

José Carlos Díez Gangas
Alcalako Unibertsitatea

Produktibitatea ez da guztia, baina epe luzera, ia guztia da.

PAUL KRUGMAN

1. Sarrera

1776an, Adam Smith-ek *Nazioen aberastasunaren izaerari eta arrazoiei buruzko ikerketa bat* liburu ospetsua argitaratu zuen, eta han zehaztu zuen lanaren zatiketa zela kausa nagusia. Gaur egun, lanaren zatiketa esapidearen orde ez erabiltzen da produktibitatea langile bakoitzeko edo lan egindako ordu bakoitzeko; neurri zuzenagoa da, baina neurtzen zailagoa ere bai, lan egindako orduen estatistikak ez direlako enpleguarenak bezain fidagarriak.

1956an, Robert Solow-k *Quarterly Journal of Economics* aldizkarian argitaratu zuen Ekonomiako Nobel saria jasotzeko aukera eman zion artikulua: «Ekarpen bat hazkunde ekonomikoaren teoriari». Solow-k eredu matematiko dinamikoa bat garatzen du, non kausazko erlazioa baitago aurrerapen teknikoaren eta produktibitatearen artean. Solow-ren kalkuluen arabera, AEBko epe luzeko hazkundearen % 80 teknologiaren etorrerak garatzen du.

Solow-ren ereduan produktibitatea handitzen duten bi aldagai daude: kapitalaren edo makinaren stockaren hazkundera enplegatu bakoitzeko eta Solow-ren hondakina deitzen dena, garapen teknologikoa barne hartzen duena. Ondoren, ekonomialariak ebidentzia empirikoaren bila ibili dira, hondakin horretan aldagai gehiago erlazionatzeko. Baina teknologiaren eta berrikuntzaren etorrerak ondasunen eta zerbitzuen ekoizpenari egiten dion ekarpena erabakigarria da oraindik.

Gaur egun, giza espeziearen iraultza teknologiko handienetako batean murgilduta gaude, aro neolitikoa egon ginen bezala, nekazaritza eta abeltzaintza garatu genituenean, edo XVIII. mendean, lurrun-makina iritsi zenean bezala. Digitalizazioa komunikazioen, Interneten, mugikor adimenduen eta, orain, adimen artifizialaren garapenarekin sortzen da.

Ondoren, iraultza digitala aztertuko da, erregistratzen ari den fenomeno eta ekonomian duen eraginaren dimentsioak atzeman ahal izateko. Hurrengo atalean, produktibitateak azken bi hamarkadetan izan duen bilakaera aztertuko da, eta orobat, iraultza digitalak produktibitatean eta biztanleko errentaren eta nazioen aberastasunaren hazkundera izan duen eragina ere. Aurrerago, prospektiba-ikerketa bat egingo da, etorkizunean aurki ditzakegun egoerarik probableenak aurrez ikusten saiatzeko, produktibitatearen hazkunderari eta ekitate eta desberdintasunari dagokienez.

2. Datuen iraultza

1996an hasi nituen doktoretza-ikastaroak Alcalako Unibertsitatean, eta hautatu nituen aukerako irakasgaietako bat finantzen ikerketa empirikoa izan zen. Hura izan zen nire lehen konexioa algoritmo genetikoekin eta neurona-sareekin; gaur egun adimen artifizialaren garapenerako erabakigarriak dira. Garai hartan, finantzetan baziren merkatu digitalak eta datu masiboak, eta esperientzia-zentro egokia zen, teknika horiek garatzeko.

Gaur egun, erabiltzen diren algoritmoak eta sareak oso antzekoak dira, baina adimen artifizialak garapen ikusgarria izan du. Zer gertatu da? Eztabaida ekonomikoetan prezio erlatiboaren eragina gutxiesten dugu, baina erabakigarriak dira gizakiak hartzen dituen erabakiak azaltzeko. Gaur, bideo-kontsola batek 600 euro inguru balio du, eta hodeira konektatzeko eta

lagunekin sarean txapelketak egiteko aukera ematen du. Bideo-kontsola horrek datuak gordetzeko gaur egun duen ahalmen hori bera 1996an lortu nahi izan bagenu, 60.000 euro inguru kostatuko zitzaigun, 100 aldiz gehiago. Eta gaur egun sarera konektatzeko eta hodeira sartzeko duen ahalmena izateko, beste 60.000 euro kostatuko zitzaigun.

90eko hamarkadan hasi ginen megabyte neurriez hitz egiten, alegia, hamar ber sei byte. Gaur egun, ohikoa da exabyte erabiltzea, alegia, hamar byte ber hemezortzi. Iraultza hori lortzeko, iraultza gehiago gertatu dira lehenago, nahitaez. Lehenik, Interneten garapena izan zen, eta gero telefono adimenduna, sarerako eta hodeirako konexio mugikorrarekin. Horri esker, pertsonen eta enpresen jarduera asko sentsorizatu ahal izan dira, eta milioika datu sortu ahal izan dira; horri deitzen zaio, hain zuzen, gauzen Internet.

Multinazional handiek, batez ere Estatu Batuetakoek eta Txinakoek, bilioiak inbertitu dituzte hodeian datuak metatzeko gaitasuna eta datu horiek azkarrago prozesatzeko sistemak garatzeko. Txip-eskariari eta nanoteknologiaren garapenari esker, prozesadore horiek gero eta txikiagoak, gero eta azkarragoak eta gero eta zehatzagoak dira. 1996an, ni unibertsitatean ikasten ari nintzenean, Excel jadanik iraultza iruditzen zitzaigun, datu masiboak pilatu ahal izateko.

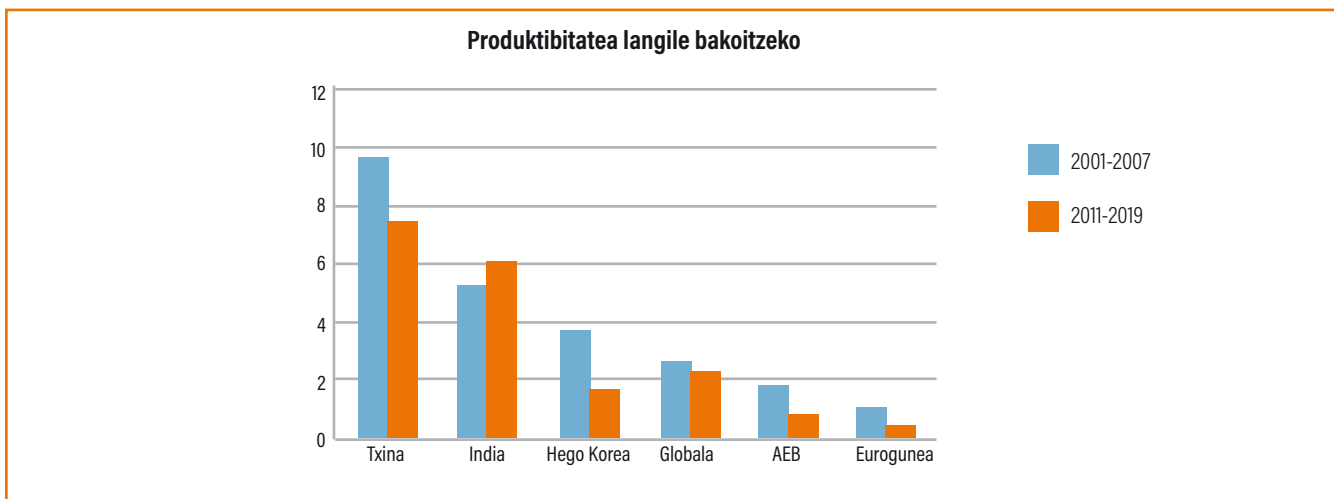
Iraultza horiei guztiei esker, gaur egun pertsona eta enpresa bakoitzak milioika datu sortzen ditu segundo bakoitzean, eta gutxieneko kostu baten truk enpresek oso errentagarria dute datu horiek erabiltzea erabakiak hartzeko. Datu horien gainean, adimen artifizialak portaera-ereduak sortzen ditu patroi erregularrekin, eta orain arte gizaki batek hartu behar zituen errutinazko

erabakiak hartzeko aukera ematen du. Adibidez, nik goizero eramaten ditut seme-alabak eskolara ordu berean, eta mugikorrek biderik azkarrena erabiltzea proposatzen dit. Telefono mugikorreko mapen aplikazioak sateliteekin konektatzen dira; haiek ibilbideko irudietan trafikoaren dentsitatea neurtzeko aukera ematen dute; ondoren, adimen artifizialeko sistemek bide kritikoa aukeratzen dizute azkarrago irits zaitezten. Trafiko-dentsitatea normala bada, egun horretan haien iragarpena aski zehatza izaten da. Istripuren bat edo irregulartasunen bat gertatu bada, akatsak egiten dituzte.

Iraultza digitalaren liderrak AEBak eta Txina dira, Andrés Pedreñok eta Luis Merinok *Prevenir el declive en la era de la inteligencia artificial* liburuan azaltzen dutenez. Europak arau mugatzaileagoak ezarri ditu datuen erabileran, datuak baitira, hain zuzen, adimen artifiziala garatzeko lehengai. Eta arautzen eta mugatzen lehena den hori azkena izaten da iraultza horretan.

3. Digitalizazioa eta produktibitatea

Enpresetan, datu masiboen erabilerak eta adimen artifizialak eragina izaten dute haien harremanetan, bezeroekiko, hornitzaileekiko, langileekiko, ogasun publikoarekiko eta abar. Ikuspegi mikroekonomikotik, iraultzara ondoen egokitzen ari diren enpresak dira merkatu-kuota, burtsa-balorazioa eta finantzaketarako sarbide onena irabazten dutenak. Baliteke beste burbuila teknologiko baten sorrera izatea gure aurrean, baina zazpi enpresak bakarrik azaltzen dute Nasdaq-en igoera osoa 2023ko lehen seihilekoan, eta



Iturria: Conference Board

zazpiak adimen artifizialaren sektorean daude edo hura erabiltzen dute lehiakideengandik bereizteko, adibidez, Tesla eta haren auto autonomoa.

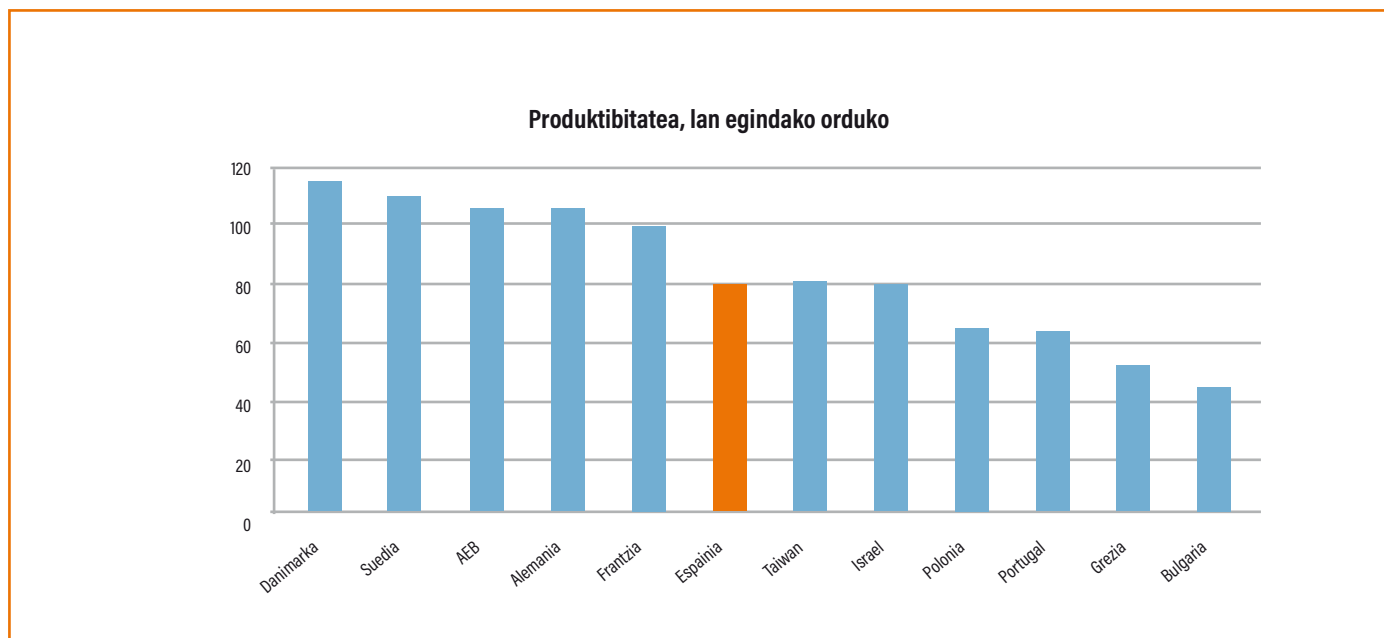
Hala ere, paradoxa da makroekonomian eta kontabilitate nazionalen iraultza digitala ez dela islatzen estatistiketan. Steve Jobsek bere lehen Iphone gailua 2007an aurkeztu zuen jendaurrean; goitik behera aldatu zituen telefono adimendunen mundua, gauzen Internet eta datu masiboen erabilera. Aurreko grafikoan munduko ekonomiaren bi hedapen-aldi aukeratu dira: 2001 eta 2007 artekoa, Atzeraldi Handia baino lehen, eta 2011 eta 2019 artekoa, pandemia baino lehen. Indian izan ezik, gainerako herrialdeek langile bakoitzeko produktibitatearen hazkunde txikiagoa izan dute 2011 eta 2019 artean, Atzeraldi Handiaren aurretik baino.

Produktibitatea aldagai askoren mende dago, baina bistan da iraultza digitala ez dela produktibitate gehiago sortzen ari herrialdeen kontabilitate nazionalen. Txinak aldabidea egin du, 80ko hamarkadara arte batez ere nekazaritzan oinarritutako eredu batetik, esportaziora bideratutako industrializazio oso arrakastatsu batera. Biztanleko soldaten eta errentaren igoerak behartuta, eredia berriro orientatu behar izan zen, barne-eskarira eta zerbitzuen sektorera, eta produktibitatea jaitsi egin zen, baina, hala ere, AEBkoa

baino zazpi aldiz handiagoa izaten jarraitu zuen, 2011 eta 2019 artean.

Hego Korea ere potentzia da adimen artifizialaren gaitan, eta erdira jaitsi du bere produktibitatea bigarren aldi horretan, AEBk bezala, eta Europar Batasunak ere, Atzeraldi Handiaren aurretik ere produktibitate-arazoa zuelarik, orain hazkunde hutsala du.

Espainiaren kasuan, bere ekonomiaren arazo nagusia produktibitatea handitzea da. 2001 eta 2007 bitartean, Espainiak 700.000 etxebizitza baino gehiago eraiki zituen urtebetean, batez besteko historikoaren hirukoitza ia. Etxebizitzaren eraikuntza oso intentsiboa da eskulanean, eta haren produktibitatea ekonomiaren batez bestekoa baino % 80 txikiagoa da. 2008ko krisia oso gogorra izan zen eta luze iraun zuen, eta langabezia-tasa % 27ra eraman zuen. 2011tik 2019ra bitartean, produktibitatea ez aurrera ez atzera egon zen Espainian; produktibitatearen hazkundeko urte eskasetan ekonomiak enplegua suntsitu zuen eta BPGa kalkulatzeko izendatzailean langile gutxiago ageri zen. Produktibitatea krisietan bakarrik handitzeko eta enplegua suntsitzeko eredu horrek prekariedade- eta desberdintasun-arazo larriak sortzen ditu. Espainia da pobrezia-tasaren buru Europan, Grezia eta Bulgariarekin batera, 2010az geroztik.



Iturria: Conference Board

Aurreko grafikoan ikusten da Espainian bi hamarkada luzez produktibitatearen hazkunderik ez izatearen emaitza. Espainian lan egindako ordu bakoitzeko produktibitatea Alemania, Frantzia edo AEBetakoak baino % 30 txikiagoa da. Espainiak herrialde horiek baino enplegu-tasa txikiagoa du, eta lanordu gehiago egin behar ditu BPG handiagoa lortzeko. Baina soldata apalagoekin egiten du lan, bereziki 30. pertzentilean, non pobrezia kontzentratzen baita, eta batez ere emakumeei, gazteei eta langabeei eragiten baitie. Espainian, langabezia-tasa handia murrizteko, soldatak handitzeko eta desberdintasuna murrizteko helburua beteko bada, lan egindako orduko produktibitate handiagoa lortu behar da, nahi eta nahi ez.

Espainian produktibitate-arazoak lotura estua du enpresen tamainarekin. 50 langiletik gorako enpresek OECDko enpresen antzeko produktibitate-mailak dituzte. Baina enpresa horiek enpresa-parke osoan duten pisua Europako batezbestekoaren erdia eta Alemaniakoaren laurdena da. Espainian, aldiz, 10 langile baino gutxiagoko enpresek duten pisua Alemaniakoena halako bi da, eta hango tamaina bereko enpresen produktibitatearen erdia du. Espainiak behar du 50 langile baino gutxiagoko enpresak haztea eta produktibitate eta soldata handiagoko enpleguak sortzea. Helburu hori lortzeko, ekonomia globalizatuan, XVIII. mendetik izan den iraultza teknologikorik handienean, enpresa horiek berritzaileak eta digitalak izan behar dute. Orain esaten da *Next Generation* funts europarrak aukera bat direla. Baina ETEak digitalizatzeko funts horiekin finantzatzeko politika publiko bakarra *kit digitala* izan da; 10.000 euro baino gutxiagoko diru-laguntza ematen du, web orria hobetzeko edo sare sozialetan marketin digitalerako estrategia bat egiteko. Kopuru horiekin nekez ikusiko dugu hurrengo urteetan produktibitatea handituko denik.

Garapen teknologiko handieneko aldi langileko produktibitatea zergatik murrizten den azaltzeko, ekonomialariek zenbait hipotesi egin dituzte, baina haietako bakar batek ere ez du ondorio argirik agertzen. Produktibitatearen beherakadaren eta ekonomien epe luzerako hazkunde potentzialaren arrazoi nagusia demografia da. David López Salidok eta AEBetako Erreserba Federaleko beste autore batzuek «Normaltasun berria ulertu nahian: demografiaren eginkizuna» artikuluan diotenez, haien kalkuluen arabera, populazioaren zahartzeak eta haren hazkundera jaisteak BPG potentzialaren eta produktibitatearen

beherakadaren erdia baino gehiago eragiten dute. Tesi horren laguntzaz errazago ulertzen da India izatea produktibitate-beherakadarik ez duen herrialde bakarra, populazioak hazten jarraitzen baitu. Txinan, seme/alaba bakarraren politikak bertan geldiarazi du populazioaren hazkundera, eta ondorio negatiboak ditu produktibitatean.

Bestetesi bat, Robert Gordon estatubatuar ekonomialaria buru duena, hauxe da: herrialde garatuak dagoeneko efizientzia eta garapen teknologiko maila handia dutenez, produktibitate marjinala handitzea zailagoa da. Lan egindako ordu bakoitzeko zure produktibitatea 100 bada eta berrikuntza bat sartzen baduzu, indizea gutxi handitzen da. Zure produktibitatea 30 bada, adibidez Bulgarian, berrikuntza horrek berak AEBn duen eraginaren hirukoitza du.

Beste hipotesi bat da orain arte digitalizazioa garatu dela langabezia-tasa txikiko, biztanleriaren zahartze handiko eta eskulana ordezkatzeko arazoak dituzten herrialdeetan. Agertoki horretan, bai robotizazioak, bai datuen erabilera masiboak eta bai adimen artifizialak ere, efizientzia hobetzen eta soldata-kostuak murrizten laguntzen dute, baina ez dira islatzen produktibitatearen hazkundera. Produktibitatea handitu egingo da enpresek adimen artifiziala erabiltzen dutenean lehiakideek baino bezero gehiago lortzeko eta prezio lehiakorretan, baina ez merkeenetan. Horri esker, marjinak, enplegua eta soldatak handitu ahal izango dira, eta kapitalaren errentagarritasun handia mantendu, mozkinen berrinbertsioa errazteko. Horixe gertatzen da Silicon Valleyko enpresa aitzindarietan; izan ere, enpresa horiek dute jada munduko burtsa-baloraziorik handiena, industria tradizionalak baztertuta, esaterako, automobila edo petrolio-enpresak.

4. Etorrizun digitala

Arestian deskribatutakoaren ondorio nagusia iraultza digitalaren hasieran gaudela da. Bistan da adimen artifizialak eta datuen erabilera masiboak aukera emango dutela lan egindako milioika ordu ordezkatzeko, munduko herrialde guztietan. Gauza bera lortu zuten, adibidez, Watt-en lurrin-makinak, traktoreak, uzta-makinak edo garbigailuek. Aurrerapen teknologikoei esker, giza espezieak gora egin du etengabe, bai kopuruan, bai bizi-itzaropenean, bai biztanleko errentan. Bigarren Mundu Gerratik hona,

giza garapenaren aurrerapena historiako handiena izan da, munduko biztanle bakoitzeko errentari dagokionez, baina baita muturreko pobrezia murrizteari dagokionez ere, batez ere Asian, hezkuntzan eta analfabetismoaren ezabatzean, generoan eta emakumearen eskubideetan —oraindik ere herrialde askotan dena egiteko badago ere—, txertatze-ratioetan eta lehen mailako osasun-arretaren eskuragarritasunean, eta abar.

Teoria ekonomikoak erakusten diguna da garapen digitalak eta adimen artifizialak, azkenean, produktibitatea eta bizi-maila handituko dituztela. Iraultza teknologikoen historiak beste gauza bat ere erakusten digu: trantsizioek irabazleak eta galtzaileak sortzen dituzte, eta sozialki konplexuak diren garaiak dira. Datuen erabilera masiboa eta adimen artifiziala lehenago eta hobeto erabiltzen duten herrialdeek eta enpresek beren nazioen aberastasuna hobetuko dute, eta hori egiten ez dutenak pobretu egingo dira. Beraz, estrategiak ez du zalantzarik sortzen; gobernuek lehentasuna eman behar diote beren ekonomien digitalizazioari, eta hezkuntza- eta ekonomia-politika egokitu behar dute beren herrialdeen, enpresen eta langileen lehiakortasuna hobetzeko, teknologia globalaren aro berrian.

Herritarrak datuen erabilera masiboaren arriskuetatik babesteari buruzko eztabaida ere garrantzitsua da. Sua aurrerapen handia izan zen gizakiarentzat, baina arriskuak ditu, eta erre zaitezke, edo etxea edo basoa erre ditzakezu. Neolitoko gobernu batek sua egitea debekatu izan balu, espeziea ez zatekeen garatuko. Sua egitea onartu da, baina erregulatu egin da, arriskuak kudeatzeko. Adibidez, debekatuta dago mendian sua egitea haize handia, tenperatura altuak eta hezetasun maila baxuak daudenean, faktore horiek arriskugarriak baitira suteak pizteko. Eta suteen aurkako erregulazioa eskatzen da eraikinen eraikuntzan eta industria-erabileran. Baina etxeko suteagian janaria prestatzeko eta enpresetako labeetan metalak urtzeko sua erabiltzea baimendua dago.

Datuen erabilerari dagokionez, Europa oso mugatzailea ari da izaten haien erregistroan, bere ahaleginak datuak iruzurrez erabiltzea saihesteko erregulazioetan zentratu beharrean. Jokabide horrek Europa funtsezko teknologia horren garapenetik kanpo uzten du, eta abantaila ematen die Estatu Batuetako eta Txinako lehiakideei. Adibiderik nabarmenena pandemiaren kudeaketa izan zen. Covid19ren kudeaketan erreferentzia izan zen herrialdeetako bat Hego

Korea izan zen. Mugikorrak erabiliz geolokalizazioa eraginkortasunez erabiliz gero, kutsatuta egon ziren pertsonak selektiboki konfinatu ahal izan ziren. Horren emaitza izan zen hildako-kopuruaren gaineko inpaktua eta BPGren eta enpleguaren gainekoa ere oso txikia izatea. Espainian, Covid radar aplikazioaren erabilera hainbeste mugatu baitzen, oso gutxi erabili zen. Alternatiba populazio osoaren konfinamendu masiboak izan ziren, epe luzeagoetan, baina hala ere, ez zen eragotzi Espainia mundu garatuko herrialdeetatik hildakoen kopurua gehien handitu zenetako bat izatea, pandemiaren aurreko garaiarekin alderatuta, eta BPGaren eta jarduera ekonomikoaren beherakada handienetakoa izatea, mundu osoaren aldean.

Azkenik, oso garrantzitsua da, baita ere, trantsizioa kudeatzea, eta galtzaileengan duen inpaktua minimizatzea. Adimen artifizialak errutinazko jardueretan du eragina, eta gizarteko kualifikazio baxueneko segmentuak ukitzen ditu. Lehentasunezkoa da hezkuntza-sistemak eta metodo pedagogikoak errealitate digital berrira egokitzea. Adibidez, 2020ko pandemiaren garaian, Espainian, ikastetxe pribatu eta itundu gehienetan, ikasleek tableta edo banakako ordenagailu bat eta eskola birtualetara konektatzeko sistemak zituzten. Bistan denez, eskola presentzialen eraginkortasuna galdu zen, baina inpaktua minimoa izan zen. Ikastetxe publikoetako haur gehienek ez zuten ordenagailurik, eta ikastetxeetako sistemak ez zieten uzten irakasleei eskola birtualak ematen, eta hilabete asko behar izan ziren sistemak prest edukitzeko.

Espainian, lan egiteko adinean dauden biztanleria aktiboaren %40ke zidun bide-heziketa ez unibertsitatea bukatu. Dagoeneko langabezia- eta pobrezia-tasa handienak dituzten biztanleak dira, eta digitalizazioaren aurrerapenak haiek joko ditu gogorren. Premiazkoa da, hezkuntzan bezala, enplegu-politika aktiboen sistemak modernizatzea, enpleguaren eskaria sortzen den guneak identifikatzeko eta langabeek horiek betetzeko behar dituzten trebetasunak indartzeko. Adibidez, instalatutako instalazio fotovoltaikeen megavatio bakoitzeko lanpostu bat, bi edo hiru behar izaten dira. Sektore horretan hazi da gehien enplegu-eskaera, instalatzaileen eskaintza gutxi dago lan-merkatuan, eta hiru hilabete baino gutxiagoko prestakuntza-ikastaro bat eginda, kualifikazio baxuko langabetuek enplegu egonkorra eta soldata duina aurki ditzakete.

Arazorik handiena, gaur egun, gutxien garatutako herrialdeek dute, kualifikazio baxuarekin eta

pobreziarekin, alegia, batez ere Afrikako, Asiako eta Latinoamerikako herrialdeek. Afrikak du planetako biztanleria-hazkunderik handiena, klima-aldaketak gehien jotzen duen munduko eremuetako bat da, nekazaritzak eta abeltzaintzak pisu handia dute BPGn, eta biztanleriaren ehuneko handi batek ez du erdi-edo goi-mailako hezkuntzarik jasotzeko aukerarik. Iraultza teknologiko eta digitalak Europako eta Afrikako produktibitatearen eta biztanleko errentaren diferentzialak handituko ditu, eta Mediterraneoko migrazio-presioa handitu egingo da. Europak jarri beharko luke interesik handiena Afrikako garapen digitalari eta hezkuntzari laguntzeko politikak ezartzeko, hango ekonomiak garatzeko. Gauza bera gertatzen zaie AEBei Latinoamerikarekin, bereziki Erdialdeko Amerikarekin eta Karibearekin. ■

Bibliografia

- Díez, José Carlos (2013): *Hay vida después de la crisis*, Plaza y Janés.
- Díez, José Carlos (2018): *De la indignación a la esperanza*, Plaza y Janés.
- Gagnon, Etienne; Benjamin K. Johannsen and David Lopez-Salido (2016): «Understanding the New Normal: The Role of Demographics», *Finance and Economics Discussion Series (FEDS)*.
- McKinsey and Company (VV. AA.) (2023): *The Economic Potential of Generative AI. The next productive frontier*, McKinsey and Company, ekaina.
- Pedreño, Andrés eta Merino, Luis (2020): *Prevenir el declive en la era de la inteligencia artificial*, edizio propioa.
- Smith, Adam (1776): *Una investigación sobre la naturaleza y causa de la riqueza de las naciones*, Tecnos.
- Solow, Robert (1956): «A Contribution to the Theory of Economic Growth», *Quarterly Journal of Economics*, 70: 65-94.