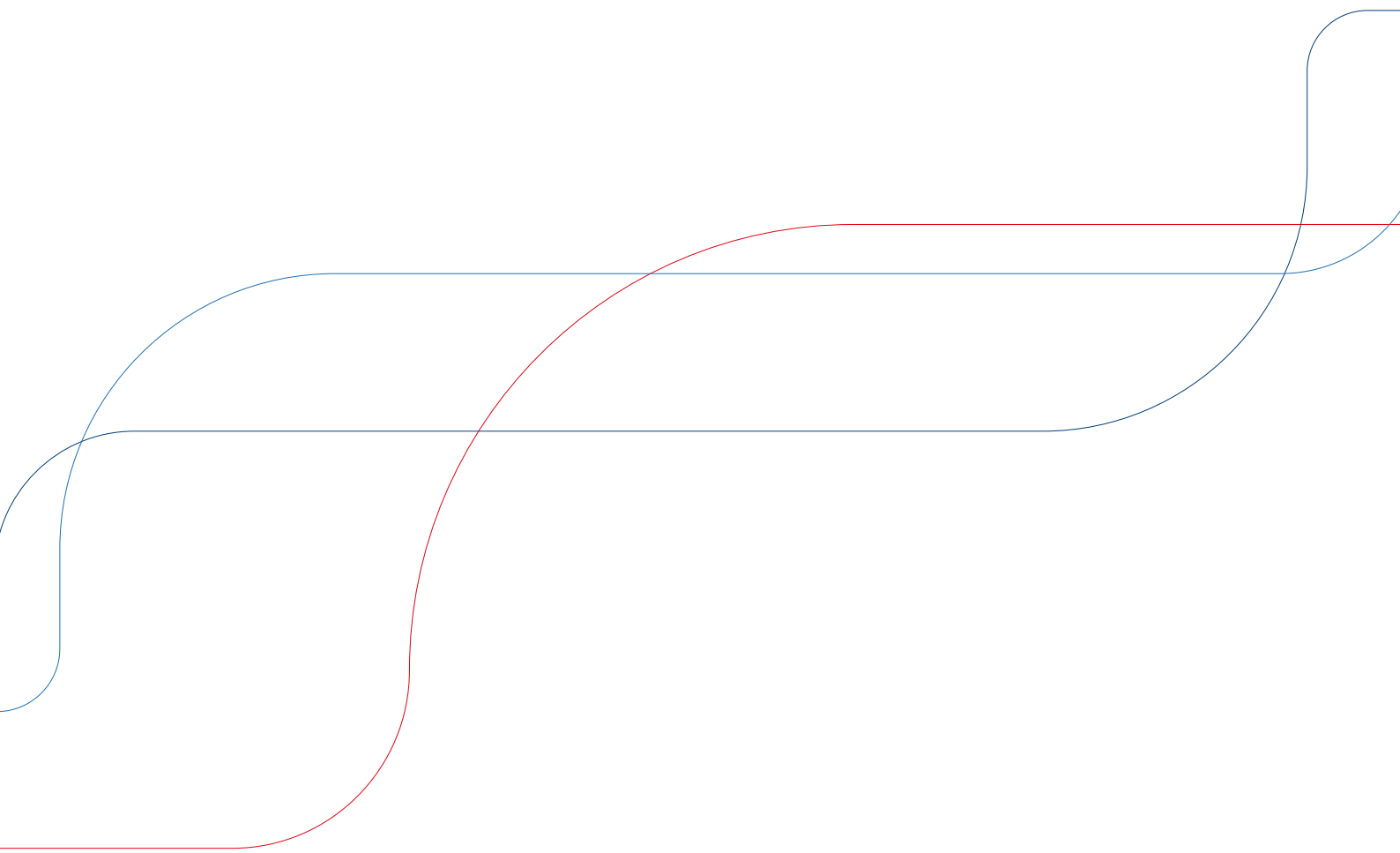




Adimen ARTIFIZIALAREKIN (AA) Lotutako PROFIL Profesionalen Okupazioen eta Konpetentzien Azterketa

LABURPEN DOKUMENTUA



EGILEAK:

Mikel Albizu (Orkestra, Lehiakortasunaren Euskal Institutua)

Miren Estensoro (Orkestra, Lehiakortasunaren Euskal Institutua)

Mezu gakoak

1 *AAren inpaktu eraldatzailea*

AA laugarren industria-iraultzaren teknologia katalizatzailea da. Ohiko zereginak automatizatzear gain, funtzio kognitibo konplexuak betetzen ditu, eta, ondorioz, asko aldarazi du okupazioen egitura eta konpetentzia profesionalen eskaria.

2 *Sortutako okupazioak*

Alde batetik, zuzenean AArekin lotutako okupazioak sortzen dira, core profilak deiturikoak.

Bestalde, tresnak erabiltzearen ondorioz, AAk inpaktua sortzen du, intentsitate desberdinarekin, gainerako lan-indarrean: AAren erabiltzaileetan.

3 *AA integratzeko hiru fase*

AAren hedapenak faseak izan ditu eta fase bakoitzean profil mota eta konpetentzia desberdinak eskatzen dira: ideiak eta diseinu primarioa (1950-2010); ezarpena eta jabetzea (egun); mantentzea eta gobernantza (epe ertain/laburrean).

4 *Profil profesionalen hiru kategoriak*

Teknologiarekin zuzenean lotutako profiletan identifikatutakoak (core profilak) 23 okupazio dira.

- Profil garatzaileak (algoritmoak, datuen zientzia, softwarea);
- Profil gaitzaileak (integrazioa, interfazeak);
- Profil mistoak (garatzaileak eta gaitzaileak).

5 *AAren erabiltzaileentzako konpetentzia gakoak*

- Interfazeen kudeaketa
- Datuak ulertzea
- Promptingeko gaitasunak
- Pentsamendu kritikoa
- Erabilera etikoa

6 *Harremana hezkuntzako eskaintzarekin*

Lanbide Heziketarekin (LH) zuzenean lotutako 10 profil, unibertsitateko ikasketekin lotutako 8 eta partekatutako 5 identifikatu dira. AAren arloko prestakuntza-eskaintza handitzea eta eguneratzeko beharra nabarmendu da.

AAren arloko prestakuntza-eskaintza ez da nahikoa termino orokorretan aztertuta, eta azkar zaharkitzen da. Hortaz, prestakuntza-sistemak erantzun azkarrak eta etengabeak emateko gaitasuna izan behar du.

7 *Hezkuntza-politikarako inplikazioak*

AAren konpetentziak —sortzailearenak batez ere— hezkuntza-sisteman zeharka integratzea eta LHko curriculumak malgutzea ezinbestekoa da.

8 *Zabalpen desorekatua ekoizpenaren ehunduran*

AAren ezarpena aurreratuagoa da enpresa handietan; ETEak berriz kanpo-hornitzaileen mende daude (zerbitzu aurreratuetakoa enpresak).

EDUKIEN TAULA

Mezu gakoak	3
1. Adimen Artifiziala: iraultza teknologikoak, enplegua eta prestakuntza	5
2. AA integratzeko faseak	6
3. Metodologia	8
4. AAekin lotutako core okupazioak	9
5. AAren erabiltzaileentzako konpetentziak	10
6. Profilak unibertsitateko eta LHko ikasketetara egokitzea	13
7. AA ekoizpen-ehunduran integratzea	14
8. Erreferentziak	15

1 Adimen ARTIFIZIALA: Iraultza TEKNOLOGIKOAK, ENPLEGUA ETA PRESTAKUNTZA

Historian zehar, iraultza teknologikoek asko eraldatu dute enplegua; funtzioak eta zereginak sortu eta birformulatu dituzte, eta okupazioen egiturak eta lan-sistemak birdefinitu dituzte. Prozesu horrek zeregin errepikakorretan izan du eragina orain arte batik bat. Alabaina, aurreko iraultza teknologikoekin alderatuta, **adimen artifiziala (AA) aurrerapen esanguratsuak lortzen ari da informazioaren prozesamenduan eta antolaketan, memorizazioan, pertzepzioaren abiaduran eta arrazoibide deduktiboan.** Horrek patroiak identifikatzeko eta iritziak formulatzeko gaitasun geroz eta handiagoa ematen dio. AA funtzio kognitibo aurreratuak izaten hasi da, eta asko **zabaltu du automatizatu daitezkeen zereginen espektroa**, zeregin fisikoetatik, errepikakorretatik edo kognitiboak ez diren etatik harago.

Horrez gain, AAren **eboluzioak eta ekoizpen-sisteman integratzeko prozesuak erritmo oso azkarrean doaz.** Lanaren Etorkizunari buruzko txostenaren arabera, AAren ezarpena enpresetako joerarik eraldatzaileena izatea espero da 2030era bitarte, hala adierazi baitu inkestatutako enplegatzaileen %86k (WEF, 2025). Eskuragarri dauden datuek adierazten dute AAren ezarpenak hazkundera izan duela Espainian, baina desberdintasunak daude erakundeen tamainaren arabera. Teknologiaren eta Gizartearen Behatoki Nazionalaren (ONTSI, 2023) arabera, 2023an dagoeneko enpresa handien (249 enplegatu baino gehiago dituztenak) %40,6k erabiltzen zituen AA oinarritutako soluzioak.

Horrek okupazioen **egitura osoa eraldatu du** eta bi ondorio zuzen ditu. Alde batetik, **AAren soluzioak diseinatzeko, garatzeko eta ezartzeko profil profesional berriak agertu dira**, eta profesional horien eskaria asko hazi da. Izatez, arlo horretako eskasia da teknologia hori zabaltzeko eta ezartzeko oztopo nagusietako bat. Bestalde, gainerako **lan-indarraren lan egiteko modua eraldatu du**, intentsitate txiki edo handiagoarekin.

Horri dagokionez, AAk lanean izan ditzakeen hainbat inpakto hauteman dira dagoeneko, besteak beste, gizakiek

egindako zereginak ordezkatzeko, gaitasun kognitiboak handitzea edo produktibitatea handitzea.

Prozesu horretan, beharrezkoa da hezkuntza-sistemak ere eboluzionatzea eta AAk planteatzen duen errealtate berriarekin lotutako ezagutzak, konpetentziak eta prestakuntza espezifikoak gehitzea bere eskaintzan. Horrez gain, egungo konpetentzien markoa ez da estatikoa, eta teknologiaren ibilbidearen arabera eraldatzen da, hau da, AAk ekoizpen-prozesuetan eta prozesu sozialetan duen ezarpen-erritmoaren eta -mailaren arabera. **Ekoizpen-ehundura eta prestakuntza-sistema egokitzea ezinbestekoa da enpresen lehiakortasuna estimulatzeko**, negozio-ereduan integratu behar baitute teknologia horren potentziala baliatzeko eta produktibitatea handitzeko. Gainera, lan-indarra teknologia hori behar bezala erabiltzeko trebatua egotea beharrezkoa da. Horrez guztiaz gain, **adimen artifizialaren erabilerak ekarpena egin beharko lioke gizarte-ongizateari eta trantsizio digital jasangarriari**, aurrerapen teknologikoak balio inklusiboekin eta arduratsuekin bat datozela bermatuz.

AArekin lotutako LHko profilen okupazioen eta konpetentzien azterketa Hezkuntza eta Lanbide Heziketako Ministerioaren Lanbide Heziketako bikaintasun-zentroen Estatuko sareak, Eusko Jaurlaritzak eta Gaztela-Mantxako Gobernuak sustatu zuten. Azterketa 2024ko lehen seihilekoan egin zen eta Somorrostro LHII eta IES Ribera de Tajo izan ziren liderrak, Possible LAB eta Orkestrak (Lehiakortasunaren Euskal Institutua) lagunduta. **Txosten exekutibo** honen helburua, azterketa horren laburpena argitaratzea da, ekoizpen-ehunduraren eta AAren arloko prestakuntza sistemaren artean dauden desorekak jorratzeko programa eta ekimen espezifikoak diseinatzeko laguntzea delarik azken xedea. Bilbao Ekintza eta Orkestrak (Lehiakortasunaren Euskal Institutua) sustatutako Bilbao Next Lab proiektuaren barruan egin da txosten hau.

2 AA INTEGRATZEKO FASEAK

Aurreko iraultza teknologietan hautemandako dinamiketan bezala, Adimen Artifizialaren garapenak ere **hainbat fasetan egituratutako bilakaera-prozesua du** eta horiek ulertzea ezinbestekoa da **hezkuntza-sistemaren eta ekoizpen-ehunduraren arteko sinkronizazio** egokia egiteko (ikusi 1. figura). Teknologiarekin lotutako profil profesional moten eskaria desberdina da fase bakoitzean, kualifikazioari, espezializazioari eta bolumenari dagokionez. Ikuspegi dinamiko hori bat dator ekonomia ebolutiboaren marko teorikoekin (Nelson & Winter, 1982), gaitasun teknologikoen, enpresen gaitasunen eta erakundeen gaitasunen arteko eboluzio bateratua nabarmentzen baitute.

1. taula. AA integratzeko faseak

	DESKRIBAPENA	LOTUTAKO PROFILAK
1. Fasea Ideiak eta diseinu PRIMARIOA	1950-1990eko hamarkadak. AAren garapen teorikoa, logika formalean eta konputazio-ereduetan inspiratuta. Ekoizpen-ehundurara egindako transferentzia mugatua izan zen eta aplikazio praktikoa hutsala izan zen.	Kualifikazio handiko ikerlariak: informatikako, matematikako, estatistikako eta logika konputazionalako doktoreak. Eredu teorikoen formulazioan eta unibertsitateetan eta zentro aurreratuetan egindako kontzeptu-probetan zentratu ziren.
2. Fasea Zabalpena, jabetzea eta ezarpen	2010eko hamarkadatik. AAren teknologiak ekoizpen-prozesuetan integratzen dira. Algoritmoak asmatzetik hainbat sektoretan ezartzera igaro zen fokua, eta enpresa hornitzaileak bitartekari garrantzitsuak izan ziren.	AA diseinatzeko eta ezartzeko profilak. Askotariko enpresa-testuinguruetara egokitutako profil teknikoen eta negozio-profilen aniztasun handia. AI translator eta integratortek garrantzi berezia.
3. fasea Mantentze-lanak, jasangarritasuna eta GOBERNANTZA	Epe ertain/luzera proiektutako fasea. AA eta haren azpiegiturak enpresen operazioen egiturazko zati bihurtu dira. Gobernantza egokia behar da teknologia horren funtzionamendu etikoa, segurua eta eraginkorra bermatzeko, ezinbesteko teknologia bihurtu baita enpresen erresilentziarako eta eraginkortasunerako.	Etap honetako lan-eskariak garrantzi handiagoa emango die ekoizpenean aplikatutako AA sistemen ikuskapenean eta mantentze-lanetan espezializatutako profilei, bai eta teknologiaren errendimendua bermatzeko eta araudia betearazteko profilei ere.

➔ Lehenengo fasea teknologiaren **ideiena eta diseinu primarioarena** izan zen, eta 50eko hamarkadan hasi zen, orduan egin baitziren logika formalean eta konputazio-ereduetan inspiratutako lehen garapen teorikoak, hala nola Church-Turingen tesiak edo McCarthy, Minsky, Rochester eta Shannonek Dartmoutheko konferentzian (1956) egin zuten lan aitzindaria. Orduan sortu zen "adimen artifizial" terminoa. Etapa horretan zehar, **algoritmo sinbolikoak** eta **sistema adituak garatu zituzten, eta ezagutza adieraztea, inferentzia logikoa eta ondo definitutako domeinuetan problemak ebaztea lehenetsi zuten.**

Hasierako fase horretan **kualifikazio maila handiko ikerlariak** izan ziren nagusi, hots, MITko, Standfordeko edo SRiko unibertsitate-sailetako eta **ikerketa aurreratuko** zentroetako informatikako, matematikako, estatistikako eta logika konputazionalako doktoreak. Profitei dagokienez, eskaria eredu teorikoak formulatzeko eta kontzeptu-probak egiteko gai ziren arlo zientifikoko profesionaletan zentratzen zen, baina oraindik ez zegoen aplikazio industrialetarako merkatu handirik. Ekoizpen-ehundurara egindako transferentzia hutsala izan zen, eta ezarpen praktikoa eskasak egon ziren.

➔ Bigarren fasean, gaur egungoan, **AA soluzioak zabaldu, onartu eta ezarri dira** sektore ekonomiko askotan. Etapa honetan, ikaskuntza automatikoan, sare neuronal sakonetan, hizkuntza naturalaren prozesamenduan eta ordenagailu bidezko ikusmenean oinarritutako teknologiek oztopo teknologiko garrantzitsu guztiak gainditu dituzte, datuen bolumen handiak, potentzia konputazional handia (GPUren eta TPUren bitartez batik bat) eta garapen-esparru berriak dituztelako, hala nola TensorFlow edo PyTorch.

Aurreko fasean ez bezala, **fokua** dagoeneko ez dago algoritmo berriak sortzeko prozesuan, **algoritmo** horiek **ekoizpen-prozesuetan, logistikoetan, administratiboetan eta komertzialetan modu eraginkorrean integratzeko** prozesuan baizik. Etapa honetan, AAren enpresa hornitzaileek –enpresa teknologiko handietatik hasi eta espezializatutako startupetaraino– bitartekari-lanak egiten dituzte gaitasun teknikoen eta behar sektorialen artean, eta teknologia orokorrak balio erantsia duten aplikazio bihurtzen dituzte.

Fase honetan, asko zabaldu dira eskatzen diren profilak eta profil berri batzuk ere sortu dira, adibidez, **AI** translator edo **AI integratzaileak**. Profil horiek **zubi-lana egiten dute garapen teknologikoko ekipoen eta negozio-sailen artean**, eta honetan laguntzen dute: erabilera-kasuak definitzen, inbertsioaren itzulkinaren ebaluazioa (ROI) egiten eta datuetan oinarritutako soluzioak pixkanaka ezartzen.

➔ Epe ertain eta luzerako aurreikus daitekeen hirugarren fasea mantentze-lanaren, **jasangarritasunaren** eta gobernantzaren fasea izango da. Agertoki horretan, ekoizpen-ehundurek eta bestelako **erakundeek naturalizatuta izango dute dagoeneko AA** haien errutina operatiboetan; eta sistema adimendunen funtzionamendu segurua, etikoa eta eraginkorra bermatzeko gai den azpiegitura teknikoa eta enpresa-azpiegitura finkatuta izango dute. Heldutasun-fasea izango da hori: AAk bereizgarri lehiakorra izateari utziko dio eta enpresen eraginkortasun operatiborako eta erresilientziarako ezinbesteko commodity teknologikoa bihurtuko da.

Etapa horretako lan-eskaria aldatu egingo litzateke eta garrantzi handiagoa emango lieke **AA sistemen ikuskapenean eta mantentze-lanetan espezializatutako profitei**, bai eta teknologiaren errendimendua bermatzeko eta **araudia betearazteko** profitei ere. Eskaririk handiena izango luketen arloak MKOps (Machine Learning Operations) ingeniariak, algoritmoen auditoretza-ereduen monitorizazioa eta algoritmoen zibersegurtasuna izango lirateke. Horrez gain, AAren gobernantzak garrantzi handiagoa hartuko luke, eta zuzenbide digitalean, etika konputazionalan eta AAren erabilera arautzeko politika publikoen diseinuan formatutako profesionalen eskaria sustatuko luke (Floridi et al., 2018).

3 Metodologia

Metodologia mistoa –kuantitatiboa eta kualitatiboa– aplikatu da azterketa egiteko, eta emaitzak dokumentu honetan daude laburbilduta. Dokumentua hainbat fasetan dago egituratuta, 1. taulan jasotzen den moduan. **Konbinazio metodologiko** horri esker, **ikuspegi integraletik** jorratu ahal izan da azterketa, **existitzen diren datuen sistematizazioa, adituen kontrastea eta testuinguruarekin lotutako ezagutza konbinatuz**.

Taulan ikus daitekeen moduan, prozesuaren hasierako fasean adimen artifizialarekin (AA) lotutako okupazioak eta konpetentziak identifikatu eta sailkatu ziren, Europako ESCO datu-basean oinarrituta. Ondoren, lehen zerrenda hori sektoreko erreferentziekin eta prestakuntzaren eta enpresaren arloko eragile gakoei egindako kontsultekin kontrastatu zen. Ondoren, konpetentzia-profil xeheak garatu ziren identifikatutako okupazio bakoitzarentzat, eta, horri esker, azkeneko fasean, Lanbide Heziketako prestakuntza-eskaintzaren eta hautemandako konpetentzia-beharren arteko doikuntzaren azterketa egin zen. Halaber, 3. fasean egindako kontrasteari esker, AAn oinarritutako soluzioen erabiltzaileekin lotutako konpetentziak identifikatu ziren, eta dokumentu honetako bosgarren atalean daude horiek jasota.

2. taula. Metodologiaren faseak

	HELBURUA	METODOA	ITURRIAK
1. fasea	AAren okupazio-zerrenden lehen bertsioa.	Adimen artifizialarekin (AA) lotutako okupazioak eta konpetentziak identifikatzeko eta sailkatzeko prozesu sistematikoa.	Gaitasunen, Konpetentzien, Kualifikazioen eta Okupazioen (ESCO) Europako Sailkapenaren datu-basea. 3.039 okupazioen eta horiekin lotutako 13.939 konpetentzia profesionalen azterketa.
2. fasea	Okupazioen zerrendaren I. kontrastea.	Beste erakunde erreferente batzuen zerrendekin eta taxonomiekin alderatzea.	- Basque Artificial Intelligence Center (BAIC) - Espainiako enpresetan eta ETE-etan Adimen Artifiziala eta datuen erabilera bultzatzeko elkarte (IndesIA). - Frantziako Konpetentzia Ebaluatze Nazioarteko Erakunde Profesionala (OPIIEC).
3. fasea	Okupazioen zerrendaren II. kontrastea eta AAren erabiltzaileen konpetentziak identifikatzea.	- Talde fokalak lanbide-heziketako zentroetako profesionalekin. - Elkarriketak enpresei eta adituei.	- LHko 2 zentro. 25 enpresa, bi taldetan sailkatuta: AA bidezko soluzioen garatzaileak (8) eta ezartzen dituzten enpresak (17). 4 aditu. - AA eta Big Datan espezializatzeko ikastaroko 2 ikasle.
4. fasea	Okupazioen ¹ konpetentzien profila garatzea.	Profil bakoitzari lotutako konpetentziak esleitzea.	- Gaitasunen, Konpetentzien, Kualifikazioen eta Okupazioen (ESCO) Europako Sailkapenaren datu-basea. - Basque Artificial Intelligence Center (BAIC). - Espainiako enpresetan eta ETE-etan Adimen Artifiziala eta datuen erabilera bultzatzeko elkarte (IndesIA). - Frantziako Konpetentzia Ebaluatze Nazioarteko Erakunde Profesionala (OPIIEC).
5. fasea	LHko prestakuntza-eskaintzaren doikuntzaren azterketa.	Esleitutako konpetentzien eta LHko graduen eta espezializatutako ikastaroen azterketa-planen dokumentu ofizialetan zehaztutako arteko azterketa konparatiboa.	- ESCO eta OPIECetik eratorritako konpetentziak, 4. fasean esleituak. - AArekin lotura duten LHko gradu eta ikastaro espezializatuen ikasketa-planak.

¹ Dokumentu honetako okupazioen zerrendak ez du okupazioen konpetentzien xehetasunik jasotzen. Xehetasun hori hemen kontsulta daiteke: Adimen artifizialarekin (AA) lotutako LHko profilen okupazioaren eta konpetentzien azterketa, 4. Proiektu primarioa: Adimen Artifizialaren eta Big Dataren sektorean/azpisektorean profilen beharrak hautematea. Lanbide heziketako bikaintasun-zentroen Estatuko sarea (2024).

4 AArekin LOTUTAKO CORE OKUPAZIOAK

Aurreko atalean deskribatutako metodologiatik, AArekin lotutako 23 okupazio hauteman dira guztira, eta hiru taldetan sailka daitezke:

Profil Garatzaileak: AAre garapenerako programazio-teknikak diseinatzeaz, programatzeaz eta aplikatzeaz arduratzen dira. Rol horren barruan sartzten da algoritmoak eta ikaskuntza automatikoko ereduak sortzea eta mantentzea, eta eredu horiek aplikazio praktikoetan integratzea (Piorkowski et al., 2021). Profil horiek unibertsitateko prestakuntza handiagoa eskatzen dute, matematiketako eta estatistiketako konpetentzia aurreratuak izatea garrantzitsua baita, bai eta AAre soluzioak aplikatuko diren sektorearen gaineko ezagutza espezifikoak ere kasu askotan.

Profil Gaitzaileak: AA teknologien ezarpen arrakastatsua egiten duten ezinbesteko profesionalak dira, eta, horretarako, garapena pertsonalizatzen dute, baliabideak koordinatzen dituzte eta kudeaketa-praktikak hainbat testuingurutara egokitzen dituzte. AAre ereduak edo soluzioak erakundeen errealitateara eta beharretara modu eraginkorrean egokitzeko, integratzeko eta aplikatzeko ezinbesteko rola dute (Yeh et al., 2006). Oro har, profil horietan, garrantzi handiagoa hartzen du Lanbide Heziketako zikloetako prestakuntzak, ikuspegi aplikatua eta tekniko eskaintzen duelako. Hala ere, hautemandako profiletako batzuk unibertsitateko ikasketekin ere lotuta daude.

Profil Gaitzaileak / Garatzaileak: profil horiek bi funtzioak bete ditzakete, eta lotura handiagoa dute unibertsitateko ikasketekin LHko ikasketekin baino.

3. taula. AArekin lotutako core okupazio-profilak.

AA-ren PROFIL GARATZAILEAK	AA-ren PROFIL GAITZAILEAK	AA-ren PROFIL GARATZAILEAK / GAITZAILEAK
Ikusmen Konputazionalako ingeniariak Sistema txertatuentzako softwareen garatzaileak Industriako gailu mugikorretarako softwarearen garatzaileak Robotikako ingeniariak Gauzen Interneten garatzaileak Datuen zientzialariak AAren ingeniariak	Datu Baseen integratzailea Datu Baseen diseinatzailea Hodeiaren arkitektoa Datuen biltegien diseinatzailea Datu Baseen administratzailea Erabiltzailearen esperientziaren analista Erabiltzailearen interfazeen diseinatzailea Hodeiko sistemen ingeniariak Integrazioaren ingeniariak IKTen negozioen analista Datuen kalitatearen espezialista Hodeiko Devopsen ingeniariak	Ezagutzaren ingeniariak Datuen analista Datuen ingeniariak Softwarearen garatzaileak

Nolanahi ere, garrantzitsua da nabarmentzea taxonomia hori ez dela zuzenean errealitatean islatzen. Egun, adimen artifizialarekin lotutako profil profesionalak konfigurazio mistoa eta diziplina artekoa dute, eta espezializazio funtzionalean eta rolen mugaketa partzialean oinarritzen dira. Konfigurazio horrek sektorearen garapenaren egoera hasiberriari erantzuten dio, eta jardueren eta prozesuen finkapena egiteke dago oraindik. Sektorea heltzen joan ahala, lantaldeak argitasun handiagoarekin egituratzea eta hura osatzen duten rola espezializatzea espero da.

5 AAren erabiltzaileentzako konpetentziak

Sarreran aipatu den moduan, **AAren ezarpenak lan-merkatuan sortzen duen inpaktua** ez da **AArekin lotura zuzena duten profiletara soilik mugatzen** (aurreko atalean zehaztu dira). Esan bezala, eragina izango du gainerako lan-indarrean ere, baina intentsitate maila desberdinarekin. Teknologiaren erabilera optimizatzeko gaitasuna lehiakortasunerako ezinbesteko faktorea izango da eredu ekonomiko berrian. Horregatik, **AAren teknologiak modu arrakastatsuan ezartzea konpetentzia espezifikoaren garapenaren** araberakoa izango da hein handi batean.

Horri dagokionez, lehenik eta behin, AA sistemekin interakzio eraginkorra izan nahi duen edozein erabiltzailerentzako oinarritzko konpetentzia hauek hauteman dira azterketan:

- ➡ Interfazeen kudeaketa.
- ➡ Datuen ulermena eta manipulazioa.
- ➡ Sistema digitalek nola funtzionatzen jakiteko funtsezko ulermena.
- ➡ Zeregin digitalak modu seguru eta efizientean egiteko gaitasuna.

Oinarritzko ezagutza hori da AAren erabilera eraginkorra egiteko beste gaitasun espezializatuagoak eta beharrezkoagoak zabaltzeko oinarria. Zehazki, erabiltzaileak adimen artifizialaren bi aldaera hauekin duen rola jorratu da azterketa honetan: AA sortzailearekin eta *machine learning*arekin duen rola.

AA SORTZAILEAREN SOLUZIOEKIN LOTUTAKO KONPETENTZIA PROFESIONALAK

AA sortzailea kudeatzeko lehenengo gaitasun garrantzitsua **promptingaren gaitasunak** dira: **jarraibideak eta galdera argiak, zehatzak eta esanguratsuak egiteko gaitasuna**. Konpetentzia hori garrantzitsua da interakzio optimoa izateko sistema horiekin. Prompting egoki batek anbiguitasuna murrizten du eta AAren bitartez sortutako erantzuten kalitatea hobetzen du. Hortaz, sistema horien azpian dauden mekanismoak argi ulertu behar dira. Gaitasun horri esker, erabiltzaileek haien behar espezifikoentzako erantzunak hauteman ditzakete eta emaitza okerrak edo hutsalak ekidin.

Aurrekoari dagokionez, **pentsamendu kritikoa** da beste konpetentzia gakoetako bat. Erabiltzaileek gai izan beharko dute AAK emandako informazioa **aztertze, kontrastatzeko eta diskriminatzeko** eta **egiazko datuak eta faltsuak** bereizteko. Horretarako, gaitasun kritikoa izan behar da sortutako emaitzen fidagarritasuna eta garrantzia ebaluatze. AAK emaitza oso erakargarriak baina okerrak sor ditzakeen testuinguruan ezinbestekoa bihurtzen da zeregin hori. AAren arloko alfabetizaziorako, prestakuntza sendoa behar da joerak identifikatu ahal izateko eta informazio-iturrien ebaluazio kritikoa egiteko. Horrela, erabiltzaileek modu etiko eta arduratsuan erabili ahal izango dute teknologia.

Horrez gain, AA sortzailearen soluzioak erabiltzeko, soluzio **optimoak identifikatu beharko dira: adimen artifizial sortzailearekin lotutako hainbat tresna eta teknologia identifikatzeko, aztertze eta ebaluatze gaitasuna**, lan-ingurunearen behar espezifikoetara ondoen egokitzen direnak aukeratzeko. Konpetentzia hori izateko ondo ulertu behar dira AAren ezaugarriak eta aplikazioak, eta arlo horretako aurrerapenekin eguneratuta egoteko gaitasuna izan behar da.

Azkenik, adimen artifizial sortzailea eguneroko bizitzan integratzeko, erabiltzaileek tresna horiek modu eraginkorrean erabiltzen ikasteaz gain, horiek **erabiltzeak dituen inplikazioak ulertu behar dituzte**. Horren barruan sartzen dira, besteak beste, **privatutasunaren babesa, datu pertsonalen tratamendua** eta teknologia horien **inpaktu soziala**. Funtsezkoa da erabiltzaileek informazioaren kudeaketaren gaineko erabakiak hartzeko eta AA sortzailearen erabilerarekin lotutako arriskuak eta onurak irizpideen baitan ebaluatze gaitasuna izatea.

4. taula: AA sortzailearen erabilerarekin lotutako konpetentzia profesionalen definizioa

KONPETENTZIA	KONPETENTZIAREN DESKRIBAPENA
Prompting eraginkorra	Adimen artifizial sortzailearen tresnen errendimendua optimizatzeko jarraibide argiak, zehatzak eta estrategiak diseinatzea eta formulatzea. Horretarako, AA sistemekin interakzioa izateko teknika aurreratuak ezagutu behar dira.
AA sortzailearekin sortutako produktuen berrikuspena eta azterketa kritikoa	AA sortzailearen tresnek sortutako emaitzak zorrotz ebaluatzea eta baloratzea. Eta, horren barruan, balizko joerak, akatsak edo hobetzeko arloak identifikatzea, kalitatearen eta garrantziaren estandarrak bermatzeko.
AA sortzailearen soluzio optimoak identifikatzea	AA sortzailearen hainbat tresna eta teknologia identifikatzea, aztertzea eta ebaluatzea. Horretarako sakon ulertu behar dira AAren soluzioen ezaugarriak eta aplikazioak, eta arlo horretako aurrerapenekin eguneratuta egoteko gaitasuna izan behar da.
AA sortzailearen erabilera etiko eta arduratsua	Printzipioa etikoak, legedia eta arau profesionalak aplikatzea, eta jabetza adimendunaren eskubideak babestea. Horretarako, gardentasuna, parekidetasuna eta erabileraren gaineko erantzukizuna bermatu behar dira, eta edozein inpaktu negatibo prebenitu eta arindu.

Machine Learningen Oinarritutako AA Soluzioekin Lotutako Konpetentzia Profesionalak

Machine learninga (ikaskuntza automatikoa) **AAren** adarretako bat da eta datuetatik ikasteko, **patroiak identifikatzeko** eta gizakiaren esku-hartze minimoarekin erabakiak hartzeko gai diren **algoritmoak eta ereduak** garatzen ditu. **Industriako jarduerarekin** dago zuzenean lotuta hori: ekoizpen-inguruneetan sortutako datuen eskuragarritasun handia, prozesuak optimizatzeko gaitasuna, mantentze-lanetarako sistema prediktiboen ezarpena, kalitate kontrol automatizatua, hornikuntza-katearen logistika eta kudeaketa hobetzea, eta rol garrantzitsua 4.0 industriaren garapenean.

Machine learningen oinarritutako AAren aplikazioak intuitiboak eta irisgarriak izateko daude diseinatuta eta haien laneko errutinen barruan AAren arloko teknologia aurreratuak erabiltzeko aukera ematen die enplegatuei, teknikari aditu bihurtu beharrik gabe. Hasteko, konpetentziarik garrantzitsuenetako batek lotura du AA soluzioak diseinatzeko garaian aldagai garrantzitsuak **identifikatzearekin**. Soluzio horien funtzionamenduan inpaktu zuzena duten lan-inguruneoko faktore kritikoak hautemateko eta seinalatzeko gaitasunarekin dago hori lotuta. Hortaz, konpetentzia horren barruan **aldagai operatiboak hauteman eta ulertu behar dira**, besteak beste, ekoizpen-denbora, materialaren kalitatea eta operazioaren baldintzak, eta AAren ereduak ekoizpen-prozesu espezifikoaren beharretara eta errealitateetara behar bezala egokitzen direla bermatu behar da.

Hala ere, ezinbestekoa da profesionalek ondo **ulertzea** kudeatzen dituzten **datuak**. Horretarako, datuak modu zehatz eta koherentean gehitzeko gaitasunaz gain, AAren aplikazioek sortutako emaitzak interpretatzeko eta ebaluatzeko gaitasuna ere izan behar dute. Hala, erabakiak hartzeko garaian prozesatutako eta erabilitako informazioaren koherentzia eta garrantzia bermatuko da.

Gainera, etengabeko hobekuntzarako ingurunea sustatzeko, ezinbestekoa da langileak erabiltzen dituzten **AA tresnen gaineko feedback eraikitzailea** ematea. Enplegatuek hobetzeko arloak identifikatzeko eta haien behaketak garapen-ekipoei modu eraginkorrean komunikatzeko gaitasuna izan behar dute. Atzeraelikadura hori funtsezkoa da **AA aplikazioen** barne **garapenerako**, eta tresna horien errendimendua eta erabilgarritasuna optimizatzeko egokitzapenak eta hobekuntzak egiteko aukera ematen du. Amaierako erabiltzaileen eta garatzaileen lankidetzak aplikazioen funtzionaltasuna hobetzeaz gain, AAren soluzioek lan-ingurunearen behar errealen eta dinamikoen arabera eboluzioa izatea bermatzen du.

5. taula: *Machine learningen* oinarritutako AAren erabilerarekin lotutako konpetentzia profesionalen definizioa

KONPETENTZIA	KONPETENTZIAREN DESKRIBAPENA
Aldagai gakoak identifikatzea	AAren funtzionamenduan inpaktu zuzena duten lan-inguruneoko faktore kritikoak aitortzea eta adieraztea. Horretarako, aldagai operatiboak hauteman eta ulertu behar dira (ekoizpen-denbora, materialaren kalitatea eta operazioaren baldintzak, etab.).
AA soluzioetarako datu garrantzitsuak biltzea	AAren sistemak elikatzeke datu zehatzak eta esanguratsuak identifikatzea, biltzea eta erregistratzea. Horretarako, ondo kudeatu behar dira datuak biltzeko tresnak eta datuen kalitatearen eta sendotasunaren garrantzia neurtzeko eta ulertzeko teknikak.
AA bitartez sortutako emaitzak ebaluatzea	AA soluzioek sortutako outputak berrikustea eta aztertzea. Horretarako, emaitzek helburu operatiboetara dagokienez duten zehaztasuna eta garrantzia egiaztatu behar da, balizko akatsak edo desbideratzeak identifikatu behar dira eta atzeraelikadura eskaini.
Datuen azterketa eta interpretazioa	Operazioaren testuinguruan sortutako datuak aztertzea eta ulertzea. Horretarako, datuen patroiak, joerak eta anomaliak identifikatu behar dira, aurkikuntzak erabakiak hartu ahal izateko informazio garrantzitsu bihurtu behar dira eta ekoizpen-prozesua etengabe hobetu behar da.

6 PROFILAK UNIBERTSITATEKO ETA LH-KO AZTERKETETARA EGOKITZEA

Atal honetan, **AArekin lotutako core okupazioen kompetentzien taxonomiaren eta prestakuntza-eskaintzaren arteko gurutzaketa** jaso da. Azterketan ikus daiteke **10 okupazio** lotuta daudela zuzenean **Lanbide Heziketako (LH)** prestakuntza-zikloekin eta/edo ikastaroekin, **8 okupazio** unibertsitateko ikasketekin eta **5 okupaziok** lotura izan dezakete **bi prestakuntza-ibilbideekin**.

6. taula. AArekin garapenarekin eta ezarpenarekin lotutako profil profesionalak prestakuntzaren jatorriaren arabera.

	PROFIL GARATZAILEAK	PROFIL GAITZAILEAK	PROFIL GARATZAILEAK / GAITZAILEAK
LH	- Sistema txertatuetarako softwareen garatzaileak - Gailu mugikorretarako softwarearen garatzaileak	- Datu-basearen integratzaileak - Datu-basearen diseinatzaileak - Hodeiaren arkitektoa - Datuen biltegien diseinatzaileak - Datu-baseen administratzaileak - Erabiltzailearen esperientziaren analistak - Erabiltzailearen interfazeen diseinatzaileak	Softwarearen garatzaileak
LH / UNIBERTSITATEA	- Ikusmen Konputazionalako ingeniariak - IOTren garatzaileak	- Integrazioaren ingeniariak - Datuen kalitatearen espezialistak	Datuen analistak
UNIBERTSITATEA	- Robotikako ingeniariak - Datuen zientzialariak - AAren ingeniariak	- Hodeiko sistemen ingeniariak - IKTen negozioen analistak - Devopsen ingeniariak	- Ezagutzaren ingeniariak - Datuen ingeniariak

Egungo **enpresek normalean ez dituzte LHko profilak hartzen** adimen artifizialeko soluzioak garatzeko, baina azterketak erakusten du prestakuntza-ziklo eta ikastaro espezializatu batzuek potentzial **handia** dutela datuen kudeaketarekin eta **gaikuntza teknologikoarekin** lotuta. Hala ere, adimen artifizialaren (AA) eta Big Dataren testuinguru espezifikoa badirudi identifikatutako profil guztiek ez dituztela LHko sisteman garatzen diren kompetentziak. Nolanahi ere, LHko profilen parte-hartzea handitu egin ohi da enpresen eta teknologien ereduak enpresen barruan heldutasun-maila handiagoa lortu ahala (Albizu & Estensoro, 2024).

Horrez gain, garrantzitsua da nabarmentzea **adimen artifizialaren** arloko **prestakuntza-eskaintza** ez dela nahikoa **termino orokorretan** eta **azkar geratzen dela zaharkituta**. Hortaz, prestakuntza-sistemak azkar eta modu jarraituan erantzuteko gaitasuna izan behar du. Dinamika horri erantzuteko, **curriculumak malgutu** behar da eta ibilbide espezializatuak garatu behar dira LHn aurrerapen teknologikoetara behar bezala egokitzeko.

Halaber, azterketatik ondorioztatu daiteke **Batxilergoak funtsezko rola betetzen duela** AArekin erabilera kompetentzia egiteko ezagutzak eskuratzeko garaian, batez ere oinarri matematikoen kasuan. Horiek dira gerora kompetentzia aurreratuak garatzeko oinarria. Hori dela eta, erdi mailako LH zikloetan ikasitako eta normalean Batxilergorik izaten ez duten profilek zailtasun handiagoak izan ditzakete AArekin lotutako okupazioetara heltzeko, funtzio horiek duten exijentzia teknikoa dela eta. AArekin erabiltzaileengan ere eragina izan dezake horrek, eta efektu polarizatzailea sor daiteke lan-merkatuaren barruan.

7

Ekoizpen-ehunduran AA integratzea

Talde fokalen eta enpresei eta adituei egindako azterketen bitartez bildutako informazioaren azterketatik hainbat ondorio atera daitezke AAk ekoizpen-ehunduran duen ezarpen-mailari dagokionez. Alde batetik, adierazgarria da **AAren ezarpena hasierako fasean** dagoela enpresa gehienetan, datuen kudeaketa hobetzeko eta dagoeneko existitzen diren ereduak aplikatzeko batik bat. Horregatik, datuak atzematearen, kudeatzearen eta erabiltzearen gaineko garrantziaren kontzientzia hartu behar dute enpresek aldi honetan. Eskatzen diren profil profesionaletan eta prestakuntza motetan islatzen da hori.

Bestalde, adierazgarria da **desberdintasunak identifikatu direla enpresen tamainaren arabera** eta AAk ekoizpen-prozesuetan duen ezarpenaren arabera. Enpresa handiek datuen eta AAren barne-adituak dituzte, baina ETE-etan kanpo-hornitzaileei azpikontratatzan zaizkie rol horiek. Ezagutzaren arloko Enpresa Zerbitzu Intentsiboekin (KIBS- Knowledge Intensive Business Services, ingelesez) lotutako **enpresa hornitzaile** mota horiek **berrikuntza-zubi** gisa jarduten dute eta hainbat sektoretan eta ekoizpen-prozesutan integratzen dituzte AAren soluzioak.

Azkenik, **AA ezartzeko etaparen hastapenean** gaudela dirudienez, bereziki garrantzitsua da AA soluzioak ekoizpen-jarduerarekin lotzeko gai diren okupazioak sustatzea. Horrez gain, estrategikoa da **AA sortzailearen kompetentzien garapena aintzat hartzea zeharka hezkuntza- eta prestakuntza-sistema orokorraren barruan**. Eta hori guztia AAk lan-indarraren autonomiaren, egitasmoaren eta sorkuntzaren barruan izan dezakeen balizko inpaktuari garrantzirik kendu gabe.

8

ERREFERENTZIAK

Albizu, M., eta Estensoro, M. (2024). The role of vocational training in ICT firms: the revelation. *Journal of Education and Work*, 37(1–4), 234–252. <https://doi.org/10.1080/13639080.2024.2304298>

Castells, M., eta Susser, Ida. (2001). *La sociología urbana de Manuel Castells*. Madril: Alianza.

Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., Luetge, C., Madelin, R., Pagallo, U., Rossi, F., Schafer, B., Valcke, P., eta Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>

Hezkuntza eta Lanbide Heziketako Ministerioa (2024), *Análisis ocupacional y competencial de los perfiles de FP vinculados a la inteligencia artificial (IA) Proyecto primario nº 4: detección de necesidades de perfiles en el sector/ subsector de Inteligencia Artificial y Big Data*. Lanbide heziketako bikaintasun-zentroen estatuko sarea

Nelson, R. R., eta Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press.

Piorkowski, D., Park, S., Wang, A. Y., Wang, D., Muller, M., eta Portnoy, F. (2021). How AI developers overcome communication challenges in a multidisciplinary team: A case study. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 5 (CSCW1), Article 131, 1–25. <https://doi.org/10.1145/3449205>

Yeh, Y., Lai, S., eta Ho, C. (2006). Knowledge management enablers: A case study. *Industrial Management & Data Systems*, 106, 793–810. <https://doi.org/10.1108/02635570610671489>

Erakunde kolaboratzaileak:



Bilbao Ekintzak sustatutako Bilbao Next Lab proiektuaren baitan egin da laburpen hau.

