

Efectes econòmics i socials de la digitalització

Idees clau

- Actualment es considera iniciada la quarta revolució industrial, altrament dita *transformació digital*.
- La transformació digital es caracteritza per desplaçar la capacitat productiva del factor capital i les matèries primeres cap al factor humà i el coneixement.
- Cal que tothom arribi a ser hàbil en el domini de les eines informàtiques i, en les especialitats més tecnològiques, també en programació.

Introducció

Al tombant del segle XXI, la que havia estat la tercera revolució industrial, basada en tots els avenços científics i tecnològics desenvolupats durant el segle XX, ha donat lloc al que del 2010 ençà –tot i que es va produir des de final del segle XX– es coneix com *la quarta revolució industrial*, que molts anomenen *transició digital*.

Tot aquest accelerat progrés que configura la quarta revolució industrial comporta ja importants canvis econòmics i socials, als quals la societat s'està adaptant de forma més reactiva que planificada, cosa que pot condicionar el nostre futur. Cal, doncs, analitzar aquests factors de canvi i preveure estratègies que puguin aprofitar el gran potencial que suposa aquesta transformació, tant per al teixit productiu com per a tot el sector dels serveis, per a evitar, en la mesura que es pugui, que es compleixin les previsions més pessimistes dels qui vaticinen un inevitable creixement de la marginalització i la injustícia social.

Característiques de la transformació digital

A la segona meitat del segle XX es va produir la denominada *revolució científicotecnològica*, que va comportar una notable especialització dels llocs de treball i l'accentuació de la denominada *bretxa tecnològica*, de l'increment de la distància salarial entre aquests llocs de treball especialitzats i els llocs de treball no especialitzats, i, a més gran escala, del distanciament entre països desenvolupats i subdesenvolupats. També va comportar el desenvolupament de l'armament nuclear i la consolidació de la política de blocs, i efectes econòmics a esca-

la global. En l'actualitat, concretament del 2010 ençà, es considera iniciada la quarta revolució industrial, altrament dita *transformació digital*, que gira al voltant de cinc eixos:

1) Les telecomunicacions i les comunicacions intensives són una evolució tecnològica desenvolupada al llarg del segle XX que experimenta un gran impuls en incorporar la interconnexió massiva de qualsevol element amb qualsevol altre element, sense fils, o d'instrument a instrument. En el món de la telefonia mòbil, amb l'evolució de les tecnologies 4G a les 5G, el telèfon esdevé, més enllà de la funció de comunicació telefònica, un potent terminal que permet la transmissió de dades i imatges en temps real (sense retard). Aquesta tecnologia també permet que la realitat virtual i la telepresència es facin més efectives i eficients.

2) Internet ja ve del segle passat, però la miniaturització i les comunicacions intensives permeten Internet arreu. És el que anomenem *la Internet de les coses*: tot el món està al nostre abast i el que nosaltres generem està a l'abast de tothom.

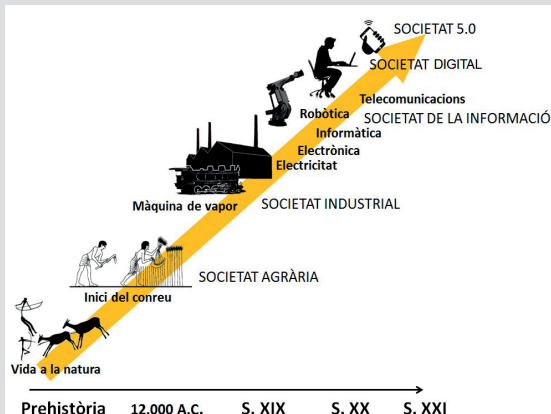
3) L'ús massiu de dades (*big data*), sia sobre dades administratives, en el camp de la salut, en la indústria o en els serveis, permet, juntament amb les comunicacions i la mineria de dades, entre altres coses, l'omnipresència, la immediatesa i la traçabilitat.

4) Els sistemes ciberfísics, que consisteixen a incorporar en qualsevol dispositiu sensors intel·ligents, controladors intel·ligents, distribuïts i interconnectats.

5) La robòtica intel·ligent. La implantació de la robòtica es va iniciar a mitjan segle XX, però l'adjectiu *intel·ligent* no era realment aplicable, en tractar-se bàsicament d'una robòtica preprogramada en entorns rígids i predefinits. Actualment, la robòtica ha esdevingut més intel·ligent, ha ultrapassat el món industrial i ha penetrat en camps amb entorns menys predefinits, com la robòtica en serveis, en el camp mèdic, els robots personals, la impressió 3D o els drons.

Cadascuna d'aquestes etapes de la revolució industrial ha comportat canvis importants, tant dels elements tecnològics disponibles com de tipus productiu o organitzatiu. Al seu torn, aquests canvis han provocat canvis socials, com la forma de vida, l'estructuració social i els models econòmics i polítics, amb les conseqüents evolucions de les formes de gover-

Principals etapes evolutives de la revolució industrial i tecnològica. (Font: IEC)



nança, tant en l'esfera de les regions com en l'àmbit mundial.

L'acceleració de les etapes de la revolució industrial ha continuat creixent d'una forma encara més accentuada els darrers anys, fins i tot d'una manera que es pot considerar disruptiva. D'aquí ve que es parli de l'inici de la quarta revolució industrial, caracteritzada pel que es coneix, genèricament, com a *transició digital*, un procés que es va iniciar força anys abans. Aquest procés té altres etiquetes que l'identifiquen: la més usual a Europa és *Industry 4.0*, mentre que als països asiàtics, on remarquen els aspectes socials, es parla més de *Smart City* o, concretament al Japó, de *Society 5.0*, i a la Xina es promou més la imatge de *Made in China 2025 - Internet Plus*, que implica tot aquest procés de digitalització. A l'Amèrica del Nord, en canvi, aquest procés és més conegut com a *Industrial Internet of Things*.

La situació a Catalunya

La transformació digital és un procés irreversible a escala global que es caracteritza per desplaçar la capacitat productiva del factor capital i les matèries primeres cap al factor humà i el coneixement. Una altra característica d'aquesta revolució industrial és la importància creixent del factor humà com a motor imprescindible de la innovació. Aquest corrent, que s'estén de manera imparable, pot impulsar l'economia i la societat del benestar allà on la indústria s'hi adapta i troba un ecosistema favorable. En canvi, pot ofegar el teixit industrial que no s'hi adapta. Aquest procés, que pot produir un engrandiment de la bretxa entre països industrialitzats i no industrialitzats, obliga a desenvolupar estratègies per a afrontar els reptes que comporta aquesta transformació, cosa que ha impulsat diversos països a elaborar plans de futur en aquest sentit.

A Catalunya, el perfil empresarial és molt decantat cap a la petita empresa. El 99,8% d'empreses són pimes, és a dir, facturen menys de 50 M€ i tenen menys de 250 treballadors. Aquestes empreses representen el 75% de llocs de treball i generen el 60% del PIB. Un 30% són de base tecnològica i pràcticament la meitat fan innovació, una tendència que s'ha anat accentuant els darrers anys. Aquest tipus de petita empresa pot comportar, en molts de casos, un entorn poc favorable al procés de digitalització i es constata l'escàs nombre d'empreses que han optat pel seu creixement, tot i que està constatada la correlació entre el volum de l'empresa i la productivitat i capacitat d'internacionalització.

Actualment, la despesa en R+D a Catalunya és de l'1,46% del PIB (1,19% a l'Estat espanyol, mentre que la mitjana de la UE és del 2,07%).¹ D'aquest percentatge, el 0,28% l'inverteix l'Administració; el 0,33%, les universitats i els centres de recerca, i el 0,85%, les empreses.

El repte de la captació i retenció del talent

Ja s'ha esmentat la importància creixent del factor humà com a motor imprescindible de la innovació. En aquest sentit, les universitats

catalanes proporcionen titulats amb bons nivells de formació i capacitat per a afrontar el repte de la digitalització, però el nombre de titulats que en surten és clarament molt inferior al nombre dels que es necessitarien. Es desprèn d'estudis recents que un elevat nombre de pimes de base tecnològica contractarien un enginyer si el trobessin.

El nombre de titulats en enginyeria que anualment surten de les universitats catalanes és molt reduït –no arriba als 8.000– i les necessitats són clarament superiors.

Àrees de coneixement	Titulats 2017	%
Enginyeries i arquitectura	8.558	16,9
Ciències socials i humanitats	29.359	58,1
Ciències de la salut	8.951	17,7
Ciències	3.660	7,2

Aproximadament, un 15% del total d'estudiants opta per una enginyeria, una proporció que, en part, ve motivada per la baixa atracció d'aquesta disciplina entre l'alumnat femení, un percentatge que globalment és de l'ordre del 25%, però que en determinades titulacions és encara més baix, com en el cas de la informàtica, on no arriba al 10%. Aquesta mancança d'enginyers és un fet que no és solament específic de Catalunya, sinó que es dona, en general, a tot Europa.

Un altre factor a tenir en compte és la retenció del talent generat, que es veu dificultada pels nivells salarials inferiors que moltes pimes poden oferir respecte a altres països com Alemanya o el Regne Unit, que, com que resulten més competitius, fan que es produeixi un efecte crida, especialment entre els joves acabats de titular. Aquesta fuga, però, ve en part compensada per la captació que també es produeix, tant per la qualitat de vida que ofereix Catalunya com per les oportunitats que genera el seu dinamisme social i emprenedor.

Segons dades de l'Institut Català d'Estadística (Idescat), el nombre de joves que havien marxat el 2018 a altres països de la Unió Europea era de 76.658, mentre que deu anys enrere aquest nombre era de 35.550. La ciutat d'on més joves havien marxat és Barcelona, però, proporcionalment, on aquesta fuga de talent és més elevada és a Girona.

Les infraestructures

El procés de digitalització al qual s'han d'anar adaptant les empreses per a evitar la seva progressiva marginació requereix no sols disposar de coneixement i actitud emprenedora, sinó també d'un entorn favorable. Aquest entorn es veu molt afavorit per la presència de les infraestructures necessàries, com ara comunicacions del transport, telecomunicacions, serveis, centres de recerca i tecnològics i les grans infraestructures, com el Centre de Supercomputació i el Síncrotró Alba.

Pel que fa als centres de recerca i tecnològics, a Catalunya, a part dels departaments universitaris, hi ha diversos centres tecnològics especialitzats. Una iniciativa destacable per a afavorir el procés TLR (*Technology Readiness Level*), que fa referència al repte de fer possi-

A Catalunya el 99,8% d'empreses són pimes, un entorn poc favorable al procés de digitalització. Així mateix, el nombre de titulats de les universitats catalanes és molt inferior al nombre dels que es necessitarien (Font: IEC)



ble que arribin al mercat els prototips experimentals derivats de la recerca, és la Fundació Eurecat, creada el 2015 amb aquest objectiu i amb el d'impulsar la innovació i la competitivitat de les empreses.

Primeres conclusions

Aquesta transformació digital porta a una situació similar a la que ja es va donar en les anteriors revolucions industrials. Del 1750 ençà l'evolució tecnològica ha produït un augment mitjà de productivitat de l'1,1% anual, cosa que significa una millora d'un terç a cada generació, però també ha reduït llocs de treball. Els efectes de la revolució digital sobre l'ocupació i els salaris són les principals preocupacions dels responsables polítics. Per a evitar unes polítiques reactives davant dels problemes concrets que continuament s'aniran generant, no es pot demorar l'adopció de mesures a mitjà i llarg termini que ajudin a beneficiar-se d'aquest procés i provoquin que la digitalització esdevingui una oportunitat, tant econòmica com social, per al nostre país.

Cal tenir present que en tota evolució tecnològica hi ha tres fases: la inicial, la de consolidació i la de maduresa. Això produeix efectes en l'ocupació i els salaris, i en les desigualtats, que cal preveure.

Fases d'una evolució tecnològica

El naixement d'una tecnologia és fruit del conjunt de coneixements que fan que la idea inicial es converteixi en tota una tècnica (la producció de l'acer, el filat de cotó o l'escriptura mecànica). En la fase inicial, la idea va adoptant formes molt diferents i només alguns operaris són capaços de passar d'una tècnica a l'altra, de manera que la seva feina és molt apreciada i, en conseqüència, els seus salaris, elevats. Com que els dissenys de la maquinària són molt canviants i la tecnologia no està consolidada, no s'ha estandarditzat ni s'ha convertit encara en un ensenyament tècnic. D'altra banda, el mercat és massa petit, perquè els futurs usuaris de la tecnologia esperen que sigui dominant. En el procés de digitalització actual tot fa pensar que ara som en la fase inicial.

En una segona fase, a mesura que una tecnologia acaba essent dominant, es converteix ja en matèria docent i comencen a sortir operaris formats, amb uns salaris normalment inferiors als dels operaris més universals de la fase anterior. És la fase de difusió de la tecnologia.

En una darrera fase, la tecnologia queda consolidada i les innovacions successives milloren

aspectes concrets del procés (estalvi energètic, impacte mediambiental, funcionalitat o estètica). La uniformitat del producte permet l'aprofitament dels rendiments creixents en la producció, i la indústria es concentra: poques i grans empreses abasteixen el mercat sencer. És la fase de maduresa o consolidació.

Efecte sobre l'ocupació i els salaris

Pel que fa a l'ocupació, es fa difícil de generalitzar com evolucionarà al llarg de les tres fases, perquè, sobre la demanda de treball, hi ha dues forces en sentit oposat. Per una part, l'adopció de la tecnologia (la digitalització) permet de substituir treball per recursos tecnològics, cosa que redueix la quantitat de mà d'obra necessària per a una mateixa producció, de manera que genera un efecte negatiu sobre l'ocupació. Però, per altra part, aquesta mateixa adopció de la tecnologia fa possible augmentar la productivitat i, per tant, reduir el cost de producció. La competència, a més, obliga a abaixar el preu del producte, cosa que fa augmentar-ne la demanda, fins al punt de fer augmentar també la demanda de mà d'obra i l'ocupació en el sector. L'efecte net, doncs, no és tant de destrucció massiva de llocs de treball com de transformació de les feines. Només en les fases de maduresa de la tecnologia cal esperar una reducció progressiva de llocs de treball en els sectors més afectats.

Quant als salaris, la tendència general de la corba és de polarització en la fase inicial i d'un aplanament posterior, llevat que l'augment de la demanda del producte sigui tan gran que repercuteixi sobre la demanda de mà d'obra. En general, l'efecte net del progrés tècnic tendeix a una reducció o, si més no, a un estancament dels salaris, que no es fa sentir amb la mateixa intensitat en tots els sectors ni en totes les feines dins de cada sector.

Té molta importància destacar que les tres fases, en conjunt, poden durar un temps considerable. Una estimació dels anys transcorreguts des de la primera patent d'alguns grans invents (televisió, transistor, giroscopi, bolígraf) fins que es van comercialitzar dona una mitjana de 38 anys. Aquesta xifra, però, no s'ha de prendre com un patró per a preveure l'evolució de les tecnologies digitals, en què cal esperar un ritme molt més ràpid.

L'efecte desigual sobre l'espectre de les habilitats

No cal dir que una nova tecnologia afecta activitats diferents en graus diferents i, sense entrar en detalls sectorials, sí que té interès, però, donar un marc que ajudi a situar quins tipus de feines seran les més vulnerables. Considerant que els llocs de treball se solen agrupar en treballs manuals (M), cognitius (C), rutinaris (R) i no rutinaris (NR), es poden intuir les feines més i menys vulnerables amb la digitalització. A grans trets, les feines rutinàries, tant MR com CR, són més fàcilment substituïbles que les no rutinàries. Diversos estudis arriben a estimar que la innovació serà la principal font de nova ocupació i que quasi la meitat de les feines actuals en l'economia nord-americana són susceptibles de ser fetes per ro-

bots i ordinadors. Però cal recordar que entre la tecnologia i l'ocupació hi ha forces que actuen en direccions oposades, de tal manera que les generalitzacions no són possibles.

Recomanacions

Mesures sobre formació

– Cal dotar tothom de l'equivalent de l'alfabetització del segle xx: arribar a ser hàbil en el domini de les eines informàtiques i, en les especialitats més tecnològiques, també en programació. Sense aquestes habilitats bàsiques, el treballador no podrà ni tan sols conservar una feina elemental i, no cal dir-ho, ni passar d'una a una altra.

– Tot i la clara necessitat d'enginyers, físics i matemàtics, cal tenir present que no tothom és capaç de ser-ho amb prou competència. D'altra banda, hi ha persones amb habilitats cognitives superiors a la mitjana que són molt apreciades en les fases inicials de la difusió d'una nova tecnologia, independentment de la seva titulació.

– Molts dels coneixements que dona una carrera tècnica són o seran reproduïbles per un robot o un ordinador. D'altra banda, les habilitats socials o relacionals són més pròpies de l'ésser humà i continuaran, per tant, essent necessàries. Pel que fa als directius d'empresa, es constata que, més enllà de la seva capacitat tècnica, són les seves qualitats específicament humanes les que els han enlaira. S'ha de fomentar, doncs, la formació en aquestes habilitats socials.

– Cal que els programes formatius siguin elaborats conjuntament amb les empreses per tal d'evitar el malbaratament de les inversions en capital humà i les frustracions que en resulten.

Mesures sobre educació

– Adoptar mesures correctives o compensatòries del cost dels estudis universitaris, especialment en el camp de la tecnologia, per a evitar que el factor econòmic sigui una barrera d'accés.

– Dotar les universitats i els centres de recerca de més autonomia en la contractació de professorat no funcional i de més recursos vinculats a l'avaluació dels resultats, especialment en transferència del coneixement.

– Dotar els centres formatius de més recursos orientats a millorar la qualitat i l'oferta per a la formació professional.

– Preveure campanyes de comunicació imaginatives encaminades a incentivar les vocacions científiques i tecnològiques entre l'alumnat femení.

– Introduir assignatures humanístiques en els programes educatius de les enginyeries, es-

pecialment matèries com la filosofia i l'ètica, per a una formació més àmplia i com a mesura per a concebre i aplicar la tecnologia.

Mesures de suport a la innovació

– Fomentar la creació d'empreses; potenciar la col·laboració pública-privada en el camp de la innovació i creació d'empreses; preveure incentius per a fomentar la creació d'empreses derivades (*spin-off*) universitàries, i simplificar i facilitar els tràmits administratius per a crear-ne.

– Potenciar els programes de captació i retenció de talent en universitats i centres de recerca.

– Assegurar els criteris de sostenibilitat i de l'economia circular en totes les mesures de foment de la recerca, innovació i transferència.

– Potenciar les polítiques industrials, tant les de suport orientades a enfortir i dinamitzar els clústers empresarials com les de suport a la presència de la indústria catalana al món, així com les accions de compra pública innovadora.

Mesures específiques de suport a la competitivitat de les pimes

– Incrementar la dotació de les accions de suport encaminades a la innovació i a la internacionalització i el creixement de les pimes.

– Dotar de recursos econòmics suficients les mesures que afavoreixin l'accés de les pimes a la tecnologia desenvolupada a la universitat i els centres de recerca per a facilitar la transferència de tecnologia.

– Augmentar les dotacions per al finançament de la innovació per a pimes.

– Reduir els terminis administratius i assegurar el compliment puntual dels compromisos adquirits, ja que actualment els incompliments reiterats que es donen no solament no produeixen l'ajut sol·licitat, sinó que creen importants disfuncions i, fins i tot, el col·lapse.

Infraestructures

– Afavorir la millora de les infraestructures que permetin la implantació del procés de digitalització, especialment les telecomunicacions. Assegurar que l'accés a Internet en banda ampla abasti tot el territori.

– Avaluar les necessitats en infraestructures TIC dels principals polígons industrials distribuïts pel territori per a assegurar-ne la competitivitat. Preveure també àrees urbanes de desenvolupament empresarial lligat a les tecnologies de la informació.

En tot aquest procés caldrà que l'Administració sigui un motor actiu i esdevingui un referent en la digitalització que comporti agilitat, flexibilitat, eficàcia, intel·ligència i seguretat en els àmbits de la gestió pública, les relacions amb la ciutadania, la sanitat, la justícia i els serveis en general.

Referències

1. <https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&n=354>
2. <http://www.gencat.cat/especial/pni/cat/>
3. Jim Bessen, *Learning by Doing* (2017)



PARLAMENT DE CATALUNYA



El Consell Assessor del Parlament sobre Ciència i Tecnologia (CAPCIT) és un òrgan del Parlament creat el 2008 amb l'objectiu de coordinar la informació i l'assessorament en matèria científica i tecnològica que necessitin els diputats i els òrgans del Parlament. El CAPCIT és un òrgan de composició mixta, format pels diputats que en són membres i per representants de les principals institucions científiques i tecnològiques de Catalunya: l'Institut d'Estudis Catalans (IEC), la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI), el Consell Català de la Comunicació Científica (C4), la Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona (RACAB), l'Associació Catalana d'Entitats de Recerca (ACER) i una representació de les universitats públiques i privades. Per a més informació: <http://www.parlament.cat/capcit>