

# Prentsa dossierra

# ZER DA BCAM

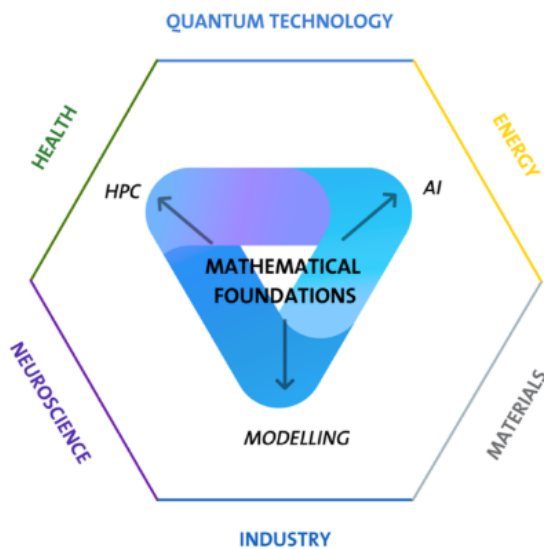
**Basque Center for Applied Mathematics Matematika** Aplikatuaren arloko nazioarteko ikerketa-zentro bat da, Eusko Jaurlaritzako Hezkuntza Sailak sustatua, eta BERC (Basque Excellence Research Centers) sarearen parte da.

2008an sortu zuen Eusko Jaurlaritzak, Ikerbasqueren bidez. Halaber, Euskal Herriko Unibertsitatearen, Bizkaiko Foru Aldundiaren, Innobasqueren eta Petronorren babesa du, eta, 2022az geroztik, Bilboko Udalarena.

Bere helburu nagusietako bat matematika gizartearen zerbitzura jartzea da, ezagutza transferituz, bere ikerketaren emaitzak hainbat sektoretara zabalduz, hala nola biozientzietara, osasunera, energiara edo fabrikazio aurreratura, eta tokiko eta nazioarteko erakunde eta enpresekin batera lan eginez. Gaur egun, 25 nazionalitatetako 150 ikertzaile baino gehiago ari dira lanean hainbat arlotan, hala nola datuen zientzian edo matematika konputazionalan eta modelatze matematikoan.

BCAM hiru aldiz jarraian egiaztatu da, azkena 2021eko deialdian, Estatuko Ikerketa Agentziak "Severo Ochoa" bikaintasun zentro gisa, eta sari hori munduko ikerketa erakunde onenei ematen zaie beren arloan.

# ESTRATEGIA ZIENTIFIKOA ETA IKERKETA-PROGRAMAK



BCAMen estrategia zientifikoaren oinarria da matematika berrikuntza teknologikoaren eta aurrerapen sozialaren funtsezko motorra dela. Diziplinartekotasuna, arintasuna eta integrazioa sustatzeko diseinaturia, estrategia zientifiko hau modularra da eta etorkizunera bideratuta dago, bikaintasun matematikoarekiko eta eragin sozialarekiko konpromiso sendoa islatuz.

Gero eta konplexuagoa eta interkonektatuagoa den mundu honetan, matematikak hizkuntza bateratzailea, zorrotasun kontzeptuala eta soluzio sendo eta eskalagarriak garatzeko beharrezkoak diren tresna konputazionalak eskaintzen ditu. Konplexutasun horri

heltzeko, BCAMek geruza bikoitzeko ikerketa arkitektura bat hartzen du: Oinarri Matematikoen nukleoa osatzen dute, aurrerapen zientifiko guztietarako oinarri teorikoa emanez, eta zeharkako hiru arlo estuki interkonektaturekin osatzen dira: HPC (Errendimendu Handiko Konputazioa), AI eta Modelatu Matematika.

Modelatzeak arazo konplexuak egituratzen ditu, AI ikaskuntza eta moldagarritasuna sartzen ditu, eta HPCk eskalagarritasun konputazionala ziurtatzen du. Elkarrekin, ikerketa sei eremu estrategikotan oinarritzen dute: **Energia, Materialak, Osasuna, Neurozientzia, Teknologia Kuantikoak eta Industria.**

Arkitektura horrek teoriaren eta aplikazioaren arteko norabide biko etengabeko fluxua ziurtatzen du: funtsezko aurrerapen matematikoen berrikuntza aplikatuak ahalbidetzen dituzte, eta mundu errealeko erronkek, berriz, garapen teoriko berriak bultzatzen dituzte. Diziplinartekotasuna, arintasuna eta integrazioa sustatzeko diseinaturia, BCAMen estrategia zientifiko modularra eta etorkizunera bideratua da, bikaintasun matematikoarekiko eta eragin sozialarekiko konpromiso irmoa islatuz.

## OINARRI MATEMATIKOAK: GEOMETRIA, ALJEBRA, ANALISIA ETA EKUAZIOAK DERIBATU PARTZIALETAN (EDP)

Arlo hau zentroko jarduera osoaren oinarri teorikoa da, eta formen, zenbakizko egituren eta aldaketa zuzentzen duten legeen azterketan zentratzen da. Geometriaren esparruan, taldeak matematika garbien eta energia handiko fisikaren arteko loturak ikertzen ditu, eta Zariskiren aieruaren ebazpena bezalako mugarriak nabarmentzen ditu. Egungo proiektuek arazo irekiak deszifratu nahi dituzte, unibertsoaren egitura oinarritzko mailetan hobeto ulertzeko aukera ematen duten teknika aurreratuen bidez.

Aljebran, zentroak abangoardiako kontzeptuak erabiltzen ditu, hala nola espazio perfektoidalak, aritmetikako erronkak ebazteko. Aldi berean, Analisi eta EDP programak sistema konplexuak aztertzen ditu ekuazioen bidez, mekanika kuantikotik fluidoaren turbulenziaraino eta fluxu geofisikoetaraino, ingeniartzan zuzeneko aplikazioekin. Lehentasunezko erronka bat turbulenzia matematikoki deskribatzea da — fenomeno hori funtsezkoa da Giorgio Parisi Nobel saridunarentzat —, sistema horietan energia nola birbanatzen den aztertuz.

Aurrerapen metodologikoak analisi modernoan eta eskala anitzeko tresnetan oinarritzen dira, eta horiei esker, analisi harmonikoan arazo historikoak konpondu ahal izan dira, hala nola Kakeyaren eta tokiko leuntzearen usteak. Teknika horiek berrikuntza matematiko abstraktuenaren eta gizartean inpaktu handia sortzen duten aplikazio zientifikoen arteko muga kokatzen dute programa.

## TEKNOLOGIA KUANTIKOAK

Programa bi ardatzetan banatzen da: MAT<sub>4Q</sub>, matematika konputazio kuantikoan aplikatzen duena, eta Q<sub>4</sub>MAT, logika kuantikoa tresna matematiko berriak garatzeko erabiltzen duena. Kriptografia post-kuantikoa (PQC) funtsezko zutabea da, gure sistema digitalak eskala handiko ordenagailu kuantikoen etorkizuneko mehatxutik babesteko diseinatua. BCAMek segurtasun-ezkutu berri horiek diseinatzeko dihardu, NISTren nazioarteko estandarrei jarraituz.

Ikerketa lerro hori erabat integratuta dago Europako sareetan, eta lankidetzan estuan dihardu industriarekin, hala nola finantza optimizazioan eta hardwarearen diseinuan. Zentroko beste arlo batzuekiko, hala nola AArekiko eta geometriarekiko, barne sinergiak bermatzen du sortutako ezagutza berrikuntza teknologikoan eta industria sarerako onura zuzenetan itzultzea.

## ENERGIA

Programa honek energia trantsizioa bultzatzen du, kode irekiko softwarean integratutako eredu matematikoak eta ikaskuntza automatikoa erabiliz. Estrategia hiru puntu nagusitan oinarritzen da: material berrien diseinua, sare elektrikoaren kudeaketa adimenduna eta energia berriztagarrien eraginkortasuna, hala nola itsasoko eolikoa edo geotermia. Helburua da hurrengo belaunaldiko baterien portaera aurreikusteko eta energia hornidura berme teorikoekin optimizatzeko tresnak sortzea.

BCAMek bazkide industrialekin lankidetzan dihardu soluzio horiek baliozkotzeko, simulazio fisikoak eta adimen artifizial aurreratua konbinatuz. Ikuspegi horren arrakasta nazioartean aitortu da, eta nabarmentzekoa da datuen zientzia ingeniari-tza errealera transferitzeko duen gaitasunagatik. Etorkizunean, ikerketa azpiegituren mantentze adimendunean eta denbora errealeko energia egokitzaileren iragarpenean oinarrituko da.

## MATERIALAK

Materialen arloak ekonomia berderako eta bioingeniaritzarako funtsezkoak diren fluidoan eta material adimendunen diseinu birtuala gidatu nahi du. Potentzia handiko ordenagailu bidezko simulazioaren bidez (HPC), zentroak materialen aurkikuntza bizkortzen du, hasierako laborategiko saiakuntza garestien beharrik gabe. Berrikuntza propio bat fisikaren legeak errespetatzen dituzten sare neuronalak erabiltzea da, eta horrek industriarako eredu askoz zehatzagoak eta interpretatzeko errazagoak sortzea ahalbidetzen du. Lehentasunen artean daude hidrogenoa garraiatzeko material eraginkorrak garatzea eta fluido konplexuen eskala anitzeko simulazioa egitea. Ikerketa horiek lankidetzara sare sendo baten babesa dute, materialen zientzia merkatu globalaren beharrekin lotzen duena.

## INDUSTRIA

Matematikak euskal industriaren eraldaketa ekologiko eta teknologikoaren eragile gisa jarduten du hemen, Euskadi 2030 Planaren ildotik. Programa Fabrikazio Aurreratuan eta 4.0 Industrian, mugikortasun adimendunean eta jasangarritasunean oinarritzen da. Bere ekarpenen artean biki digitalak nabarmentzen dira, prozesu industrialen erreplika birtualak baitira, haien errendimendua optimizatzeko eta AA bidez akatsak detektatzeko.

Arrakastaren adibide bat ADAM<sup>2</sup> proiektua da, zeinak aukera eman baitu osagai mikroegituratuak fabrikatzeko, materiala aurreztuz eta kalitate handienari eutsiz. Etorkizunari begira, ikastetxeak plataforma digital horiek azpiegituren kudeaketara eta hiri mugikortasunera zabalduko ditu, betiere enpresentzat esplikagarria eta fidagarria izango den adimen artifizialaren alde eginez.

## OSASUNA

"One Health" kontzeptupean, programa honek datuen analisia erabiltzen du gizakien, animalien eta ingurumenaren osasuna integratzeko. Eredu matematikoak garatzen dira onkologiarako, osasun kardiobaskularerako eta doitasunezko epidemiologiarako. Duela gutxiko mugarri bat Basque COVID-19 Modeling Task Forceri emandako laguntza izan zen, haren iragarpen matematikoak funtsezkoak izan baitziren pandemian osasun publikoko erabakiak orientatzeko.

Agenda hainbat zutabetan egituratzen da, hala nola epidemien modelatzea, onkologia matematikoa eta ingurumen prozesuen azterketa. Ikerketaz gain, programak konpromiso sendoa du diziplinarteko prestakuntzarekin eta osasun sistemaren erresilientzia hobetuko duten politika publikoak sortzearekin.

## NEUROZIENTZIA

Programa honek matematika eta adimen artifiziala uztartzen ditu garunak nola funtzionatzen duen eta gaixotasun neurodegeneratiboek nola aurre egin ulertzeko. Ikerketaren helburua da garunaren zahartzea eta hainbat patologia goiz detektatzen lagunduko duten "biomarkatzaileak" — adierazle biologikoak — identifikatzea.

Ospitale eta zentro klinikoekiko lankidetzari esker, programak aurrera egiten du makina-garun interfazeen garapenean eta garuneko fluidoaren dinamikaren azterketan. Azken helburua bizitzan zehar konstante mantentzen diren patroi matematikoak aurkitzea da, neuronen konputazioa eta burmuinean substantzien garraioa hobeto ulertzeko.

## SEVERO OCHOA LABORATEGI ESTRATEGIKOAK

“Severo Ochoa Bikaintasun Zentroaren” akreditazioak lagunduta (2014-2026), ekimen honek BCAMen ikerketa bikaintasuna eta nazioarteko posizionamendua indartu nahi ditu aliantza estrategiko globalen bidez. Eragin handiko gaietan lankidetzaz sustatuz – fluidoaren ikaskuntza automatikotik eta mekanikotik hasi eta osasunaren modelatze matematikoraino –, programak matematika garbien eta aplikatuen arteko arrakala itxi nahi du, erakundeen arteko sinergia berriak sortuz. Helburu horiek lortzeko, prestakuntza espezializatua, doktoretza ondoko ikertzaileen baterako gainbegiratzea eta nazioarteko komunitate zientifikoan parte-hartze aktiboa izango dira, eta zentroak abangoardiako berrikuntza matematikoaren nukleo gisa duen zeregina sendotuko da.

SEVERO  
OCHOA  
Strategic  
Labs



# JAKINTZA TRANSFERITZEKO UNITATEA

## (KTU) ETA DIBULGAZIOA

### KTU (Knowledge Transfer Unit)

Bikaintasun zientifikoak ez luke erabateko inpakturik izango, aurkikuntza matematikoak industria-sarera eta gizarte osora eramango dituen estrategia sendorik gabe. BCAMen KTUa berrikuntza estrategikoko motorra da, eta hiru ekintza-ildoren arabera jarduten du:

- Lankidetzako I+G proiektuak: Zentroak aliantzak ezartzen ditu ETEekin eta korporazio handiekin modelizazio aurreratua eskatzen duten arazo konplexuak konpontzeko. Horrek prozesu logistikoak optimizatzetik material supereroale berriak diseinatzeraino hartzen du.
- Jabetza intelektuala eta lizentziak: BCAMek software eta algoritmo babestuak sortzea sustatzen du, sektore teknologikora transferitzeko. Horrek zuzeneko diru-sarrerara ekonomikoak eta gizartearentzat onura ukigarriak sortzen ditu, mundu errealeko erronkak konpontzen baititu.
- Talentu dualaren prestakuntza: Doktoretza industrialen programak lehentasuna du. Ikertzaile horiek BCAMen garatzen dituzte beren tesiak, baina zuzenean aplikatzen dituzte beren ezagutzak enpresa laguntzaileek planteatutako arazoetan, ezagutzaren transferentzia arina eta bi norabidekoa bermatuz.

## DIBULGAZIOA ETA KONPROMISO PUBLIKOA

Zentroaren ustez, zientzia ondasun publikoa da. Dibulgazio-estrategiaren helburua Euskal Herrian kultura matematikoa sustatzea da. BCAM Dibulgazio eta Komunikazio estrategia sendo batekin konprometituta dago, ikerketa matematiko aurreratuaren eta gizartearen arteko arrakala ixteko diseinatuta.

Kultura zientifikoa duen komunitate bat sustatzean, BCAMek matematikaren funtsezko zeregina erakutsi nahi du problema global garaikideak ebazteko, hala nola klima aldaketa eta osasun publikoa. Hori konpromiso publikoko hainbat ekimenen bidez lortzen da. Ekimen horien artean daude zientzia-ekitaldiak, tailerrak eta zientzia-azokak, lanaren egunerokotasuna eta Bikaintasuneko Ikerketa Zentro baten proiektuak itzultzen dituztenak, ezagutza eskuragarri, entzuleria zabalagoarentzat eta publiko orokorarentzat.

Gainera, BCAMek hezkuntza erakundeekiko lankidetzaren lehentasuna du, STEAM talentuaren hurrengo belaunaldia inspiratzeko. Eskolekin eta unibertsitateekin aliantzak indartuz, BCAMek programa espezializatuak garatzen ditu, ikasleak matematikako ibilbide profesionalak aztertzerara eta mundu mailako ikertzaileekin zuzenean elkarreragitera animatzeko. Ahalegin horiek atzeraelikadura mekanismoetan

oinarritzen dira, komunikazioak eraginkorra, inklusiboa eta gizartearen bilakaera beharrekin lerrotatua izaten jarraitzen duela ziurtatuz.

## The Human Resources Strategy For Researchers (HRS4R)

2015aren hasieran, BCAMek pertsonen kudeaketarekiko konpromisoan beste urrats bat ematea erabaki zuen, eta Europako Batzordeak sustatutako «Ikertzaileentzako Giza Baliabideen Estrategia (HRS4R)» ren barne analisiaren prozesuari ekin zion. HRS4R Ikertzailearen Europako Gutuna eta Ikertzaileak Hautatzeko eta Kontratatzeko Jokabide Kodea (C & C) praktikan jartzen laguntzeko mekanismo bat da.

Prozesu horren emaitza Barne Azterketa eta 2016ko Ekintza Plana izan ziren. Horren ondorioz, 2016ko ekainean, BCAMek «Ikertetako giza baliabideen bikaintasuna» logotipoa eta aitortpena jaso zituen. 2025ean, BCAMek HR Excellence in Research akreditazio ospetsua berritu zuen. Berrikuntza horrek berretsi egiten du zentroak giza baliabideen kudeaketako estandar gorenekin duen konpromisoa, bai eta ikertzaileentzako lan ingurune positibo eta lagungarri bat sortzeko duen dedikazioa ere.

2018ko uztailean, «Ikertetako giza baliabideen bikaintasuna» aitortpena lortu eta bi urtera, BCAMek alde aurreko Ekintza Plana berrikusteko eta hobetzeko autoebaluazio-prozesua garatu du. Horretarako, 2016ko Ekintza Planean (BCAM HR Action Plan Review 2018) definitutako ekintza bakoitzaren egoera aztertu da, eta inkesta bat egin zaie langile guztiei. Ondorioz, BCAMek arrakalen analisia egin du (GAP), eta Barne Berrikuspeneren dokumentua egin du.

Gaur egun, BCAMek printzipioetan lan egiten jarraitzen du, eta Gutunarekin, Kodearekin eta HRS4Rarekin duen konpromisoari eusten dio, datozen urteetarako Zentroaren Estrategiaren zati gisa. Horretarako, eta aurreko Barne Berrikuspenean lortutako informazioan oinarrituta, Giza Baliabideen Estrategia eta datozen 3 urteetarako Ekintza Plana garatu dira (2018-2021). 2021ean, BCAMek autoebaluazio prozesu berri bat egin du (GAP 2020 Analisia), 2021-2024 Ekintza Plan Hobetua idazteko. Plan hori amaitu ondoren, 2024-2027 Ekintza Plan Hobetua egin zen.

## EMAKUMEAK ZIENTZIAN

BCAMen genero oreka duen komunitate bat lortzeko, komunitate horren eraikuntzan lan egiten dugu, hautaketa prozesu zabal, aholku-emaila eta presentzial baten bidez. Lan ingurunea errespetuaren eta berdintasunaren balioetan oinarritzen da, orientazioa, erlijioa, kultura edo generoa edozein dela ere, tratatu berdintasuna eta hautaketa eta ebaluazio bidezkoak eta orekatuak bermatzeko. Balio horiek une oro daude presente, eta BCAMek Genero Berdintasunerako Plan bat diseinatu du neurri horiek guztiak ezartzeko eta, era berean, batzordeek genero oreka egokia dutela ziurtatzeko. Hori lortzeko, kontratazioan eta karrera profesionalaren ondorengo etapetan aukera-berdintasuna lortzeko politika erabiltzen da, kalitate- eta gaitasun-irizpideei gailendu gabe.

Enplegataileek eta/edo erakunde finantzatzaileek genero-oreka adierazgarria lortu nahi dute langileen maila guztietan, gainbegiratze- eta zuzendaritza-mailak barne. Hori lortzeko, kontratazioan eta lanbide-karreraren ondoz ondoko etapetan aukera-berdintasunerako politika hartu behar da oinarri, baina politika horrek ez du lehentasunik kalitatearen eta lehiaren irizpideen gainetik. Tratu-berdintasuna bermatzeko, hautaketa- eta ebaluazio-batzordeek genero-oreka egokia izan beharko dute.