxa (LOE)	1.668	1.736	21,55%	18,53%	68	4,1%	↑

(Continua)

TAULA 12

Evolució de la matriculació d'alumnat en les famílies professionals vinculades. 2013/14-2015/16. RMB (cont.)

Cicles professionals	2013-14	2015-16	Pes en base al total FP 2013-14	Pes en base al total FP 2015-16	Var. Absoluta	Var. Relativa	Tendència
CFPS - Desenvolupament d'aplicacions multiplataforma (informàtica aplicada a la logística) (LOE)	0	14	0,00%	0,15%	14	100,0%	Nova creació
CFPS - Desenvolupament d'aplicacions multiplataforma (LOE)	1.128	1.635	14,57%	17,45%	507	45,0%	↑
CFPS - Desenvolupament d'aplicacions web (LOE)	925	1203	11,95%	12,84%	278	30,1%	↑
CFPS - Desenvolupament d'aplicacions informàtiques (LOE)	26	0	0,34%	0,00%	-26	-100,0%	Desapareix
CFPS - Desenvolupament d'aplicacions web (bioinformàtica) (LOE)	0	28	0,00%	0,30%	28	100,0%	Nova creació
Instal·lació i manteniment	1.461	1.632	2,05%	2,11%	171	11,7%	↑
CFGM - Instal·lacions de producció de calor (LOE)	142	120	9,72%	7,35%	-22	-15,5%	↑
CFGM - Instal·lacions frigorífiques i de climatització (LOE)	213	184	14,58%	11,27%	-29	-13,6%	↓
CFGM - Manteniment electromecànic (LOE)	480	603	32,85%	36,95%	123	25,6%	↑
CFGM - Manteniment electromecànic (vaixells d'esbarjo i serveis portuaris) (LOE)	88	137	6,02%	8,39%	49	55,68%	↑
CFGS - Desenvolupament de projectes d'instal·lacions tèrmiques i de fluids (LOE)	63	39	4,31%	2,39%	-24	-38,10%	↓
CFGS - Manteniment d'instal·lacions tèrmiques i de fluids (LOE)	151	149	10,34%	9,13%	-2	-1,32%	↓
CFGS - Mecatrònica industrial (LOE)	324	376	22,18%	23,04%	52	16,05%	↑
CFGS - Mecatrònica industrial (fabricació de productes ceràmics) (LOE)	0	24	0,00%	1,47%	24	100%	Nova creació
Total Indústria 4.0	15.908	17.091	22,30%	22,09%	1183	7,44%	↑
Total general	71.343	77.360	100,00%	100,00%	6017	8,43%	↑

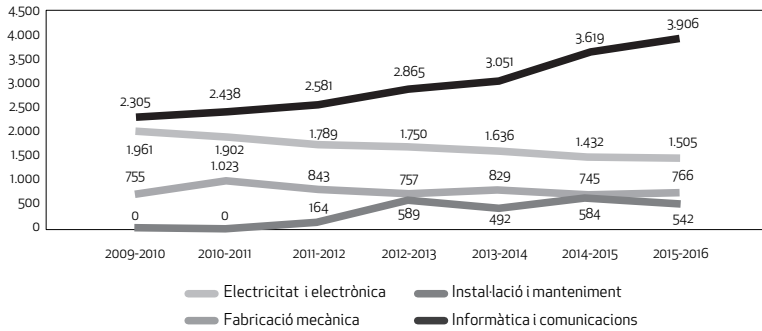
Font: elaboració pròpia a partir de les dades del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya

elèctriques i de comunicació del vaixell, que és de recent creació. La majoria dels cicles LOGSE tenen la seva equivalència en els cicles LOE.

Entre els cicles que presenten una tendència positiva hi ha totes les titulacions de la família d'*Informàtica i comunicacions* i cal destacar els estudis de grau superior de *Desenvolupament d'aplicacions multiplataforma* i de *Desenvolupament d'aplicacions web* que han vist incrementada en només tres cursos en un 71% i un 42% la seva matrícula, respectivament. Un altre cicle que presenta un increment notable és el de grau mitjà de

FIGURA 17

Evolució de les famílies professionals vinculades a la Indústria 4.0. Barcelona ciutat. Cursos 2009-2016



Font: elaboració pròpia a partir dels Anuaris de l'FP de la Fundació BCN Formació Professional

Manteniment electromecànic de la família d'*Instal·lació i manteniment* amb un 90%, xifra que en termes absoluts és de 70 alumnes més matriculats.

A l'altra cara de la moneda hi ha bona part dels cicles de les famílies d'*Electricitat i electrònica* i *Fabricació mecànica*. En el cas de la primera família és important visualitzar la reducció de persones matriculades en el cicle de grau mitjà d'*Equips electrònics de consum*, amb una tendència de -45% i en el de grau superior de *Sistemes de telecomunicacions i informàtics* amb un -23%. En el cas de la segona família cal citar el cicle superior en *Fabricació mecànica* amb un -13% i el de *Mecanització amb perfil professional de manteniment i reparació en rellotgeria* amb un -12%. El cicle de grau mitjà de *Soldadura i calderia* també presenta una tendència negativa d'un -44%. Seguint aquesta mateixa evolució de decreixement hi ha el cicle de grau superior de *Desenvolupament de projectes d'instal·lacions tèrmiques i fluids* amb una disminució del -38%.

Un apunt positiu important que cal destacar és la tendència positiva de cicles concrets dintre de famílies professionals que tenen dinàmica de pèrdua de matriculats en termes generals: el cicle de grau superior d'*Automatització i robòtica industrial* amb un augment de gairebé el 62% i el de *Mecatronització* també de grau superior amb un 8%.

Així doncs, es confirma l'increment de la demanda del jovent a cursar estudis d'informàtica i comunicacions per davant de les altres tres famílies professionals que integren la Indústria 4.0 amb excepció d'algun cicle formatiu el qual per la seva nomenclatura pot ser més atractiu que no pas els altres.

En el cas del cicle de grau superior en *Sistemes electrònics i automatitzats en instal·lacions elèctriques i comunicació de vaixells* no es pot fer una comparativa perquè el curs acadèmic 2014-2015 és el primer any que s'imparteix.

TAULA 13

Evolució de la matriculació d'alumnat en les famílies professionals vinculades. 2013/14-2015/16. Barcelona ciutat

Cicles formatius	2013-14	2015-16	% 2013-14	%20 15-16	Var. Absolu- ta	Var. Relativa	Tendència
Electricitat i electrònica	1.636	1.505	5,12%	4,30%	-131	-8,01%	↓
CFGM - Equips electrònics de consum (LOE)	40	22	2,40%	1,50%	-18	-45,00%	↓
CFGM - Instal·lacions de telecomunicacions (LOE)	184	214	11,20%	14,20%	30	16,30%	↑
CFGM - Instal·lacions elèctriques i automàtiques (LOE)	553	428	33,80%	28,40%	-125	-22,60%	↓
CFGS - Automatització i robòtica industrial (LOE)	201	325	12,30%	21,60%	124	61,69%	↑
CFGS - Desenvolupament de productes electrònic (LOGSE)	6	-	0,40%	0,00%	-6	-100,00%	Desapareix
CFGS - Instal·lacions electrotècniques (LOGSE)	14	-	0,90%	0,00%	-14	-100,00%	Desapareix
CFGS - manteniment electrònic (LOE)	64	52	3,90%	3,50%	-12	-18,75%	↓
CFGS - Sistemes de regulació i control automàtic (LOGSE)	6	-	0,40%	0,00%	-6	-100,00%	Desapareix
CFGS - Sistemes de telecomunicació i informàtics (LOGSE)	47	-	2,90%	0,00%	-47	-100,00%	Desapareix
CFGS - Sistemes de telecomunicacions i informàtics (LOE)	297	229	18,20%	15,20%	-68	-22,90%	↓
CFGS - Sistemes electrotècnics i automatitzats (LOE)	224	215	13,70%	15,60%	-9	-4,02%	↑
CFGS - Sistemes electrònics i automatitzats, adaptats a les instal·lacions elèctriques i de comunicació del vaixell (LOE)	-	20	0	0,06%	20	#DIV/0! Nova creació	
Fabricació mecànica	829	766	2,59%	2,19%	-63	-7,60%	↓
CFGM - Mecanització (LOGSE)	190	205	22,90%	26,80%	15	7,89%	↑
CFGM - Mecanització, perfil professional de manteniment i reparació en relotgeria (LOE)	40	35	4,80%	4,60%	-5	-12,50%	↓
CFGM - Soldadura i caldereria (LOGSE)	199	155	24,00%	20,20%	-44	-22,11%	↓
CFGS - Construccions metàl·liques (LOGSE)	51	54	6,20%	7,00%	3	5,88%	↑
CFGS - Disseny en fabricació mecànica (LOE)	180	156	21,70%	20,40%	-24	-13,33%	↓
CFGS - Òptica d'ullera (LOE)	54	55	6,50%	7,20%	1	1,85%	↑
CFGS - Programació producció fabricació mecànica (LOE)	115	106	13,90%	13,80%	-9	-7,83%	↓
Informàtica i comunicacions	3.051	3.906	9,55%	11,15%	855	28,0%	↑
CFGS - Desenvolupament d'aplicacions informàtiques	17	-	0,05%	-	-17	-100,00%	Desapareix
CFGM - Sistemes microinformàtics i xarxes (LOE)	1.302	1.554	42,90%	39,80%	252	19,35%	↑
CFGS - Administració de sistemes informàtics en xarxa (LOE)	764	821	25,20%	21,00%	57	7,46%	↑

TAULA 13

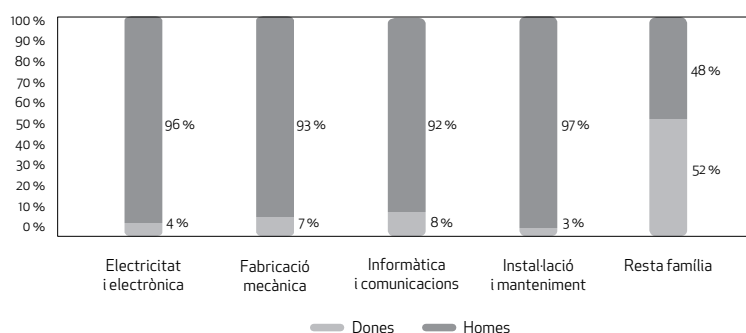
Evolució de la matriculació d'alumnat en les famílies professionals vinculades. 2013/14-2015/16. Barcelona ciutat (cont.)

Cicles formatius	2013-14	2015-16	% 2013-14	%20 15-16	Var. Absolu- ta	Var. Relativa	Tendència
CFGS - Desenvolupament d'aplicacions multiplataforma (LOE)	531	909	17,50%	23,30%	378	71,19%	↑
CFGS - Desenvolupament d'aplicacions web (LOE)	437	622	14,40%	15,90%	185	42,33%	↑
Instal·lació i manteniment	492	542	1,54%	1,55%	50	10,16%	↑
CFGM - Instal·lacions de producció de calor (LOE)	66	64	13,40%	11,80%	-2	-3,03%	↓
CFGM - Instal·lacions frigorífiques i de climatització (LOE)	109	104	22,20%	19,20%	-5	-4,59%	↓
CFGM - Manteniment electromecànic (LOE)	77	147	15,70%	27,10%	70	90,91%	↑
CFGM - Manteniment electromecànic perfil professional de vaixells d'esbarjo i serveis portuaris (LOE)	48	69	9,80%	12,70%	21	43,75%	↑
CFGS - Desenvolupament de projectes d'instal·lacions tèrmiques i de fluids (LOE)	63	39	12,80%	7,20%	-24	-38,10%	↓
CFGS - Manteniment d'instal·lacions tèrmiques i de fluids (LOE)	60	64	12,20%	11,80%	4	6,67%	↑
CFGS - Mecatrònica industrial (LOE)	69	55	14,00%	10,10%	-14	-20,29%	↓
Total Indústria 4.0	6.008	6.719	19%	19%	711	11,8%	↑
Total FP	31.951	35.017	100%	100%	3.066	9,6%	↑

Font: elaboració pròpia a partir de les dades del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya.

FIGURA 18

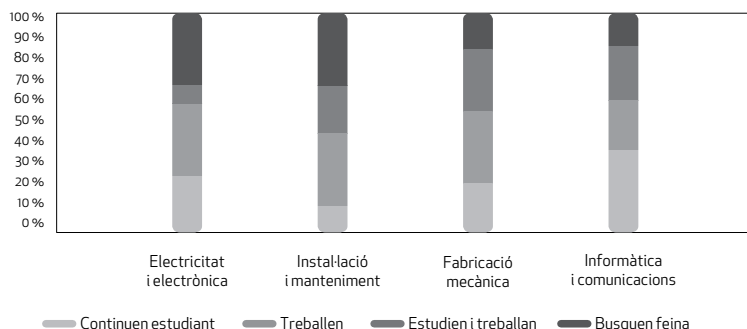
Distribució de la matrícula per sexe i família professional. Curs 2015-2016. Barcelona ciutat



Font: elaboració pròpia a partir de les dades del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya.

FIGURA 19

Nivells d'inserció de les famílies professionals vinculades a la Indústria 4.0. Barcelona. Any 2015. Barcelona ciutat



Font: Consorci d'educació de Barcelona

Una altra dada que cal mostrar és la distribució del sexe de l'alumnat que cursa estudis vinculats a la Indústria 4.0: gairebé la totalitat de l'alumnat d'aquestes famílies professionals són homes. La distribució en la resta de persones matriculades en l'FP presenta una distribució homogènia (43,4% dones i 57,6% homes) i, per tant, la masculinització no és un tret propi de l'FP sinó de la tipologia dels estudis. En aquest cas, els cicles formatius associats al sector industrial malauradament la societat encara els vincula més als homes que no pas a les dones.

Finalment, s'aporten les dades d'inserció dels recentment graduats que corresponen a les persones graduades al curs 2014-2015. El primer que s'hi observa és l'elevat percentatge d'alumnat d'*Informàtica i comunicació* que continuen els estudis amb un 40% aproximadament i l'altre tret a comentar és que tant la família d'*Electricitat i electrònica*, com d'*Instal·lació i manteniment* i de *Fabricació mecànica* presenten uns percentatges positius de recentment graduats que estan treballant o bé treballant i estudiant ja que presenten més de dues tercers parts dels graduats.

A tall de síntesi, les dades ens permeten concloure, d'una banda, que cal promocionar i potenciar els cicles formatius pròpiament industrials i, de l'altra, que és important treballar per modificar els rols de gènere, ja que els perfils professionals requerits per la Indústria 4.0 van més enllà de les competències que la indústria més clàssica ha requerit tradicionalment.

4 L'encaix entre l'oferta i la demanda de competències en la Indústria 4.0: anàlisi i investigació qualitativa

"La Indústria 4.0 és la indústria convencional un cop aquesta integri tot el potencial de les TIC que ja estan disponibles en un procés de mecatronització, integració tecnològica i digitalització de la informació amb tots els canvis organitzatius i estructurals que se'n derivin per a fer una indústria més competitiva a través de l'eficiència, costos marginals més baixos i increment de la flexibilitat."

Aquesta és la definició que els diferents agents educatius i econòmics van consensuar durant la sessió de treball del passat 28 d'abril d'aquest mateix any a partir d'una dinàmica participativa. El resultat d'aquesta anàlisi més qualitativa és el que es presenta en aquesta part de l'estudi. Concretament, les tècniques utilitzades han estat la dinamització d'una taula participativa amb la implicació de 20 persones expertes, 10 de l'àmbit educatiu i 10 del productiu, i la realització de 9 entrevistes en profunditat a professionals també de tots dos àmbits. A més d'aquesta anàlisi més participativa també s'ha analitzat documentació en relació a la Indústria 4.0 que ha permès ampliar i complementar les reflexions aportades per les diferents persones expertes.

La taula participativa ha permès identificar els punts forts i els febles en relació a l'adequació de l'FP a la indústria intel·ligent per a poder fer una anàlisi global de la situació i establir els ítems que posteriorment es desenvolupen en les entrevistes d'una forma més detallada i precisa. Les principals qüestions que s'han analitzat estan vinculades a la definició del concepte, la qualificació de les persones en matèria d'Indústria 4.0 (principalment, competències, formació i formació de formadors), la relació centre-empresa, tendències de futur, el paper i els reptes de la formació professional en la Indústria 4.0 i, finalment, quines propostes es poden impulsar per fomentar les vocacions industrials i l'FP 4.0.

A partir d'aquesta anàlisi la informació s'ha estructurat en tres subapartats: el primer centrat en les tendències i els reptes que planteja la Quarta Revolució Industrial des del prisma de l'FP, el segon la identificació dels perfils professionals detectats i requerits per l'empresa i, finalment, la visibilització dels encaixos i reptes de futur que presenta l'FP envers la Indústria 4.0 en termes de qualificació dels graduats en FP i futurs treballadors.

4.1. Reptes del sector de la Indústria 4.0

A continuació, es presenten els grans trets característics que les persones coneixedores del sector, tant del món educatiu com del món productiu, han posat sobre la taula, així com els principals reptes que té la Indústria 4.0 en general i en relació a l'FP. Val a dir que s'ha incorporat la perspectiva del repte en aquest apartat per tal de fer visibles algunes de les barreres que dificulten el paper de l'FP en la Indústria 4.0 i poder-les abordar des de la construcció de coneixement i la proactivitat:

Evolució industrial o revolució tecnològica

La construcció de coneixement entorn a aquest sector emergent ha estat força interessant perquè ha permès visualitzar dues formes diferents d'entendre la Indústria 4.0. La primera centrada en la percepció del procés natural de la pròpia indústria d'anar incorporant noves tecnologies en els processos de producció, tal com ha vingut fent al llarg de la història. Aquesta perspectiva posar el centre d'atenció en la indústria i referma les estructures tradicionals del sector, al mateix temps, presenta la fabricació intel·ligent d'una forma més tecnològica, focal i acotada al marc d'acció de l'empresa o de la fàbrica, en conseqüència, des del sector privat. La indústria és el centre de l'anàlisi i són les noves tecnologies de la societat del coneixement les que s'adapten als processos de producció aportant millors productes per als clients, una major personalització dels productes i una reducció dels costos de fabricació. Aquesta perspectiva és la que dona pas als paradigmes de Siemens, Google, Cisco, etc.

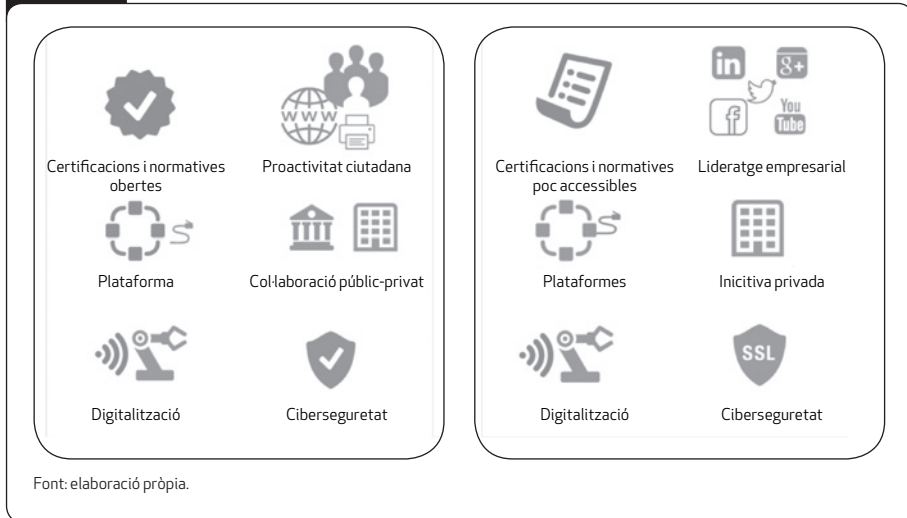
La segona forma d'entendre la Indústria intel·ligent se centra en la percepció d'un canvi de paradigma i la incorporació de nous actors en el sistema de gestió i producció industrial. Aquesta perspectiva no posa tant l'èmfasi en la indústria tradicional sinó que la integra en la societat des d'una visió més macro i holística.

La indústria intel·ligent esdevé integral i connectada a la societat i en conseqüència apareixen nous actors que poden tenir un paper actiu en el sistema de producció: aquesta adopta un paper integrat amb sectors estratègics i emergents i treballant de forma col·laborativa amb altres agents d'innovació, des de la pròpia ciutadania fins a altres empreses, administracions. Així doncs, la interacció no es produeix només des del sector privat sinó des del públic-privat. Aquesta visió més macro respon a conceptes com *Smart city*, xarxes de Fablabs, etc.

Aquesta doble perspectiva micro-macro també es pot extrapol·lar en la divisió de qui produeix el producte final i, per tant, també ens permet visualitzar perfils professionals en aquesta doble perspectiva: en la primera perfils directament vinculats a les fàbriques intel·ligents i en la segona a la *smart factory* però també a altres sectors amb tecnologies estratègiques les quals poden donar pas a nous perfils professionals: és el cas

FIGURA 20

Elements de debat en els dos escenaris



de la fabricació additiva (vegeu Barcelona Activa¹), la robòtica col·laborativa, la simulació, el *big data*, dispositius mòbils, etc.

Finalment, cal comentar que l'enfocament de la Indústria 4.0 també determina la tipologia de formació dels futurs graduats d'FP ja que des de la visió més micro l'aprenentatge se centra en l'empresa i esdevé bidireccional; en canvi des de la visió més macro l'aprenentatge de l'alumna d'FP se centra en la societat i esdevé multidireccional.

En tot cas, hi ha un consens generalitzat que som en un moment de revolució industrial que comportarà d'una manera o d'una altra canvis significatius en les formes de producció i de gestionar les empreses.

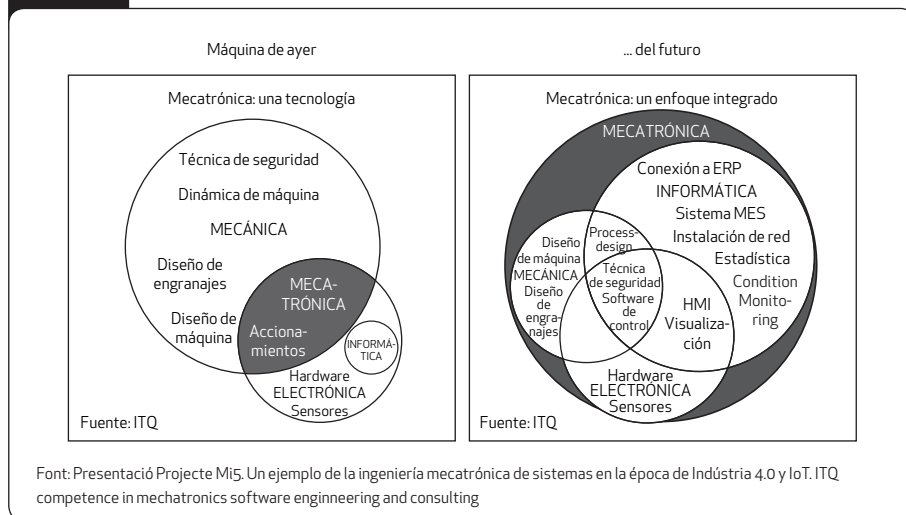
La digitalització: connectivitat per generar coneixement.

La connectivitat també és un altre element definitori d'aquest sector emergent. Algunes de les persones entrevistades defineixen la Indústria 4.0 com la digitalització dels elements industrials (l'aspecte més físic), i per tant, l'evolució de la indústria en el marc de la revolució digital. Així doncs, i així coincideixen totes les persones expertes, la connectivitat entre les tecnologies operatives i les tecnologies de la informació i de la comunicació és l'element clau per a poder generar la informació que permet construir coneixement per a la presa de decisions en la gestió industrial i l'elaboració de models de negoci de futur. Tant la mecatrònica com l'electrònica estan requerint de dispositius

1. Barcelona Activa: "Impacte i potencial de la impressió 3D en l'ocupació". Octubre de 2015.

FIGURA 21

Evolució de la mecatrònica



informàtics i de software, que permetin controlar i gestionar les màquines. Aquesta hibridació ja s'està observant en subsectors com el de l'automòbil, la robòtica, etc.

Ara bé, quan, com i on realitzar aquesta connectivitat són alguns dels reptes que cal plantejar-se: quina és l'estratègia de la indústria o de l'empresa per incorporar la digitalització i les tecnologies disruptives? Quines tecnologies cal aplicar en cada procés industrial? La connectivitat, també entesa des del punt de vista de la interrelació, permet la concentració espacial de les activitats d'R+D, el disseny del producte, el prototip, la industrialització i la pròpia cadena de producció en un mateix espai físic i aquesta interrelació és la que permetrà transformar la informació en coneixement. A partir de la generació de grans quantitats d'informació i d'elaborar models predictius és quan podem generar intel·ligència artificial o anàlisi computacional (*big data*), fet que permetrà realitzar gestions empresarials intel·ligents [Ferràs, 2016].

Flexibilitat i volatilitat

Un altre tret definitori és la gran flexibilitat que la indústria avançada ofereix en els processos de producció tant des del punt de vista de la producció, de l'adaptació a les necessitats del client, del perfil de clients, de la distribució de la fabricació, etc. Tal com ja s'ha esmentat anteriorment, s'estan modificant els models de negoci de les empreses i s'estan apropant al consumidor. La tecnologia en un futur portarà als tècnics al costat de l'usuari, donant servei a productes cada vegada més pensats i fets a mida. Aquesta flexibilitat és el que permet aportar la fabricació intel·ligent i deixa enrere la producció massiva sense cap tipus de vinculació amb l'usuari final.

L'avanç tecnològic també és un altre aspecte que cal tenir present en l'anàlisi. Els professionals del sector productiu comenten que els canvis tecnològics i les innovacions són constants i que una tecnologia o una empresa pot ser capdavantera però al cap d'un any haver perdut totes les quotes de negocis i clients. Aquesta volatilitat fa que, d'una banda, generin impacte en els models de negocis de les empreses que contínuament han d'avaluar i de l'altra la contínua formació dels professionals que treballen en el sector, tant des del punt de vista de la formació inicial com continuada. Per tant, aquest dinamisme i irrupcions continuen posant sobre la taula el repte de com l'FP inicial i per l'ocupació pot estar al dia dels avenços que es produeixen en la fabricació intel·ligent.

Nous models de negoci

Els agents que tenen més perspectiva sobre les tendències de futur apunten que la Indústria 4.0 està canviant els models de negoci de les empreses i les està apropant al consumidor. La tecnologia portarà les persones tècniques al costat de l'usuari, donant servei a productes cada vegada més pensats i fets a mida. L'usuari ja no vol el producte, ara el que cerca és que el que està comprant li resolgui el problema. Aquest canvi permetrà passar de vendre productes a vendre serveis associats al producte o bé vendre un mateix producte adaptat a la necessitat de cada client. Les empreses necessitaran reformular la seva estratègia de negoci per poder donar resposta a la singularitat de cada client i aquest és un dels grans reptes de moltes PIMES catalanes.

Ciberseguretat

Un altre gran repte de la indústria del coneixement –i de la societat del coneixement en general– és garantir la seguretat de les dades massives en entorns industrials. La protecció d'aquestes dades del sistema vers a les persones i viceversa, protegir les persones del sistema encara té un llarg camí per recórrer. Protegir una empresa d'un *ciberatac* és la base per impulsar aquesta connectivitat que s'ha comentat anteriorment. La *ciberseguretat* és un camp encara força incert i aquesta mancança de protocols i certificacions estandarditzades fa que cada empresa vagi adoptant de forma particular els seus mecanismes de gestió vers a la seguretat de les seves dades. Aquesta dispersió pot restar eficiència i competitivitat de l'empresa.

L'escalabilitat

Les persones coneixedores de l'emprenedoria i així també ho han expresats alguns agents que han participat en l'anàlisi qualitativa esmenten que un repte de la indústria és l'escalabilitat d'una idea. És a dir, el fet de poder replicar el prototip d'una idea emprendora.

La Indústria 4.0 obre la possibilitat de que qualsevol individu pugui construir i replicar la seva idea sense requerir d'infraestructures empresarials. Ara bé, per tal de poder repli-

car el producte cal que l'emprenedor el pugui certificar i normalitzar i és en aquesta fase quan existeixen dificultats importants en l'accessibilitat d'aquestes certificacions. Les propietats intel·lectuals i les certificacions industrials són una barrera per a la democratització de la producció. Cal fer accessible les certificacions d'una foma oberta i pública i integrar-les en els processos de certificacions?

L'horitzontalitat i la verticalitat

El treball transversal i col·laboratiu sense una gran estructura vertical és un tret definitori de la Indústria 4.0. Incrementar l'operativitat de gestió és un altre repte que cal tenir present i que sovint topa amb les estructures més clàssiques del sistema educatiu del nostre país. L'agilitat de la indústria i del teixit productiu és vital per a la implantació de la indústria intel·ligent i aquesta operativitat fa que els processos es puguin desplegar amb més eficiència i rapidesa tal com demana el sector. La gestió més vertical característica del sistema educatiu d'FP i, educatiu en general, fa que els processos d'implantació curricular o les estades del professorat en les empreses per posar dos exemples, no vagin al mateix ritme que ho requereix l'empresa i la indústria en general i esdevinguin inoperants.

En un context com l'actual on les estructures tendeixen a aplanar-se i a ampliar-se de forma horitzontal on la participació ciutadana també hi té un paper rellevant, les estructures verticals i poc operatives estan quedant al marge d'aquesta revolució.

Reciclatge professional

L'adaptació dels professionals en actiu a les novetats tecnològiques és vital per al sector. El camí més ràpid per a la integració de competències i l'adaptació de nous perfils professionals és el reciclatge, però s'han detectat tres elements que dificulten aquesta via. El primer és la dimensió de les empreses: la dimensió mitjana de les empreses industrials i les estructures indirectes de les PIMEs en un entorn tan competitiu com l'industrial B2B (*Business to business*) fan difícil la gestió de programes de formació per part de les empreses.

La manca de perfils especialitzats en formació és el segon element. Les competències professionals per gestionar programes de formació dins de les empreses no estan incorporades en la majoria de persones que són responsables o treballen en equips de recursos humans. Aquests són importants per a donar suport als perfils que fan la formació com són el personal tècnic i de producció. Aquest procés encara no està integrat dins de les empreses i en les PIMEs no hi ha un mecanisme clar de repercutir-ne el cost.

Per últim, el tercer element, la formació per a l'ocupació, sovint és poc compatible per a persones ocupades i, per tant, que estan realitzant la seva jornada de treball de forma ininterrompuda. Sovint no poden formar-se perquè la pròpia jornada laboral els ho im-

pedeix. Ahora, és difícil poder homologar les pròpies instal·lacions i el professorat per a efectuar formació contínua i obtenir el finançament. Part de les competències que cal integrar es podrien fer de forma complementària a través de certificacions de professionalitat de persones en actiu.

4.2. Els perfils professionals demandats

En aquest subapartat es presenten, d'una banda, les competències que els futurs graduats d'FP haurien d'adquirir, en major o menor intensitat, per a donar resposta a les noves ocupacions 4.0 i, de l'altra, els perfils professionals que les empreses cerquen i que tenen dificultats per trobar.

La implantació de les noves tecnologies en la indústria, especialment el camp de la robòtica col·laborativa, l'internet de les coses o la fabricació additiva estan perfilant les ocupacions del futur. El degà de Deusto Business School, Guillermo Dorronsoro afirma *"Estamos viendo que las máquinas son muy eficaces, reducen costes y sustituyen tareas que, por otro lado, para los seres humanos son repetitivas. Los seres humanos se tienen que ir desplazando hacia actividades de mayor valor añadido dentro del sector industrial"*.

Per tant, la irrupció d'aquestes tecnologies en la indústria comportarà assumir nous rols de control i de gestió de processos i, en conseqüència, noves responsabilitat tant de caràcter tecnològic com gerencial. Les màquines faran el procés i les persones les hauran de gestionar i controlar. Aquest canvi de paradigma pot generar el neguit de la pèrdua de llocs de treball, especialment en entorns on s'està començant a implementar robots col·laboratius. Ara bé, contra tot pronòstic, les persones coneixedores en matèria de robòtica esmenten que la robòtica, a data d'avui, ha creat més llocs de treball que no pas n'ha suprimit. Aquesta és una afirmació positiva perquè permet mostrar el gran potencial que els perfils industrials tenen i tindran en el mercat de treball i l'activitat econòmica.

Competències demandades

En termes generals, totes les persones coincideixen en esmentar que es necessitaran nous especialistes: el fet d'integrar tecnologies TIC de forma massiva a tots els nivells operatius de la indústria fa necessari especialistes híbrids en dos o tres camps. A diferència d'altres sectors emergents, com pot ser la indústria mòbil, en aquest sector el perfil és més global i integrador de disciplines diferents. La base de coneixement del perfil sempre és la programació i la capacitat de comunicació en diferents sistemes.

A continuació, s'exposa una relació de les competències tant tecnològiques com tècniques i personals que s'han pogut identificar durant el treball de camp. Cal tenir present

TAULA 14

Competències requerides detectades en el treball de camp

Competències tecnològiques	Competències tècniques	Competències personals
Capacitat de treballar amb IoT	Orientació al client	Autonomia
Capacitat de programar robats i autòmats	Idiomes (anglès, francès, alemany)	Auto-aprenentatge
Capacitat de dissenyar i imprimir en 3D	Habilitats comercials	Treball en xarxa
Capacitat de programar i gestionar màquines CNC ⁴ (diversos controls)	Disseny	Treball en equip col·laboratiu
Perfils de manteniment industrial amb capacitats de comunicació i programació	Gestió empresarial (orientació al negoci)	Proactivitat
Electrònica, mecànica, programació i comunicació	Coneixements de matemàtiques i de física bàsica	Responsabilitat
Sensòrica		Cultura de l'esforç
Coneixements de ciberseguretat		Capacitat d'adaptació al canvi i flexibilitat
Coneixements de big data analytics		Predisposició
Disseny d'interfícies òptimes per l'usuari		Iniciativa i lideratge
		Resolució
		Habilitats comunicatives
		Creativitat, curiositat
		Compromís

Font: elaboració pròpia.

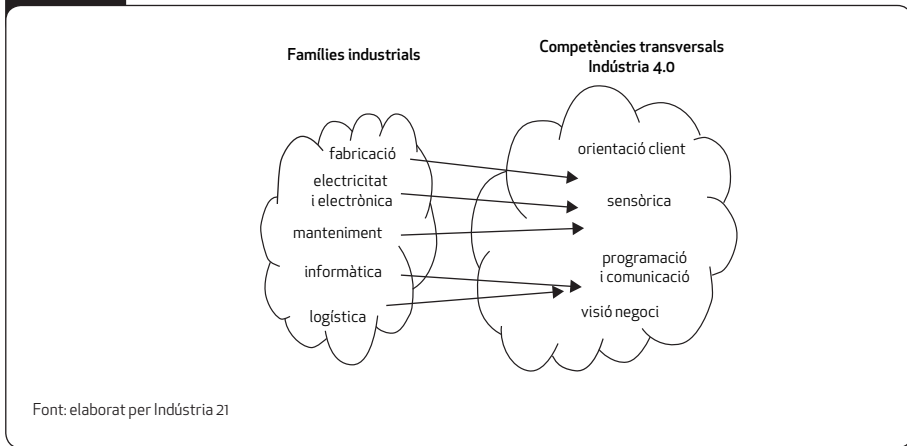
que aquestes poden anar canviant a mesura que el sector avanci. Alhora, cal dir que serà en funció del llocs de treball a desenvolupar que unes competències seran més importants que unes altres.

Així doncs, la Indústria 4.0 requereix de persones amb uns perfils professionals qualificats que puguin adaptar-se als canvis que el sector va generant. Així, la capacitat d'adaptació de llenguatges de programació, el coneixement pràctic i real en sistemes operatius i dispositius en xarxa, la capacitat d'anàlisi de grans quantitats de dades o la programació robòtica són algunes de les competències tecnològiques que les empreses sol·liciten. També caldrà tenir en compte competències de caràcter tècnic que hauran de tenir com coneixements bàsics en matemàtiques i física per tal de poder controlar i simular els processos en la producció. Les habilitats comercials i de creativitat també adquireixen importància en aquests nous perfils.

Tot i que en els darrers anys s'han creat o adaptat noves titulacions relacionades amb aquest sector, i que aquests coneixements més de caràcter tecnològics es poden cursar en els diferents cicles d'FP —dependrà de la combinació de cicles formatius i certificats de professionalitat que els centres podran potenciar un perfil o un altre—, les empreses continuen pensant que els continguts curriculars impartits a l'aula no estan prou adaptats per dotar als futur graduats de les competències necessàries per a competir en matèria d'Indústria 4.0.

Alhora, existeix un major repte com és l'assoliment de les competències transversals, cada cop més valorades per a l'empresa. Parlar idiomes, treballar en xarxa, gestionar als

FIGURA 22

Reptes de les famílies professionals industrials.

canvis, tenir una actitud proactiva o ser resilient és el que moltes empreses busquen en un treballador. Són competències que el mercat de treball en termes globals cerca i valora al marge del sector econòmic que ocupi.

També s'ha detectat que les famílies professionals actuals han d'integrar encara més els nous reptes que planteja la Indústria 4.0 en diferent mesura cal potenciar quatre grans àrees: orientació al client, sensòrica, programació i comunicacions i, finalment, visió de negoci. Aquestes han d'estar presents per una correcta interlocució i la seva intensitat varia en funció de cada perfil professionals. I de forma transversal caldrà adquirir coneixements de *big data* en l'FP: cal integrar aquests coneixements en els diferents cicles formatius a nivell curricular.

De forma més concisa, els reptes que afronta cada una de les famílies professionals d'FP a nivell competencial:

- **Fabricació mecànica:** integrar l'orientació al client i la sensòrica com a activitats tradicionalment no pròpies però presents en les tasques habituals dels oficis associats.
- **Electrònica i electricitat:** aprofundir en l'orientació al client i integrar tota la sensòrica IoT que està apareixent en la indústria. En aquest sentit també caldrà que treballin aspectes de programació de més alt nivell del que els pertoca tradicionalment.
- **Instal·lació i manteniment:** les tasques de manteniment electromecànic tradicionals requeriran de la integració de sensòrica IoT amb un gran component de programació i comunicacions d'alt nivell i entre diferents sistemes.

- **Informàtica i comunicació:** el perfil tradicional d'informàtica de sistemes i de desenvolupament de software requerirà que interactuï amb el món físic a través de la sensorica i que tinguin una visió de negoci per tal que les propostes i desenvolupaments que es facin siguin integrables i escalables a mesura que el negoci es vagi desenvolupant.

Perfils professionals

Des del punt de vista global els perfils professionals emergents seran, d'una banda, aquells perfils tradicionals de la indústria des dels sistemes de la física amb coneixements del *ciber*, i de l'altra, aquelles persones amb coneixements del sistema *ciber* amb la combinació de la física.

Els oficis més demandats són els relacionats amb la programació i les comunicacions dins del propi sector industrial amb aproximadament el 65% de la demanda. Posteriorment es requereixen perfils relacionats amb els processos logístics i manteniments mecatrònics amb un 10% i 7% respectivament i els perfils amb demanda no satisfeta més especialitzats com la mecànica-mecanització i laboratori-qualitat amb un 3% cadascuna. Hi ha un 10% de demanda de perfils industrials amb pocs o nuls coneixements tècnics però que tenen associades unes competències personals determinades. Bona part de les vacants ofertades demanen al voltant de 5 anys d'experiència. Cal esmentar que el mercat de treball encara cerca perfils separats però la tendència de futur és la hidració de perfils. Avui dia les competències que mancarien són les digitals.

De forma més concisa es presenten els diferents perfils professionals que les empreses participants en les dinàmiques declaren es requeriran en un futur immediat i quins cicles formatius actualment hi poden donar resposta. La taula 15 mostra que l'oferta actual de l'FP també pot donar resposta als perfils emergents en la indústria.

De l'anàlisi del treball de camp vinculat amb els perfils professionals que el sector requerirà es desprenen quatre idees principals: la primera és que de la mateixa manera que en etapes anteriors de la història industrial, la Indústria intel·ligent transformarà els llocs de treballs actuals, de manera que les ocupacions vigents seran substituïdes per les noves que requeriran d'una major i diversa qualificació. La pèrdua d'ocupació no estarà tant determinada per la destrucció de llocs de treball pròpiament sinó per la manca de qualificació adequada per part de les persones ocupades en edat activa. Alguna de les persones entrevistades ens esmenta que la robòtica ha creat més llocs de treball que suprimit almenys fins ara, com va passar amb la incorporació de les màquines en la indústria al llarg dels segles XIX i XX.

La segona idea és el fet que caldrà formar les futures promocions d'FP en competències tecnològiques, tècniques i personals que permetin modelar-se i adaptar-se amb

TAULA 15

Perfils requerits per la Indústria 4.0 i els cicles d'FP que hi poden donar resposta

Nous perfils a la Indústria	FP directament relacionats
Especialistes en lot	CFGS Automatització i Robòtica Industrial
Especialistes big data	No
Especialistes en data science: gestió dades, informació, procés	No
Especialistes en disseny d'interfícies	CFGS Desenvolupament d'aplicacions multiplataforma
Disseny d'usabilitats	CFGS Desenvolupament d'aplicacions multiplataforma
Informàtica industrial	CFGS Automatització i robòtica Industrial
Disseny sistemes operatius intel·ligents	No
Manteniment de robots específics	CFGS Automatització i robòtica Industrial
Testeig d'aplicacions	CFGS Automatització i robòtica Industrial
Especialistes en ciberseguretat	No
Especialistes tècnics en eficiència energètica	No
Disseny 3D	CFGS Disseny en fabricació mecànica
Especialistes de maquinària especialitzada CNC	CFGS Programació de la producció en fabricació mecànica
Especialistes policompetents en tecnologies híbrides	Només amb més d'un cicle formatiu
Enginyeria de materials	No
Mecatrònica en fabricació mecànica	CFGS Mecatrònica industrial + CFGS Programació de la producció en fabricació mecànica
Mecatrònica en comunicació industrial	CFGS Mecatrònica industrial + CFGS Automatització i robòtica industrial
Especialistes de robòtica en sectors nínxol com motlles i matrius	No

Font: elaboració pròpia.

flexibilitat als canvis tecnològics continus i a la irrupció de noves tecnologies disruptives. Cal apostar doncs per una formació que es basi en aquesta necessitat d'adaptació.

La tercera és el fet de la transversalitat de perfils. S'han identificat els perfils professionals propis de la indústria però cal remarcar, un cop més, que les tecnologies que són estratègiques en aquest àmbit estan donant pas a uns altres perfils amb competències semblants però que no tenen perquè desenvolupar-se directament en el centre de treball. De forma paral·lela també es podria produir una revalorització de determinades ocupacions com per exemple les que fan referència a les d'instal·lació que amb la proliferació de sistemes híbrids es requeriran cada vegada més. Aquestes persones seran les que realitzin les maniobres remotes i els protocols de comunicació i manteniment.

I, finalment, però no per això menys important, la quarta idea en la què hi ha un consens entre els agents, és que avui dia hi ha una mancança important de persones tècniques d'automatització i robòtica industrial o de manteniment electrònic i automatització i robòtica. I a mig i llarg termini els perfils híbrids entre perfils TICs i perfils tècnics d'operaris seran els perfils més demandats.

4.3. Reptes de l'FP davant la Indústria 4.0

Tot seguit es presenten els reptes de futur per a la Indústria 4.0 i l'FP detectats. A diferència d'anteriors estudis de la col·lecció de *Sectors econòmics emergents i la formació professional a la Regió Metropolitana de Barcelona* s'han analitzat els desencaixos amb el sector econòmic i no tant des del punt de vista del sistema de l'FP inicial. Existeixen desajustos que ja s'han exposat en anteriors edicions d'aquesta col·lecció, que són de caràcter sistèmic i que en aquesta edició no s'inclouen per haver estat tradicionalment analitzats (la importància d'una major flexibilitat curricular, l'autonomia de centres, una millor relació centre-empresa, etc.). En aquesta anàlisi s'han detectat aspectes singulars propis del sector que cal tenir presents a l'hora de potenciar i dinamitzar l'FP en la Indústria intel·ligent.

Formació segmentada i qualificació integrada

Tant les persones consultades del món educatiu com del productiu estableixen el consens que les famílies professionals relacionades amb aquesta Indústria intel·ligent són els cicles que integren les famílies de *Fabricació mecànica, Electricitat electrònica, Informàtica i comunicació i Instal·lació i manteniment*. Si bé és cert que des del camp formatiu hi ha una clara distinció entre aquestes famílies, ja que es mostra el coneixement i els continguts curriculars d'una forma segmentada i compartimentada, els perfils professionals demandats són sovint una combinació de continguts de les dues, les tres o fins i tot les quatre famílies professionals. És per aquest motiu que alguns centres d'FP s'estan acollint a la possibilitat d'ofertar una doble titulació que el Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya està impulsant.

Manca de vocacions i professionals industrials

La manca de vocacions industrials és un fet que afecta de forma transversal a diversos nivells formatius, tant a l'FP com als estudis universitaris, tal i com han comentat les persones expertes participants en aquest estudi. Les ocupacions industrials són poc atractives per la societat i especialment pel jovent, que està més interessat en les ocupacions vinculades a les noves tecnologies de la informació i la comunicació i en d'altres amb components de modernitat més evidents per aquest col·lectiu. Aquestes són sovint associades a la bata blanca i a la realització de tasques menys sistematitzades. En canvi, la projecció de les persones que treballen com a operàries se les associa sovint a processos més físics i de bata blava, propis més del segle XX que del segle XXI. El jovent segueix tenint en l'imaginari el món de la indústria com a poc evolucionat, amb tasques repetitives i "brutes", molt lluny de la realitat present i del futur més immediat.

La qüestió de gènere també és un factor molt important ja que merma la vocació en aquest sector entre les dones; les ocupacions vinculades tradicionalment a la indústria han estat atribuïdes als homes. Encara avui dia trobem la vinculació dels rols de gènere

en el mercat de treball on s'observa una professionalització clarament diferenciada entre homes i dones. La realitat és que la indústria i els nous llocs de treball que la Indústria 4.0 està creant, pot ésser ocupada tant per homes com per dones i caldria que les nenes i les joves poguéssin veure aquest sector com una possibilitat real per al seu futur professional. La societat hauria de fer un pas endavant en aquest aspecte, la Indústria 4.0 requereix i requerirà encara més persones ben formades, flexibles i adaptables als canvis, independentment de si són dones o homes.

Un altre factor que professionals del món educatiu han posat sobre la taula és la importància dels noms dels cicles formatius a l'hora d'atraure a futurs estudiants. En concret, un centre va veure augmentada la seva matriculació en el cicle d'automatització i robòtica industrial en el moment que el nom del cicle passa a introduir el concepte de robòtica.² Al marge d'incorporar un concepte modern i atractiu per al jovent, cal que el títol sigui clar i definidor de la formació que rebrà i de l'ocupació que hi resta associada. Aquest també és un aspecte clau que s'ha posat sobre la taula; la importància de visualitzar les ocupacions amb els cicles formatius.

Cal destacar que el procés d'orientació juga un paper clau en el foment de les vocacions industrials i, en canvi, s'han detectat dos biaixos importants; el del professorat i l'organització de centre. El primer provoca que el resultat de l'orientació depengui de la cultura industrial (o la seva absència) que tingui el professorat que estan en contacte amb l'alumnat a primària, secundària obligatòria o batxillerat. La manca de cultura industrial i el desconeixement de les competències personals dels diferents oficis de la indústria impedeix la detecció i orientació de persones que podrien tenir una carrera professional d'èxit en aquest sector. El segon biaix, el de l'organització de centre, fa que es tinguin preferència a orientar a l'alumnat a l'oferta formativa que s'imparteix al propi centre. Els centres procuren garantir la continuïtat de l'oferta formativa amb alumnat que ha cursat la secundària obligatòria en el centre. Aquest fet, no és únic en el sector industrial, sinó en tota l'FP, el centre que no té com a oferta formativa l'FP o que la coneix poc, difícilment orientarà l'alumnat cap a aquest tipus d'estudis, a no ser que consideri que no és apte per a realitzar uns estudis de batxillerat. Sortosament, sabem que la pròpia pressió de l'alumnat, la informació i vivències de persones que han cursat una FP amb èxit, la feina constant que es fa des de la mateixa administració educativa i altres entitats de suport a l'FP, poc a poc apropa la realitat de l'oferta formativa d'FP i sobretot la visibilitza com una opció clara de futur professional.

Tot i així, encara hi ha molta feina a fer i especialment en el sector de la indústria davant d'aquesta manca de vocacions hi ha una mancança important de personal amb les competències tècniques i transversals que el mercat requereix i que han de donar relleu a les persones treballadores que actualment són en actiu.

2. Aquest canvi es produeix amb el pas dels cicles en el marc regulador de la LOGSE a la LOE.

Escassa vinculació FP amb innovació i R+D

De l'anàlisi qualitativa es deriva una escassa vinculació de l'FP amb els processos de R+D que poden portar a terme les empreses, els centres tecnològics i centres de R+D de la RMB i de Catalunya en general. En aquest sentit, s'han evidenciat dos aspectes clau: el primer és el fet que els processos i les fonts de finançament associats a la recerca i el desenvolupament són una de les vies de finançament de la competitivitat de les empreses i de foment del 4.0. Aquestes fonts de finançament estan molt lligades a tractats internacionals comunitaris i extracomunitaris i normalment associats a perfils de nivell de doctorat i de grau universitari. En canvi, moltes de les millores de competitivitat i processos de recerca es fan en equips i és freqüent que en aquests equips, especialment en les fases de posta a punt i validació, hi participin persones que tenen nivells acadèmics d'FP. El fet que aquests nivells de qualificació també superiors —com és el cas dels CFGS— no estiguin reconeguts com a finançables dificulta la seva contractació i merma el seu prestigi professional.

I en aquesta línia s'ha observat el segon aspecte clau: la vinculació de la Indústria 4.0 amb les enginyeries és directa i visiblement relacionada. En canvi la incorporació de perfils professionals d'FP a la Indústria 4.0 depèn directament del coneixement que té l'empresa del sistema de l'FP i del valor que aquesta li atribueixi. Val a dir que bona part de les empreses tenen incorporats graduats d'FP, tant de grau mitjà com superior, però en canvi, a l'hora de parlar de la Indústria 4.0 aquests nivells formatius passen a considerar-se en un segon pla ja que la Indústria intel·ligent es vincula directament a processos d'innovació i amb perfils altament qualificats, que la majoria d'empreses associen només a perfils sorgits d'estudis universitaris. Tenim doncs un repte important en visibilitzar l'FP a les empreses com una etapa que forma persones tècnicament molt ben qualificades i amb una formació transversal que pot ser molt valuosa per l'adaptació d'aquestes empreses als nous requeriments de la Indústria 4.0.

Formació en alternança dual, una oportunitat amb matisos

Hi ha un gran consens en l'oportunitat que representa l'FP dual com a motor de canvi en la formació d'aprenents i la incorporació de personal amb qualificació per a la Indústria 4.0. El professorat entrevistat esmenta que la incorporació de la modalitat dual ha motivat l'alumnat i ha millorat la seva autoestima a través del treball. L'alumnat valora positivament l'aprenentatge d'un ofici a través del treball amb la possibilitat d'una inserció laboral i comporta un canvi en la seva actitud. Cal dir que també s'esmenta que perquè la formació en alternança sigui satisfactòria la coordinació a tres bandes (l'alumnat, el centre i l'empresa) és clau. Un altre tret valorat per les persones consultades és la relació centre-empresa que permet establir la modalitat dual. Aquest apropament possibilita que els centres coneguin quines són les tecnologies que l'empresa està adoptant i conèixer de primera mà les demandes dels perfils professionals requerits.

Ara bé, també han sorgit reptes a millorar en aquest sentit: el primer és la figura del tutor de l'empresa o la integració de competències per formar i avaluar a les persones aprenents en l'entorn laboral. Les competències professionals per a gestionar programes de formació dins de les empreses no estan incorporades en la majoria de persones que són responsables o treballen en equips de recursos humans. Els equips de recursos humans són molt importants per a donar suport als perfils que fan la formació, com són el personal tècnic i de producció. Aquest procés encara no està integrat dins de les empreses. Aquest fet sovint és una conseqüència directa de la grandària de l'empresa: les empreses petites són les que més dificultats tenen per incorporar estudiants en pràctiques ja que dedicar hores de formació a una persona els resta temps per a la producció i alhora qualsevol incident fruit del propi aprenentatge pot comportar unes pèrdues important que no els compensen i, per tant, esmenten que prefereixen contractar una persona ja qualificada o fer-ho ells mateixos que apostar per un aprenent.

És a dir, la dimensió petita o mitjana de l'empresa industrial i les estructures indirectes de les PIMEs en un entorn tan competitiu com l'industrial B2B fan difícil la gestió de programes de formació per part de les empreses. Tot i ser un factor crític per al creixement i la competitivitat, la majoria de les PIMEs veuen encara la formació dual com un procés propi d'empresa gran.

Finalment, un altre aspecte comentat és la gestió de la documentació i l'excessiva burocratització per formalitzar els convenis de col·laboració entre els centres i les empreses. Caldrà pensar en alleugerir o donar més suport en aquests processos, de cara a facilitar de totes totes, la incorporació d'alumnat en formació en les empreses i destinar més temps a processos d'acompanyament, seguiment i avaluació per part dels tutors i no tant a la gestió propiament documental.

Formació i avaluació de competències 4.0

Un aspecte delicat que ha sorgit tant en el focus grup com en les entrevistes en profunditat a l'hora de parlar de les competències requerides pel mercat de treball i adquirides per l'alumnat és la formació i l'avaluació de les competències vinculades al sector. S'esmenta que actualment la formació de competències transversals als centres és insuficient perquè el propi sistema educatiu no avalua les competències adquirides sinó els resultats acadèmics dels continguts curriculars establerts per la normativa i aquest fet dificulta establir les novetats del sector i les competències transversals.

En aquesta línia també es posa sobre la taula el baix nombre d'hores d'informàtica que integren els cicles formatius de les famílies de *Fabricació mecànica*, *Instal·lació i manteniment* o *Electricitat electrònica*. Tots els agents coincideixen en el fet que cal incrementar el nombre d'hores de programació i coneixements informàtics per poder adaptar-se a la Indústria 4.0. És més, hi ha qui esmenta que la programació ha d'esdevenir una competència tècnica transversal igual que ho és actualment l'anglès tècnic.

Agents proactius o lideratge estratègic

Totes les persones implicades en l'anàlisi qualitativa fan una aposta clara per a la Indústria 4.0 i això comporta que tots i cada un d'ells mirin d'adaptar-se i d'incorporar tecnologies o metodologies pròpies dels entorns intel·ligents, tant els agents productius com els educatius. Totes les empreses i agents del teixit productiu participants en l'estudi estan adaptant tecnologies pròpies de la Indústria 4.0 segons les seves necessitats. Igualment, tots els centres d'FP que han participat estan incorporant estratègies per incorporar metodologies d'aprenentatge i alguns d'ells fins hi tot tecnologies específiques gràcies a la col·laboració amb l'empresa, perquè les persones graduades en FP puguin adquirir competències professionals per a una millor inserció. En aquesta mateixa línia la Direcció General de la Formació Professional del Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya ha identificat i realitzat accions específiques per a incorporar coneixements, noves tecnologies als centres i noves fórmules de complementar i adaptar els continguts curriculars a les noves demandes del sector. Així com també han desenvolupat iniciatives altres departaments de la Generalitat de Catalunya com el de la Presidència a través de la Secretaria de Telecomunicacions, Ciberseguretat i Societat Digital el d'Empresa i Coneixement amb la Direcció General d'Indústria, per citar algunes de les àrees que han aportat informació en l'elaboració del present estudi.

Al llarg del treball de camp s'han visibilitzat bones pràctiques que evidencien el diàleg entre el sistema de l'FP i el teixit productiu. El consens per una aposta clara per a la Indústria 4.0 és un element motivador que engresca als agents a l'acció.

Ara bé, també s'ha evidenciat que aquestes iniciatives estan atomitzades i depenen directament de la proactivitat i voluntat de les persones -especialment en el cas de les empreses i els centres d'FP- i manca un lideratge i facilitador alhora, que marqui una línia estratègica amb uns objectius a assolir per part de tots els agents implicats i que tingui efectes d'arrossegament per a aquelles empreses i aquells centres d'FP que per les seves casuístiques no poden assumir un rol proactiu. Generar sinèrgies per ser més eficients, treballar en xarxa, compartir recursos, etc., esforços i iniciatives en un marc de referència estipulat per a tots igual, és l'objectiu compartit que tenen en aquests moments la indústria i l'FP. Però, qui i com s'ha d'impulsar?

Formació i reciclatge del professorat

Tot i que ja s'ha citat anteriorment, la importància de la formació i reciclatge del professorat és una amenaça important i per aquest motiu s'ha considerat important dedicar-hi un epígraf específic. Hi ha dificultats reals perquè el professorat dels centres d'FP puguin actualitzar els seus coneixements d'acord el ritme del teixit productiu. S'esmenta que si ja és difícil que les empreses puguin estar al dia de les novetats tecnològiques ho és més encara per al professorat, especialment per aquells que no han treballat mai a

l'empresa o ho han fet ja fa molts anys. En aquest sentit el problema pot afectar tant el professorat que actualment està en actiu com al que ho estarà en el futur.

En aquesta línia cal esmentar que existeixen mesures que podrien millorar aquesta realitat, com la d'estades de professorat d'FP en empreses però sovint la dificultat de substituir al professorat a l'aula fa que sigui poc factible i no s'acabi sol·licitant. El professorat d'FP ha de poder disposar d'eines àgils i possibilistes per reciclar-se davant el dinamisme productiu i davant les noves competències personals i transversals que requereix el mercat laboral.

Però l'actualització de coneixements no passa només per estar al dia de les tecnologies sinó també de les metodologies didàctiques utilitzades a l'aula que són una part important de la formació, especialment de la formació per competències transversals i personals. En aquest cas l'FP ha d'adaptar-se també als temps de canvi que l'educació està començant a impulsar, cal que repensi de forma innovadora i creativa com acostar-se a l'alumnat del segle XXI, quines metodologies són les més adequades, per formar, acompanyar i avaluar.

5 Recomanacions per millorar l'encaix entre l'oferta d'FP i les oportunitats que genera la Indústria 4.0

En aquest apartat es plantegen recomanacions que volen donar resposta als reptes de futur plantejats en l'apartat anterior de l'estudi i que són fruit del treball elaborat i les conclusions que s'en desprenen.

Com en edicions anteriors de la col·lecció dels estudis de sectors econòmics emergents s'aporten recomanacions de caràcter estructural i sistèmiques que incideixen en els fonaments del sistema d'FP i d'altres de tipus conjuntural i sectorial que permetrien gestionar les singularitats que els cicles formatius vinculats amb el sector de referència presenten.

L'FP pot tenir un paper clau en la Indústria 4.0. Tal com s'ha observat en capítols del present estudi la Indústria Intel·ligent no només requerirà de persones titulades en enginyeries sinó també de professionals amb un perfil més tècnic i que coneguin des de la vessant més pràctica, les tecnologies emergents.

La Indústria 4.0 presenta un escenari òptim per a que l'FP pugui ser revaloritzada: la incipència i la vinculació del sector amb processos d'innovació, de recerca i de desenvolupament fa que sovint se la relacioni directament amb la formació universitària o postuniversitària, quedant al marge els estudis superiors d'FP-CFGS i també els estudis de grau mitjà, FP-CFGM. En aquest escenari l'FP es troba en una cruïlla de camins molt interessant i important: d'una banda, pot evidenciar i visualitzar la necessitat d'incorporar l'FP en l'aposta de la Indústria 4.0 des de l'inici, generant també innovació i transformació d'una forma integral tant vertical com horitzontal o bé, de l'altra, limitar-se a esperar a que la indústria estandarditzi els processos vinculats al 4.0 un cop s'hagin establert els paradigmes de la futura indústria intel·ligent, i, en definitiva, de la societat del futur.

Cal esmentar que alguna d'aquestes propostes de millora sorgeixen directament dels diferents actors que han participat en el treball de camp, tant en les entrevistes com en la dinàmica participativa grupal. Les propostes són doncs el resultat de la suma de co-neixement generat al llarg de l'elaboració del present estudi.

5.1. Recomanacions a nivell sistèmic

A continuació es presenten les recomanacions sistèmiques que afecten directament als fonaments de l'FP a la ciutat de Barcelona i a la resta de Catalunya. Cal esmentar que reptes ja plantejats en altres estudis d'aquesta col·lecció no s'han desenvolupat detalladament perquè ja ho han estat en anteriors edicions, és el cas de la importància de l'adaptació i flexibilitat curricular o la integració del sistema de la formació professional inicial i per l'ocupació, aspectes que considerem que el desplegament de la Llei 10/2015 de Formació i Qualificació professional, té en compte i portarà efectivament a terme. Aquesta vegada s'han definit una sèrie d'elements estructurals de l'FP que d'una forma directa o indirecta s'han posat sobre la taula de manera reiterada i que van més enllà de la pròpia dinàmica del sector.

Revisió de l'oferta d'FP

El debat de la ubicació dels centres i la distribució de l'oferta formativa en el territori ha estat un element que ha sorgit en l'anàlisi qualitativa. L'evidència d'una manca d'oferta formativa vinculada a la Indústria 4.0 en municipis on hi ha un teixit industrial important pel que fa al volum d'empreses i amb alt valor tecnològic genera la necessitat de posar sobre la taula la importància de la planificació del model territorial i la distribució de l'oferta de centres i de titulacions d'FP existent. Sabem de la dificultat tècnica i sobretot econòmica que té el desplegament de la planificació de l'FP en el territori, però per altra banda, coneixem les bondats dels resultats d'una bona planificació lligada a l'estructura del teixit productiu d'àmbits concrets i per tant caldria un esforç suplementari. En aquest cas, seria interessant vincular d'una forma més directa els cicles formatius que hi ha en els municipis d'acord a les dinàmiques econòmiques locals i amb la complicitat del propi teixit productiu. Alhora, caldria revisar i fer-los evidents i a l'abast dels qui gestionen des de l'administració local, quins són els criteris que s'estableixen per a portar a terme l'obertura de nous cicles formatius, tant de grau mitjà com superior.

En termes més sociològics també és rellevant revisar aquesta ordenació des del punt de vista de la relació amb la societat i la ciutadania cada cop més connectada i participativa alhora. L'ordenació de l'FP no ha de respondre només a la lògica empresarial i territorial sinó també social. L'FP pot jugar un rol estratègic en l'aposta de les ciutats intel·ligents i és en aquest sentit que cal revisar l'oferta existent davant els reptes que planteja una ciutadania cada vegada més proactiva.

La formació en alternança

La formació en alternança és un element a debatre. L'impuls de l'FP dual a Catalunya presenta força reptes importants a resoldre tal com s'ha exposat anteriorment; reflexionar sobre el paper de qui tutoritza l'alumnat, tant del centre com de l'empresa, la formació que aquestes persones haurien de rebre per fer la seva feina de forma adequada, la im-

plicació o no de l'alumnat en la recerca activa d'empreses de pràctiques, els continguts del pla d'activitat, la durada de les pràctiques, etc. són elements que cal posar a debat entre els diferents actors implicats. En aquest sentit també caldria analitzar si només cal apostar per un model o potenciar la convivència de diferents formes d'organitzar l'alternança ja sigui partint dels diferents models europeus existents¹ dissenyats a partir del seu context econòmic i social, però que poden inspirar molt el propi model a Catalunya, sense necessitat d'apostar només per un d'únic. En aquest sentit, participants en l'estudi apunten una necessitat de diferenciar la tipologia d'alternança segons cicle, família professional, perfil de l'alumnat i el seu grau de maduresa.

Incorporar les transformacions tecnològiques en l'FP

Tal com s'ha evidenciat al llarg de l'anàlisi qualitativa, i en anteriors estudis de la col·lecció de sectors econòmics emergents a la RMB, l'FP té el gran repte d'adaptar-se a les necessitats del teixit productiu però també a les de la societat en general i a la de les persones que en concret opten per aquests estudis. Pel que fa a aquesta adaptació a l'evolució de la indústria, la formació i l'ús de les tecnologies 4.0 hauria de ser transversal en totes les famílies professionals com una eina d'aprenentatge més de cara a la millora de l'ocupabilitat de l'alumnat, però també com un factor clau d'empoderament de la persona en una societat, on les persones produiran en molts casos allò que consumiran o necessitaran en el seu dia a dia. La impressió 3D, la simulació, la robòtica o l'internet de les coses han de poder donar suport a la resta de famílies professionals no industrials donant alhora resposta a necessitats de la societat i al paper actiu que les persones hi desenvolupen cada vegada més.

L'impuls de programes de foment d'accions multidisciplinars que vinculin els cicles industrials amb la resta de cicles pot ser una bona iniciativa per donar resposta a necessitats reals que les empreses i la ciutadania en general pugui tenir. Aquesta transversalitat curricular pot afavorir la construcció de coneixement integral i defugir de la formació compartimentada i poc permeable.

També des del punt de vista competencial, seria interessant valorar la possibilitat d'incorporar coneixements bàsics d'autocad, de gestió de bases de dades o de programació en els continguts curriculars en els cicles de totes les famílies professionals d'una forma transversal, com ho és actualment l'anglès tècnic.

Actualització del professorat

Estar al dia del sector és un aspecte que preocupa tant a professionals del món educatiu com productiu. Especialment important és aquesta realitat en el cas del professorat d'FP, que necessita conèixer de forma pràctica totes les tecnologies que abans s'esmen-

¹ Per més informació sobre els sistemes d'FP europeus: <http://www.fundaciobcnfp.cat/index.php/ca/projectes/916-analisi-comparada-fp>

taven i sobretot com aquestes poden ser utilitzades a l'aula com a recurs pedagògic i per a l'aprenentatge de l'alumnat. Les persones participants en l'estudi han fet propostes que han estat molt compartides com per exemple la possibilitat d'organitzar una formació contínua dual per al professorat, que els centres tinguin una possibilitat real i factible d'incorporar professionals en actiu facilitar les estades a les empreses d'una forma remunerada i incrementar l'oferta de formació del professorat en àmbits lligats al sector.

Cal fomentar l'apropament a l'empresa per part del professorat i el treball coordinat amb aquestes procurant la participació conjunta en activitats com pot ser l'alternança, comissions mixtes de planificació, prestació de serveis del programa Innova FP, pràctiques empresa, taules sectorials o fins i tot flexibilitzar i promocionar l'activitat professional externa al centre. En aquest sentit seria significatiu que professionals en actiu es poguessin capacitar per a formar en mòduls concrets que permetessin aportar l'actualitat del sector al centre.

Orientació

L'orientació és una altra peça essencial de l'engranatge. Seria interessant coordinar els diferents agents que realitzen orientació (ja siguin els orientadors de centre, els informadors de districte, les famílies, etc.) per facilitar-los informació en matèria d'FP a la ciutat de Barcelona, especialment d'aquells sectors professionals en els quals es vol incidir, com és el cas de la indústria. Aquesta informació hauria de formar part del contingut de l'orientació al llarg de les diverses etapes educatives, una orientació no només lligada a les transicions, que acostés els nens i nenes ja en edats tempranes al món canviant i en evolució de les diverses maneres d'entendre el treball, als oficis, etc. Mostrar l'oferta formativa existent és important però més ho és encara mostrar el món dels oficis i les professions en tota la seva amplitud i diversitat, fent especial èmfasi en els sectors més desconeguts i amb més possibilitats de futur professional. Quant a la figura de l'orientador/a caldria que al marge d'on es realitzés aquesta orientació es disposés de coneixement o eines d'informació sobre el mercat de treball, el sistema educatiu i les ocupacions.

Finalment esmentar que cal fomentar l'FP entre la ciutadania en general i les famílies en particular per tal que aquestes tinguin una visió més amable i sobretot més real de l'FP i la veiessin com una opció clara de futur per als seus fills i filles.

5.2. Recomanacions a nivell específic

Tot seguit es proposen línies d'actuació directament vinculades al sector. Aquestes s'han plantejat tenint en compte les seves característiques i els reptes exposats en l'apartat anterior. Algunes d'elles no depenen directament de la gestió de l'administració i s'han de plantejar des d'una òptica més possibilista i operativa.

Lideratge compartit i estratègic

En matèria d'FP i Indústria 4.0 caldria que les administracions competents poguessin liderar de forma proactiva un marc comú de referència. La Comissió Indústria 4.0 d'Enginyers de Catalunya ha elaborat un marc de referència sobre la Indústria 4.0. Aquest document pot ser un bon punt de partida per establir un consens sobre el model d'Indústria intel·ligent que es vol per Barcelona i la resta de Catalunya i contemplar l'FP com un actor actiu i estratègic pel desenvolupament de la indústria. No podem oblidar tampoc la recent creació, per part del Govern, de la Taula del Pacte Nacional per la Indústria i els sis grups de treball (un d'ells dedicat a la Formació) que elaboraran l'estratègia i les accions del Pacte Nacional per la Indústria, el full de ruta per dotar a Catalunya d'una nova economia productiva de base industrial. Seria interessant que es poguessin visibilitzar, liderar i gestionar aquelles iniciatives impulsades des dels centres, les empreses i altres agents més proactius perquè les compartissin amb d'altres centres menys dinàmics i posar les condicions perquè es poguessin implementar arreu.

- Crear un catàleg de bones pràctiques dels centres d'FP, tant de metodologies docents, com de models de relació amb la indústria i les empreses, com d'activitats d'orientació que es realitzen i que funcionen però que es comparteixen poc. Al mateix temps, aquest recull podria contenir recursos existents per a ser utilitzats a l'aula així com activitats d'interès per apropar al professorat i a l'alumnat a la realitat del sector: premis, visites, exposicions, espais de creació i de producció industrial, etc.

Foment de les vocacions industrials

Tant la piràmide de la població ocupada en la indústria per sexe i edat com les diferents dinàmiques participatives ens evidencien una manca de vocacions industrials a nivell general de la societat i més especialment entre les dones. Existeix consens en la necessitat de treballar de forma col·laborativa des dels quatre sistemes: l'empresa, el centre, l'administració i la societat. Caldria fer un canvi de plantejament de com es fa la difusió de l'oferta formativa de les famílies professionals vinculades a la Indústria 4.0. Seria interessant identificar de forma específica quines professions hi ha al darrere de cadascun dels cicles formatius per tal de fer visible els oficis i les trajectòries professionals.

Una altra línia de treball recomanable és fer promoció des de dos punts de vista, el primer del foment i desenvolupament de competències i vocacions en etapes educatives primerenques. Aquest centrat en els centres de primària, secundària i, per tant, també en les facultats d'on sortirà el futur professorat (implica educació i enginyeria). Aquí també hi hauríem de trobar els orientadors i informadors. I el segon, centrat en la imatge col·lectiva que la societat i, per tant les famílies tenen de l'FP i la indústria Intel·ligent.

Finalment, també s'ha comentat apropar les tecnologies 4.0 a les escoles perquè els infants puguin començar a desenvolupar pensament computacional i competències tecnològiques. Aquest apropament es pot portar a terme proposant reptes i problemes que poden resoldre com un projecte dintre del marc curricular de l'escola. Actualment aquest aspecte es treballa en el marc d'activitats extraescolars en molts municipis i escoles, però s'ha de fer un esforç en la incorporació d'aquests continguts en el currículum formal, només així arribarà a tothom i especialment a les nenes i noies.

Les accions plantejades no comportarien un finançament massa elevat i a més a més caldria buscar la complicitat de les empreses per un cofinançament públic-privat.

De forma més concreta es proposa:

- Elaborar un catàleg o tríptics divulgatius d'ocupacions i oficis relacionades amb la Indústria 4.0 i l'FP tant de grau mitjà com superior.
- Màrqueting educatiu: es planteja utilitzar noms més comercials i que visibilitzin ocupacions pels cicles formatius per tal d'atraure al jovent com en el cas del cicle d'*Automatització i Robòtica Industrial* que ha augmentat la seva matrícula amb el canvi de nom. Actualment, els títols són poc entenedors per a la ciutadania si no es coneix el sector i no permeten extrapol·lar l'ocupació que hi ha al darrere.
- Elaborar un recull de recursos per fomentar les vocacions industrials que pugui donar resposta a diferents públics: alumnat, professorat, tutors/es, famílies, etc. Ens referim a activitats, programes, concursos, ajuts...que es desenvolupen en el territori i que són poc coneguts.
- Etapa infantil i primària: incorporar de forma curricular la robòtica, la programació i altres disciplines que darrerament ja s'estan incentivant força en els centres escolars tot i que gairebé sempre des del marc d'activitats extraescolars. És interessant continuar fomentant aquestes iniciatives tant dintre com fora dels itineraris curriculars.
- Etapa secundària: en aquesta etapa es treballa poc el foment de les vocacions industrials i cal potenciar-ho. Apropar de forma explícita als i les joves al món de les professions i dels oficis, la tecnologia, la ciència i la indústria com una opció de futur professional és absolutament imprescindible. Hi ha països europeus amb experiències molt interessants al respecte, com el Batxillerat híbrid, una combinació de matèries més clàssiques del batxillerat amb matèries i activitats pràctiques que trobaríem normalment a l'FP. Una doble titulació BAT-FP, que obriria un ventall de possibilitats molt àmplies a les persones que es decantessin per aquesta opció i que formaria un perfil professional molt complet en àmbits absolutament emergents i amb un potencial molt gran pel que fa a l'ocupació

Fomentar itineraris d'FP

La demanda creixent de perfils híbrids centrats en la combinació físic-digital fa que cada cop sigui més important poder ofertar fórmules com les dobles titulacions, itineraris formatius complementaris CFGM-CFGS o bé CFGS-CFGS. En algunes de les entrevistes s'ha argumentat que l'oferta dels cicles de grau superior de mecatrònica industrial i automatització i robòtica industrial cursada en tres anys pot ser una bona opció per a donar resposta a un dels perfils de la Indústria 4.0.

- Continuar fomentant la doble titulació cursada en tres anys entre els cicles de les 4 famílies professionals relacionades amb la Indústria 4.0.
- Elaborar paquets formatius CFGM-CFGS. La modificació en l'accés als cicles en aquest darrer any acadèmic 2016-2017 ha afavorit la matriculació en els CFGM industrials, seria interessant promoure i facilitar administrativament la continuïtat cap als CFGS, els quals ofereixen uns millors nivells d'inserció.
- El BAT-FP esmentat en l'apartat anterior és un itinerari també a tenir en compte.

Formació i reciclatge de professorat i personal en actiu.

La formació dels i les formadores i la regulació de la capacitat per a la docència són temes clau donada la particularitat de la relació laboral de qui es dedica a la docència, especialment en el sector públic. Les empreses poden habilitar mecanismes de formació com estades o quotes en les seves formacions previstes però cal que l'administració flexibilitzi i acompanyi les estades del professorat.

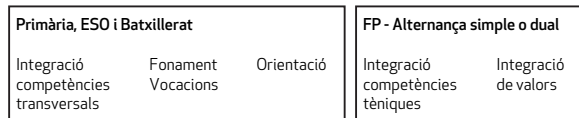
Aquest punt cal enfocar-lo des de dues perspectives: la primera des del sistema de la formació dels futurs treballadors i treballadores i la segona des del reciclatge dels i les professionals en actiu, tant del professorat com del personal de les empreses. Pensem que és molt important veure els dos subsistemes no des del punt de vista administratiu o governamental sinó des del punt de vista de la capacitat de donar solució al desplegament de talent en la Indústria 4.0 i posant especial atenció al temps en què aquesta solució es podrà dur a terme.

El model de relleu generacional té un cicle de maduració de molts anys si comptem amb la integració de les competències transversals a secundària obligatòria i batxillerat. En canvi, la integració de competències en treballadors i treballadores en actiu permetrà escurçar el cicle a un o dos anys. El repte en aquest cas és posar tots els instruments necessaris per tal de cofinançar la formació a població activa ocupada.

Des del punt de vista del reciclatge del professorat les accions presentades són:

FIGURA 23

Model "Relleu Generacional" Indústria 4.0



Temps de maduració estratègies Indústria 4.0 en formació inicial 15 anys

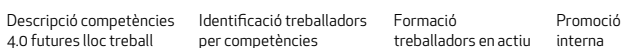


Font: elaborat per Indústria 21

- Existeix un consens en el fet que les estades del professorat poden ser una bona eina per a l'actualització i el reciclatge. Aquestes estades del professorat es plantegen com a mínim de 6 mesos de durada i les empreses haurien de poder acceptar visitants d'una forma oberta i flexible. L'empresa a través de la seva política de Responsabilitat social corporativa (en endavant RSC) hauria de contribuir en el finançament de l'estada del professorat.
- Millorar el grau de cobertura de les substitucions perquè els equips directius dels centres afavoreixin les estades.
- Fomentar cursos d'especialització del professorat a través de la formació contínua o sectorial del sistema de formació per a l'ocupació.
- Elaborar càpsules formatives sobre les tecnologies i sistemes operatius emergents en la indústria adreçats al professorat, l'elaboració de vídeos digitals pot ser una bona eina.
- Realitzar visites, jornades tècniques, seminaris a centres tecnològics o empreses 4.0 pot ser un bon incentiu per a impulsar el reciclatge del professorat.

FIGURA 24

Model "Promoció Interna" Indústria 4.0



Temps de maduració estratègies Indústria 4.0 en formació contínua 2 anys



Font: elaborat per Indústria 21

Aliances estratègiques

Quant a la relació PIMEs i centres d'FP es proposa establir la figura de comercial o responsable de prospectiva de centre que estableixi un nexa d'unió entre l'empresa i el centre i que contribueixi a l'adaptació a les necessitats del teixit productiu. Aquesta mateixa persona pot desenvolupar les tasques de captació d'alumnat explicant amb detall quines són les sortides professionals i els oficis, quines empreses hi ha a l'entorn. Per part de l'empresa també és important disposar d'interlocució única, consistent al llarg del temps i que pugui resoldre dubtes tècnics de l'aplicació dels nous contractes i dubtes acadèmics.

Més enllà de l'aliança empresa-centre seria interessant que els centres obrissin les seves col·laboracions amb centres tecnològics, associacions, col·lectius socials, etc. Avui la societat està tenint un paper proactiu en les transformacions i no focalitzar les aliances només en les empreses pot obrir noves col·laboracions que contribueixin a donar resposta a reptes que avui dia planteja la societat en general.

Quant a les aliances estratègiques caldria impulsar més convenis de col·laboració amb actors vinculats a la recerca i al desenvolupament industrial perquè l'alumnat d'FP pugui implicar-se en projectes de recerca, així com establir aliances amb empreses, gremis, associacions etc. per impulsar iniciatives que puguin donar resposta a reptes empresarials i socials reals.

De forma específica:

- Crear una plataforma única o oficina única que gestionés tots els aspectes vinculats a la Indústria 4.0. Aquesta hauria de desenvolupar les següents gestions: 1.- Realitzar els tràmits i els convenis dels centres i les empreses que realitzen FP dual. 2.- Coordinar els horaris de les pràctiques. 3.- Impulsar beques formatives, 4.- Construir coneixement i debatre en matèria d'FP, 5.- Establir-se com a punt d'informació als centres i a les empreses per tal d'orientar i assessorar, 6.- Aglutinar les PIMES i petites empreses, 7.- Realitzar la formació tant dels tutors d'empresa com del professorat.
- Establir convenis de col·laboració amb centres de recerca, empreses grans que tinguin associats processos d'Indústria 4.0, Associacions de Makers, Ateneus de Fabricació o d'altres per tal de desenvolupar projectes col·laboratius i reptes reals amb centres d'FP per donar resposta a problemes socials.
- Potenciar la col·laboració entre les 4 hèlices: FP-Empresa-Administració-Ciutadania
- Promoure la col·laboració dels centres d'FP amb proveïdors de tecnologia propers per afavorir el micromecenatge tecnològic.

- Fomentar la RSC en les empreses des del punt de vista de la importància del paper de la formació de les futures persones treballadores.
- Organitzar taules estratègiques de treball on s'exposin les diferents perspectives, s'identifiquin reptes i es defineixin accions per donar resposta a aquests reptes.

Formació dual

Tot i que ja s'ha esmentat en termes més globals la importància d'un debat sobre la formació en alternança en l'FP, a continuació s'aporten un seguit de recomanacions que els diferents agents han plantejat en l'anàlisi qualitativa:

- Centralitzar els convenis centre-empresa sota una entitat que estableixi de paraigua a les PIMES i microempreses del sector. La minimització de la càrrega administrativa de l'FP dual és un dels reptes que caldria posar sobre la taula.
- Potenciar el paper i la figura del/la tutor/a d'empresa: moltes empreses no disposen d'aquesta figura ni tampoc la de comercial de centres per tal d'anar a cercar empreses de pràctiques.

6 Annexos

6.1. Apèndix bibliogràfic

Bibliografia:

- BARCELONA ACTIVA (2015): Impacte i potencial de la impressió 3D en l'ocupació. Oportunitats a Barcelona i Catalunya.
- BARCELONA ACTIVA (2015): Ocupaciones más demandas en el Mercado de Trabajo.
- BAUMAN, Zygmunt et al. (2016): Estado de crisis. Ed. Paidós Ibérica.
- BRYNJOLFSSON, Erik et al. (2014): The Second Machine Age. Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. Ed. W.W. Norton & Company, Nova York.
- BUNDESINSTITUT FÜR BERUFSBILDUNG (2015): La digitalització de los lugares de trabajo, consecuencias para la FP.
- CANALS, Clàudia (2016): Automatització: la por del treballador. Informe mensual de febrer de 2016. CaixaBank Research.
- CEDEFOP (2015): La innovación y la formación: aliados del cambio. La formación profesional contribuye a la innovación y es, por su parte cada vez más innovadora.
- Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia CNMC (2016): Nuevos modelos de prestación de servicios y la economía colaborativa. Conclusiones preliminares de la CNMC.
- COMISSIÓ INDÚSTRIA 4.0 ENGINEERS DE CATALUNYA (2016): Indústria 4.0. Status Report. Document de treball. Marc de referència sobre la Indústria 4.0.
- DFKI (2011): <http://m.eet.com/media/1201911/Industry-1-to-4-timeline.jpg>
- EUSKO JAURLARITZA. GOBIERNO BASCO. (2014): "Plan de Industrialización 2014-2016".
- EL PERIÓDICO (2015): Mark Freeman: "Barcelona tiene el potencial para ser un centro de referencia para el bien común a nivel global".
- Euskadi tecnologia (2015): Euskai frente a la Indústria 4.0 o Industria Inteligente.
- FERRÀS, X. (2016): "El fin de los sectores estrategicos". Sintetia.com
- FONTRDONA, J. i BLANCO, R. (2014): Estat actual i perspectives de la impressió en 3D. Articles d'economia industrial número 1. Departament d'Empresa i Ocupació. Generalitat de Catalunya.

- FRAUNHOFER INSTITUTE FOR SYSTEMS AND INNOVATION RESEARCH (2015): Analysis of the Impact of Robotic Systems on Employment in the European Union. European Commission. DG Communications Networks, Content & Technology.
- FREY, C. et al. (2013): The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?, Document de treball.
- GUTIÉRREZ-DOMÈNECH, Maria (2016): La ineludible metamorfosi del mercat de treball: com pot ajudar l'educació? Informe mensual de febrer de 2016. CaixaBank Research.
- KOPPENS, Frank (2016): entrevista a La Contra de La Vanguardia del dia 6 de febrer de 2016.
- LORENZ, Markus et al. (2015): Man and Machine in Industry 4.0. How Will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? The Boston Consulting Group.
- MANPOWERGROUP (2015): 47º Índice ManpoweerGroup. El empleo en 2015: extensión, consolidación y retos.
- MATZLER, Kurt et al. (2014): Adapting to the Sharing Economy. MIT Sloan Management Review.
- MCKINSEY & COMPANY (2015): Four Fundamentals of Workplace Automation. McKinsey Quarterly, novembre de 2015.
- MESTRES, Josep (2016): Com aprofitar l'impacte positiu del canvi tecnològic en l'ocupació? Informe mensual de febrer de 2016. CaixaBank Research.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO (2014): Industria conectada 4.0. La transformación digital de la industria española. Informe preliminar.
- MORRÓN, Adrià (2016): Arribarà la quarta revolució industrial a Espanya? Informe mensual de febrer de 2016. CaixaBank Research.
- RUESSMANN, Michael et al. (2015): Industry 4.0. The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. The Boston Consulting Group.
- SANDER, Alison (2014): The Rise of Robotics. BCG Perspectives. The Boston Consulting Group.
- SANTODOMINGO, R. (2016): Una orientación adecuada para cubrir las vacantes en FP. Formación, Juventud y Empleo.
- SIRKIN, Harold L. et al. (2015): The Robotics Revolution. The Next Great Leap in Manufacturing. The Boston Consulting Group.
- SIRKIN, Harold L. et al. (2015-II): Why Advanced Manufacturing Will Boost Productivity? BCG Perspectives. The Boston Consulting Group.
- SMIT, Jan et al. (2016): Industry 4.0. Directorate General for Internal Policies. European Parliament.
- Strategy & Formerly Booz & Comany (2016): Industry 4.0. Opportunities and challenges of the industrial internet.
- THE BOSTON CONSULTING GROUP (2015): Industry 4.0. The future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries.
- TSUSAKA, Miki (2016): Three Ways for Companies fo Succeed in the Fourth Industrial Revolution. BCG Perspectives. The Boston Consulting Group.

- WORLD ECONOMIC FORUM (2016): The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution. Global Challenge Insight Report.
- PWC. AUDIT AND ASSURANCE, CONSULTING AND TAX SERVICES (2016): Industry 4.0: Building the digital enterprise. 2016 Global Industry 4.0 Survey
- GARCIA, J. (2016): Guillermo Dorronsoro: "La Industria en los países desarrollados será industria del conocimiento, o no será"
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGIA Y TURISMO (2016): Industria Conectada 4.0. La transformación digital de la industria española. Nuevas actuaciones.

Centres de Formació Professional amb oferta educativa relacionada amb el sector de la Indústria 4.0

Oferta

Centre	Municipi	Titularitat
INFORMÀTICA I COMUNICACIONS		
CFGs Administració de sistemes informàtics en xarxa		
Barcelona ciutat		
Institut Ausiàs March	08034 Barcelona	Públic
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Institut Jaume Balmes	08009 Barcelona	Públic
Institut Joan d'Àustria	08020 Barcelona	Públic
Institut La Guineueta	08042 Barcelona	Públic
Institut Mare de Déu de la Mercè	08040 Barcelona	Públic
Institut Obert de Catalunya	08004 Barcelona	Públic
Bemen 3	08031 Barcelona	Privat
Centre d'Estudis Politécnics	08010 Barcelona	Privat
El Clot	08027 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Eugeni d'Ors	08720 Vilafranca del Penedès	Públic
Cet-Penedès	08720 Vilafranca del Penedès	Privat
Institut Esteve Terradas i Illa	08940 Cornellà de Llobregat	Públic
Institut Ribera Baixa II	08820 El Prat de Llobregat	Públic
Institut El Calamot	08850 Gavà	Públic
Institut Bernat el Ferrer	08750 Molins de Rei	Públic
Institut Marianao	08830 Sant Boi de Llobregat	Públic
Institut La Pineda	08917 Badalona	Públic
Cultural	08911 Badalona	Privat
Institut Provençana	08901 L'Hospitalet de Llobregat	Públic
Joan XXIII	08907 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Pau Casals	08901 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Xaloc	08902 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Institut Manuel Vázquez Montalbán	08930 Sant Adrià de Besòs	Públic
Institut Puig Castellar	08924 Santa Coloma de Gramenet	Públic
Institut Joaquim Mir	08800 Vilanova i la Geltrú	Públic
Institut Thos i Codina	08304 Mataró	Públic
Institut de Badia del Vallès	08214 Badia del Vallès	Públic
Institut La Ferreria	08110 Montcada i Reixac	Públic
Institut L'Estatut	08191 Rubí	Públic
Institut Sabadell	08206 Sabadell	Públic
Jaume Viladoms	08205 Sabadell	Privat
EFPA	08202 Sabadell	Privat
Pureza de Maria	08190 Sant Cugat del Vallès	Privat
Institut Nicolau Copèrnic	08225 Terrassa	Públic
Institut Carles Vallbona	08401 Granollers	Públic
Educem II	08401 Granollers	Privat

Oferta

Centre	Municipi	Titularitat
CFGS Desenvolupament d'aplicacions multiplataforma		
Barcelona ciutat		
Institut Ausiàs March	08034 Barcelona	Públic
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Institut Jaume Balmes	08009 Barcelona	Públic
Institut Joan d'Àustria	08020 Barcelona	Públic
Institut Obert de Catalunya	08004 Barcelona	Públic
Institut Poblenou	08005 Barcelona	Públic
Bemen 3	08031 Barcelona	Privat
Centre d'Estudis Politécnics	08010 Barcelona	Privat
El Clot	08027 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Eugeni d'Ors	08720 Vilafranca del Penedès	Públic
Cet-Penedès	08720 Vilafranca del Penedès	Privat
Institut Esteve Terradas i Illa	08940 Cornellà de Llobregat	Públic
Institut El Calamot	08850 Gavà	Públic
Institut Marianao	08830 Sant Boi de Llobregat	Públic
Institut Provençana	08901 L'Hospitalet de Llobregat	Públic
Institut Puig Castellar	08924 Santa Coloma de Gramenet	Públic
Escola Pia de Mataró	08302 Mataró	Privat
Institut La Ferreria	08110 Montcada i Reixac	Públic
Institut Sabadell	08206 Sabadell	Públic
Taulé Viñas	08201 Sabadell	Privat
Viàró	08190 Sant Cugat del Vallès	Privat
Institut Nicolau Copèrnic	08225 Terrassa	Públic
Institut Carles Vallbona	08401 Granollers	Públic
Educem II	08401 Granollers	Privat
Escola Pia de Granollers	08402 Granollers	Privat
CFGS Desenvolupament d'aplicacions multiplataforma, perfil professional informàtica aplicada a la logística		
Resta RMB		
Institut Gabriela Mistral	08620 Sant Vicenç dels Horts	Públic
CFGS Desenvolupament d'aplicacions multiplataforma, perfil professional videojocs i oci digital		
Barcelona ciutat		
Escola Pia Balmes	08006 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Escola Pia de Granollers	08402 Granollers	Privat
CFGS Desenvolupament d'aplicacions web		
Barcelona ciutat		
Institut Ausiàs March	08034 Barcelona	Públic
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Institut Jaume Balmes	08009 Barcelona	Públic
Institut Joan d'Àustria	08020 Barcelona	Públic
Institut Mare de Déu de la Mercè	08040 Barcelona	Públic
Centre d'Estudis Politécnics	08010 Barcelona	Privat
El Clot	08027 Barcelona	Privat
Escola Professional Salesiana	08017 Barcelona	Privat

Oferta

Centre	Municipi	Titularitat
Stucom	08001 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Esteve Terradas i Illa	08940 Cornellà de Llobregat	Públic
Institut Ribera Baixa II	08820 El Prat de Llobregat	Públic
CEFP Núria	08850 Gavà	Privat
Institut Marianao	08830 Sant Boi de Llobregat	Públic
Institut La Pineda	08917 Badalona	Públic
Llefià	08913 Badalona	Privat
Institut Provençana	08901 L'Hospitalet de Llobregat	Públic
Joan XXIII	08907 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Institut Joaquim Mir	08800 Vilanova i la Geltrú	Públic
Institut Thos i Codina	08304 Mataró	Públic
Escola Pia de Mataró	08302 Mataró	Privat
Institut de Badia del Vallès	08214 Badia del Vallès	Públic
EFPA	08202 Sabadell	Privat
Jaume Viladoms	08205 Sabadell	Privat
Gimbernat Formació	08174 Sant Cugat del Vallès	Privat
Institut Nicolau Copèrnic	08225 Terrassa	Públic
Institut Nicolau Copèrnic	08225 Terrassa	Públic
Institut Carles Vallbona	08401 Granollers	Públic
Educem II	08401 Granollers	Privat
CFGS Desenvolupament d'aplicacions web, perfil professional bioinformàtica		
Resta RMB		
Institut Provençana	08901 L'Hospitalet de Llobregat	Públic
Gimbernat Formació	08174 Sant Cugat del Vallès	Privat
CFGM Sistemes microinformàtics i xarxes		
Barcelona ciutat		
Institut Ausiàs March	08034 Barcelona	Públic
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Institut Jaume Balmes	08009 Barcelona	Públic
Institut Joan d'Àustria	08020 Barcelona	Públic
Institut La Guineueta	08042 Barcelona	Públic
Institut Mare de Déu de la Mercè	08040 Barcelona	Públic
Institut Obert de Catalunya	08004 Barcelona	Públic
Institut Poblenou	08005 Barcelona	Públic
Resta RMB		
Institut Eugeni d'Ors	08720 Vilafranca del Penedès	Públic
Cet-Penedès	08720 Vilafranca del Penedès	Privat
Institut Mediterrània	08860 Castelldefels	Públic
Institut Esteve Terradas i Illa	08940 Cornellà de Llobregat	Públic
Institut Ribera Baixa II	08820 El Prat de Llobregat	Públic
Institut El Calamot	08850 Gavà	Públic
CEFP Núria	08850 Gavà	Privat
Institut Bernat el Ferrer	08750 Molins de Rei	Públic
Institut Daniel Blanxart i Pedrals	08640 Olesa de Montserrat	Públic
Institut Marianao	08830 Sant Boi de Llobregat	Públic

Oferta

Centre	Municipi	Titularitat
Institut Gabriela Mistral	08620 Sant Vicenç dels Horts	Públic
Institut Torre Roja	08840 Viladecans	Públic
Institut Badalona VII	08912 Badalona	Públic
Institut Barres i Ones	08913 Badalona	Públic
Institut La Pineda	08917 Badalona	Públic
Cultural	08911 Badalona	Privat
Llefià	08913 Badalona	Privat
Institut Provençana	08901 L'Hospitalet de Llobregat	Públic
Joan XXIII	08907 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Institut Manuel Vázquez Montalbán	08930 Sant Adrià de Besòs	Públic
Amor de Déu	08930 Sant Adrià de Besòs	Privat
Institut Puig Castellar	08924 Santa Coloma de Gramenet	Públic
Català Comercial	08921 Santa Coloma de Gramenet	Privat
Institut Joaquim Mir	08800 Vilanova i la Geltrú	Públic
Freta	08370 Calella	Privat
Institut Thos i Codina	08304 Mataró	Públic
Escola Pia de Mataró	08302 Mataró	Privat
Institut de Badia del Vallès	08214 Badia del Vallès	Públic
Institut Castellbisbal	08755 Castellbisbal	Públic
Institut La Ferreria	08110 Montcada i Reixac	Públic
Institut L'Estatut	08191 Rubí	Públic
Institut Sabadell	08206 Sabadell	Públic
Jaume Viladoms	08205 Sabadell	Privat
Gimbernat Formació	08174 Sant Cugat del Vallès	Privat
Pureza de Maria	08190 Sant Cugat del Vallès	Privat
Institut Nicolau Copèrnic	08225 Terrassa	Públic
Sant Domènec Savio	08224 Terrassa	Privat
Taller Ginebró	08440 Cardedeu	Privat
Institut Carles Vallbona	08401 Granollers	Públic
Educem II	08401 Granollers	Privat
Institut de Lliçà	08186 Lliçà d'Amunt	Públic
CFGS Desenvolupament de projectes d'instal·lacions tèrmiques i de fluids		
Barcelona ciutat		
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
El Clot	08027 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Formació del Gremi d'Instal·ladors Baix Llob.	08940 Cornellà de Llobregat	Privat
Xaloc	08902 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
CFGM Instal·lacions de producció de calor		
Barcelona ciutat		
Institut Anna Gironella de Mundet	08035 Barcelona	Públic
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Resta RMB		
Institut La Pineda	08917 Badalona	Públic

Oferta

Centre	Municipi	Titularitat
Institut Santa Eulàlia	08223 Terrassa	Públic
CFGS Instal·lacions frigorífiques i de climatització		
Barcelona ciutat		
Institut Anna Gironella de Mundet	08035 Barcelona	Públic
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
El Clot	08027 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Illa dels Banyols	08820 El Prat de Llobregat	Públic
Institut Santa Eulàlia	08223 Terrassa	Públic
INSTAL·LACIÓ I MANTENIMENT		
Manteniment d'instal·lacions tèrmiques i de fluids		
Barcelona ciutat		
El Clot	08027 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Illa dels Banyols	08820 El Prat de Llobregat	Públic
Xaloc	08902 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Institut Santa Eulàlia	08223 Terrassa	Públic
Manteniment electromecànic		
Barcelona ciutat		
Institut Anna Gironella de Mundet	08035 Barcelona	Públic
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Escola Professional Salesiana	08017 Barcelona	Privat
Escola d'aprenents SEAT	08038 Barcelona	Privat
Monlau	08027 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Esteve Terradas i Illa	08940 Cornellà de Llobregat	Públic
Institut El Calamot	08850 Gavà	Públic
Xaloc	08902 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Institut Francesc Xavier Lluh i Rafecas	08800 Vilanova i la Geltrú	Públic
Institut Miquel Biada	08303 Mataró	Públic
Institut Palau Ausit	08291 Ripollet	Públic
Institut Escola Industrial	08201 Sabadell	Públic
Institut Santa Eulàlia	08223 Terrassa	Públic
Institut Escola del Treball	08401 Granollers	Públic
Institut Baix Montseny	08470 Sant Celoni	Públic
Manteniment electromecànic, perfil professional de vaixells d'esbarjo i serveis portuaris		
Barcelona ciutat		
Institut de Nàutica de Barcelona	08039 Barcelona	Públic
Resta RMB		
Institut Francesc Xavier Lluh i Rafecas	08800 Vilanova i la Geltrú	Públic
Institut Miquel Biada	08303 Mataró	Públic
Mecatrònica industrial		
Barcelona ciutat		
Institut Anna Gironella de Mundet	08035 Barcelona	Públic
El Clot	08027 Barcelona	Privat
Escola Professional Salesiana	08017 Barcelona	Privat

Oferta

Centre	Municipi	Titularitat
Resta RMB		
Institut Esteve Terradas i Illa	08940 Cornellà de Llobregat	Públic
Institut El Calamot	08850 Gavà	Públic
Xaloc	08902 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Institut Miquel Biada	08303 Mataró	Públic
Institut Palau Ausit	08291 Ripollet	Públic
Institut Escola Industrial	08201 Sabadell	Públic
Institut Santa Eulàlia	08223 Terrassa	Públic
Institut de Mollet del Vallès	08100 Mollet del Vallès	Públic
Institut Baix Montseny	08470 Sant Celoni	Públic
Prevenició de riscos professionals		
Barcelona ciutat		
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Institut Obert de Catalunya	08004 Barcelona	Públic
Escola Professional Salesiana	08017 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Esteve Terradas i Illa	08940 Cornellà de Llobregat	Públic
Fundació UAB	08193 Cerdanyola del Vallès	Privat
Institut de Terrassa	08224 Terrassa	Públic
ELECTRICITAT I ELECTRÒNICA		
Automatització i robòtica industrial		
Barcelona ciutat		
Institut Anna Gironella de Mundet	08035 Barcelona	Públic
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Institut Rambla Prim	08019 Barcelona	Públic
El Clot	08027 Barcelona	Privat
Escola Professional Salesiana	08017 Barcelona	Privat
Santapau-Pífma	08016 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Alt Penedès	08720 Vilafranca del Penedès	Públic
Institut Illa dels Banyols	08820 El Prat de Llobregat	Públic
Institut Bernat el Ferrer	08750 Molins de Rei	Públic
Salesians Sant Vicenç dels Horts	08620 Sant Vicenç dels Horts	Privat
Llefià	08913 Badalona	Privat
Xaloc	08902 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Institut Miquel Biada	08303 Mataró	Públic
Institut Palau Ausit	08291 Ripollet	Públic
Institut J.V.Foix	08191 Rubí	Públic
Institut Agustí Serra i Fontanet	08207 Sabadell	Públic
Institut Escola del Treball	08401 Granollers	Públic
Institut de Mollet del Vallès	08100 Mollet del Vallès	Públic
Electromedicina clínica		
Resta RMB		
Institut Marina	08120 La Llagosta	Públic
Instal·lacions de telecomunicacions		
Barcelona ciutat		

Oferta

Centre	Municipi	Titularitat
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Institut Mare de Déu de la Mercè	08040 Barcelona	Públic
Escola Professional Salesiana	08017 Barcelona	Privat
Institut Rambla Prim	08019 Barcelona	Públic
Resta RMB		
Institut Severo Ochoa	08950 Esplugues de Llobregat	Públic
Institut Camps Blancs	08830 Sant Boi de Llobregat	Públic
Institut La Pineda	08917 Badalona	Públic
Llefià	08913 Badalona	Privat
Institut Leonardo da Vinci	08190 Sant Cugat del Vallès	Públic
Institut de Terrassa	08224 Terrassa	Públic
Institut Marina	08120 La Llagosta	Públic
Instal·lacions elèctriques i automàtiques		
Barcelona ciutat		
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Institut Rambla Prim	08019 Barcelona	Públic
Ceir - Arco Aragó	08015 Barcelona	Privat
El Clot	08027 Barcelona	Privat
Escola Professional Salesiana	08017 Barcelona	Privat
Oscus	08028 Barcelona	Privat
Santapau-Pifma	08016 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Alt Penedès	08720 Vilafranca del Penedès	Públic
Institut Miquel Martí i Pol	08940 Cornellà de Llobregat	Públic
Formació del Gremi d'Instal·ladors del Baix Llob.	08940 Cornellà de Llobregat	Privat
Institut Illa dels Banyols	08820 El Prat de Llobregat	Públic
Isoveri Formació	08950 Esplugues de Llobregat	Privat
CEFP Núria	08850 Gavà	Privat
Institut Bernat el Ferrer	08750 Molins de Rei	Públic
Institut El Palau	08740 Sant Andreu de la Barca	Públic
Salesians Sant Vicenç dels Horts	08620 Sant Vicenç dels Horts	Privat
Institut La Pineda	08917 Badalona	Públic
Llefià	08913 Badalona	Privat
Institut Llobregat	08901 L'Hospitalet de Llobregat	Públic
Jaume Balmes	08907 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Xaloc	08902 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Institut Francesc Xavier Lluç i Rafecas	08800 Vilanova i la Geltrú	Públic
Institut Miquel Biada	08303 Mataró	Públic
Institut Joan Coromines	08397 Pineda de Mar	Públic
Institut Premià de Mar	08330 Premià de Mar	Públic
Institut de Badia del Vallès	08214 Badia del Vallès	Públic
Institut Palau Ausit	08291 Ripollet	Públic
Institut Agustí Serra i Fontanet	08207 Sabadell	Públic
Institut Estela Ibèrica	08130 Santa Perpètua de Mogoda	Públic

Oferta

Centre	Municipi	Titularitat
Institut Santa Eulàlia	08223 Terrassa	Públic
Sant Domènec Savio	08224 Terrassa	Privat
Institut Escola del Treball	08401 Granollers	Públic
Institut Giola	08450 Llinars del Vallès	Públic
Institut de Mollet del Vallès	08100 Mollet del Vallès	Públic
Institut Torre de Malla	08150 Parets del Vallès	Públic
Mantenimiento electrónico		
Barcelona ciutat		
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Resta RMB		
Institut Camps Blancs	08830 Sant Boi de Llobregat	Públic
Institut de Terrassa	08224 Terrassa	Públic
Institut Marina	08120 La Llagosta	Públic
Sistemes de telecomunicacions i informàtics		
Barcelona ciutat		
Institut Anna Gironella de Mundet	08035 Barcelona	Públic
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Institut Mare de Déu de la Mercè	08040 Barcelona	Públic
Escola Professional Salesiana	08017 Barcelona	Privat
Stucom	08001 Barcelona	Privat
El Clot	08027 Barcelona	Privat
Villar	08012 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut La Pineda	08917 Badalona	Públic
Llefià	08913 Badalona	Privat
Jaume Balmes	08907 L'Hospitalet de Llobregat	Privat
Institut Francesc Xavier Lluch i Rafecas	08800 Vilanova i la Geltrú	Públic
Institut Premià de Mar	08330 Premià de Mar	Públic
Institut Leonardo da Vinci	08190 Sant Cugat del Vallès	Públic
Institut de Mollet del Vallès	08100 Mollet del Vallès	Públic
Sistemes electrotècnics i automatitzats, perfil professional d'instal·lacions elèctriques i comunicacions del vaixell		
Barcelona ciutat		
Institut de Nàutica de Barcelona	08039 Barcelona	Públic
Sistemes electrotècnics i automatitzats		
Barcelona ciutat		
Institut Anna Gironella de Mundet	08035 Barcelona	Públic
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Institut Rambla Prim	08019 Barcelona	Públic
Ceir - Arco Aragó	08015 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Miquel Martí i Pol	08940 Cornellà de Llobregat	Públic
Institut El Palau	08740 Sant Andreu de la Barca	Públic
Institut La Pineda	08917 Badalona	Públic
Institut Llobregat	08901 L'Hospitalet de Llobregat	Públic

Oferta

Centre	Municipi	Titularitat
Institut de Badia del Vallès	08214 Badia del Vallès	Públic
Institut Santa Eulàlia	08223 Terrassa	Públic
Institut de Mollet del Vallès	08100 Mollet del Vallès	Públic
FABRICACIÓ MECÀNICA		
Construccions metàl·liques		
Barcelona ciutat		
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Resta RMB		
Institut Jaume Miró	08290 Cerdanyola del Vallès	Públic
Disseny en fabricació mecànica		
Barcelona ciutat		
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Institut Mare de Déu de la Mercè	08040 Barcelona	Públic
Escola Professional Salesiana	08017 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Marianao	08830 Sant Boi de Llobregat	Públic
Institut Pompeu Fabra	08915 Badalona	Públic
Institut Escola Industrial	08201 Sabadell	Públic
Institut Santa Eulàlia	08223 Terrassa	Públic
Institut Escola del Treball	08401 Granollers	Públic
Institut de Mollet del Vallès	08100 Mollet del Vallès	Públic
Mecanització		
Barcelona ciutat		
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Escola Professional Salesiana	08017 Barcelona	Privat
Escola d'aprenents SEAT	08038 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Esteve Terradas i Illa	08940 Cornellà de Llobregat	Públic
Institut El Palau	08740 Sant Andreu de la Barca	Públic
Institut Marianao	08830 Sant Boi de Llobregat	Públic
Salesians Sant Vicenç dels Horts	08620 Sant Vicenç dels Horts	Privat
Institut Pompeu Fabra	08915 Badalona	Públic
Sant Domènec Savio	08912 Badalona	Privat
Institut Llobregat	08901 L'Hospitalet de Llobregat	Públic
Institut Escola Industrial	08201 Sabadell	Públic
Sant Domènec Savio	08224 Terrassa	Privat
Institut Manolo Hugué	08140 Caldes de Montbui	Públic
Institut Escola del Treball	08401 Granollers	Públic
Institut de Mollet del Vallès	08100 Mollet del Vallès	Públic
Mecanització, perfil professional de manteniment i reparació en rellogeria		
Barcelona ciutat		
Institut Mare de Déu de la Mercè	08040 Barcelona	Públic
Programació de la producció en fabricació mecànica		
Barcelona ciutat		
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic

Oferta

Centre	Municipi	Titularitat
Escola Professional Salesiana	08017 Barcelona	Privat
Resta RMB		
Institut Alt Penedès	08720 Vilafranca del Penedès	Públic
Institut Esteve Terradas i Illa	08940 Cornellà de Llobregat	Públic
Institut Marianao	08830 Sant Boi de Llobregat	Públic
Institut Pompeu Fabra	08915 Badalona	Públic
Institut Llobregat	08901 L'Hospitalet de Llobregat	Públic
Institut Miquel Biada	08303 Mataró	Públic
Institut Escola Industrial	08201 Sabadell	Públic
Institut de Mollet del Vallès	08100 Mollet del Vallès	Públic
Soldadura i caldereria		
Barcelona ciutat		
Institut Mare de Déu de la Mercè	08040 Barcelona	Públic
Institut Escola del Treball	08036 Barcelona	Públic
Resta RMB		
Institut El Palau	08740 Sant Andreu de la Barca	Públic
Institut Jaume Mimó	08290 Cerdanyola del Vallès	Públic
Òptica d'ullera		
Barcelona ciutat		

Col·laboradors en el treball de camp

En aquest darrer apartat s'aporta el llistat de totes les persones expertes que han participat en aquest estudi. Per aquest motiu des de la Fundació BCN Formació Professional volem agrair a totes elles el temps i l'esforç que hi han dedicat. Els seus coneixements i les experiències aportades ha permès construir el document que teniu a les vostres mans. Concretament, volem agrair a totes les persones citades en el llistat i als membres de la Taula Sectorial de Formació Industrial.

Experts

Entrevistes

Nom	Càrrec	Empresa/Centre
Albert Prieto	Gerent	Industrial Shields
Carlos García	Cap d'estudis	IES Anna Gironella de Mundet
Cèsar Molins	Director	AMES
Josep Lluís Checa	Director general Adjunt	LEITAT
Miquel López	Director tècnic	Kuka Robots Ibèrica
Míriam Milán	Assessora Tècnica Docent	Direcció General de Formació Professional Inicial i Ensenyament de Règim Especial
Sergi Lairisa	Professor	Escola del Clot- Jesuïtes El Clot
Vicenç Guerrero	Sotsdirector	Institut Palau Ausit
Xavier Pi	Comissió Indústria 4.0	Col·legi d'Enginyers Industrials de Catalunya
Yolanda Beltrán	Prospectora	Fundació Eurecat

Taula de treball

Nom	Càrrec	Empresa
Míriam Milán	Assessora Tècnica Docent	Direcció General de Formació Professional Inicial i Ensenyament de Règim Especial
Xavier Secall	Equip d'FP / Gestor de Projectes	Consorci d'Educació de Barcelona
Eloy González	Coordinador d'FP	Salesians de Sarrià
Eduard Calduch	Professor – Tutor pràctiques empresa	Salesians de Sarrià
Carles Ramírez	Cap del Dep. d'Instal·lació i manteniment	Escola del Clot- Jesuïtes El Clot
Sergi Grau	Cap del dep. d'informàtica	Escola del Clot- Jesuïtes El Clot
Vicenç Salvador Villanueva	Director	IES Anna Gironella de Mundet
Òscar Viu	Cap dep. d'Electricitat i electricitat	Escola del Clot- Jesuïtes El Clot
M ^a Josep Amigó	Directora	Institut de Mollet

Experts

■ Altres institucions

Nom	Càrrec	Centre
Pep Marqués	Director de Promoció industrial	Barcelona Activa
Jordi Farrés	President	ADECAT
Raquel Chiachio	RRHH	SANDVIK
Josep Lluís Checa	Director general Adjunt	LEITAT
Francesc Rambla	Tècnic de Servei	Direcció general de Telecomunicacions i societat de la informació
Ricard Faura	Cap de Servei de Societat del Coneixement	Cap de Servei de Societat del Coneixement. Direcció General de Telecomunicacions i Societat de la Informació. Departament d'Empresa i Ocupació.
Roger Suárez	Coordinador Sistemes industrials	ACCIÓ
David Segura	HRBP Indústria i Operacions-Relacions laborals	SIMON
Fidel Crespo	Responsable de l'Escola d'Aprenents	SEAT
Toni Hidalgo	Account Manager	CT Solutions Groups
Pedro Gomez	President	ASEITEC-CECOT

Experts

DAFO de la indústria local respecte la indústria 4.0 extret del focus grup:**Debilitats (internes)**

- Formació, expertesa, experiència del professorat d'FP
- Falta de vocacions industrials (societat, cultural) alumnat i professorat; poca atracció per a l'alumnat
- Poca connectivitat entre sectors en temes transversals de la Indústria 4.0
- Necessitats de finançament o manca de massa crítica per adaptar la Indústria
- Distància amb el món educatiu
- Cultura no col·laborativa per abordar temes estratègics, poca visió de país, aversió al risc
- Manca de competències tècniques, personals i bàsiques com l'anglès en les persones per incorporar a la indústria
- Marc laboral poc flexible i mà d'obra disponible poc qualificada

Fortaleses (internes)

- Existència de docents compromesos amb la indústria
- Sector en creixement que cal agafar com a referent en el nostre país, i aprofitar les necessitats de qualificació per millorar l'ocupabilitat.
- Jovent interessat en noves tecnologies
- Joves nadius digitals -> noves promocions multidisciplinàries
- Flexibilitat de les PIME per adaptar-se als canvis
- Possibilitat de treball en xarxa
- dTeixit industrial potent
- Enginy
- Qualitat de l'operari en actiu i bons professionals al sector industrial.
- Compromís - adaptació i talent de les persones en actiu
- Xarxa pública per cercar partners, recursos, crear hubs, etc.
- Posicionament de marca - tradició
- Camí que no té retorn
- Voluntat d'adaptació i canvi de part del professorat
- Molt camí per millorar i contribuir a la disminució de l'atur
- Optimisme que hi ha a la indústria

Amenaces (externes)

- Agents externs poc implicats (sindicats, patronal, cambres, administració...)
- Flexibilitat en els currículums dels cicles formatius
- Model piramidal vs. treball en xarxa / Estructura piramidal de les empreses
- Les economies amb les que hem de competir ens porten molt avantatge
- Decalatge entre oferta / demanda de tècnics
- DDAministració educativa amb massa inèrcies per a respondre a temps
- Ensenyament obligatori no integra les competències bàsiques
- Lleis i normatives acadèmiques i currículums dels cicles formatius tancats i amb poc marge de canvi
- Molta distància entre l'FP a l'escola i necessitats de les empreses.

Oportunitats (externes)

- Estadets en empresa professorat
- Canvis de metodologia pedagògiques, especialment la FP Dual
- Possibilitat de flexibilitzar currículum amb la FP Dual
- Treball en xarxa
- Ajudes UE
- Capacitat d'aportació dels sectors industrials i lideratge al país
- Qualificar el nostre capital humà des de la formació i les qualificacions
- Identificar persones qualificades sense reconèixer i acreditar les competències professionals dins les empreses.
- Explosió de noves professions
- Centres d'FP i empreses amb moltes ganes d'unir esforços

Altres publicacions de l'Observatori de l'FP
de Barcelona:

Cicle de Tribunes FP:

Tribuna FP. Document de síntesi, objectius i propostes
(2011)

Un espai per a la professionalització, 2010

- La Formació Professional davant els reptes del segle XXI
- La Formació Professional i l'educació superior. Tendències internacionals
- Formació Professional i competitivitat
- Cultura de centre, lideratge i planificació estratègica

Treballant pel canvi. Innovació sistèmica en Formació Professional. OCDE, 2010. Traducció de l'estudi de l'OCDE *Working out change. Systemic Innovation in Vocational Education and Training*

Aprenent per treballar. Una anàlisi comparada de les polítiques en formació professional en els països de l'OCDE (2010). Traducció de l'estudi de l'OCDE *Learning for jobs*

Anuari de la Formació Professional a Barcelona. Mercat de treball i Formació Professional (Edicions 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 i 2015)

Els sectors econòmics emergents i la Formació Professional a la Regió Metropolitana de Barcelona

- Logística (2011)
- Medi ambient (2011)
- Mèdia (2011)
- Biotecnologia (2011)
- Indústries alimentàries (2012)
- Energia (2014)
- Indústria del mòbil (2015)

FCT on plus. Avaluació de l'eficiència de la formació en centres de treball (2012)

L'activitat emprenedora de les persones amb estudis d'FP: característiques i evolució. Una mirada a partir de les dades del GEM Catalunya. Fundació BCN Fundació Professional. (2014)

La Mobilitat dels estudiants de Formació Professional de Barcelona (2011-2013). Una inversió de futur. (2015)

Els sectors econòmics emergents i la formació professional a la Regió Metropolitana de Barcelona: Indústria 4.0 és el vuitè d'una col·lecció d'informes sobre els sectors econòmics emergents a la Regió Metropolitana de Barcelona (RMB) que la Fundació BCN Formació Professional ve realitzant des de l'any 2010.

L'objectiu d'aquests estudis és analitzar l'encaix entre els continguts formatius que s'imparteixen en els cicles formatius de la formació professional i les competències professionals requerides pel mercat; així, es proposa un seguit de línies d'actuació en matèria de polítiques públiques per tal de contribuir en l'eficiència del sistema de la formació professional.

La Indústria 4.0 és un sector estratègic per al desenvolupament socioeconòmic de la ciutat de Barcelona i la seva àrea d'influència. És un moment clau per analitzar el paper de la formació com a camí per promoure el canvi de paradigma que representa la Indústria 4.0. La transformació i evolució de la indústria generarà noves oportunitats d'ocupació més estables i de qualitat; conèixer la resposta que hi donarà la formació professional és el principal objectiu d'aquest estudi.

Aquesta publicació ha estat coordinada i dirigida per l'Observatori de l'FP i amb la col·laboració de la Taula Sectorial de Formació Industrial (TSFI) en el marc dels 10 anys de la Fundació BCN Formació Professional.