

Zientzia, Teknika eta Gizartea, Santamaria matematikariaren pentsamoldean

Xabier Eizagirre

Andoni Ibarra

Zientzia, teknika eta gizartearen arteko elkarrekintzari buruzko Santamariaren gogoeta aztertzeak badu berebiziko esanahia. Batetik, gogoeta horrek islatzen duen pentsamendugorputz bortitzagatik, urte asko eman baitzuen Santamariak gaia jorratzen, garaiak ezagutzen zuen zientziaren eta teknikaren garapen azkarrari begirada ezin ukatuz. Bestetik, Santamariak parada ezin hobea ematen digulako gerra aurreko-osteko Hego Euskal Herrian eta Espainian zientzia-elkartearen eta zientziaren beraren ezagutzarako azterketa soziologikoa egin ahal izateko, zientzia ez baita, sarritan pentsatu ohi denaren aurka, kultura-, gizarte-, politika- eta ekonomia-baldintzetatik at bilbatzen den giza jarduera. Eta ez soilik, beste askori legez, Santamariari ere gerrak erabat aldarazi ziolako bizibidea, matematikariarena alegia, Santamariak bere sinuan inork gutxik legez agertzen dituelako baino dagozkion gizartearen baldintzapenak eta, oroz gainera, bere errotiko era askotako menpekotasuna.

Atal honetan bi aldeok aztertuko ditugu: Santamariaren matematika, eta haren hausnarketa zientziaren, teknikaren eta gizartearen arteko elkarrekintzaz. Lehenari gagozkiola, Santamariaren uzta intelektualean bere matematika-lana gutxiagotuko duenik ez da faltako. Izan ere, arlo horretan jorratutakoak haren bizitzaren urte bakan batzuk besterik ez baititu hartu, errepublikaren urteak hain zuzen, tesia gerra ostean irakurri bazuen ere. Eta kointzidentzia horrek badu esangura sakonik arestian adierazitako zerbaiten ildotik. Jakina denez, frankismoaren lehen garaiak agortu egin baitzuen Espainia osoan ingurune intelektual eta unibertsitarioa pizteko eta garatzeko ezinbesteko ezein baldintzapen material eta kulturalik. Are gehiago Hego Euskal Herrian, non agorpen hori bertako hizkuntza eta kultura itoarazteraino iritsi baitzen. Hein batean, 1936ko Altxamenduak eman zion amaiera Santamaria gaztearen ikerkuntza matematiko aktiboari. Frankismoak ezarritako sisteman ez baitzegoen tokirik ikerkuntzarako, diskurtso erretorikoan eta autolaudatorioan ez bazen. Ez gara esaten ari sistema totalitarioak eta zientziagintza berez elkarkezinak direnik. Hamaika adibide aipa genitzake. Esaten duguna da, Merton-ekin batera, zientzia-elkarteak artikulatzen dituzten balioek —ez guztiak epistemikoak, praktikoak ere bai¹—, eta gizarte erakundeen balioekin potentzialki kontrajarriak direnak, gordinago erakusten dutela kontrajartze hori, erakundeok sistema totalitarioari dagozkionean. Frankismoaren sistemaren balioak nekez zetozkeen bat aspaldi Mertonek bere «Zientziaren egitura arauemailea» artikuluan zientziaren balio nagusizat identifikatzen dituen —era idealean ez bazen ere eta beste garai batean— unibertsalismoarekin (vs. nazio-bereizkeria), komunismoarekin (vs. jakintza zientifikoaren jabetza pribatua), interesik ezarekin (vs. aplikagarritasunari eta etekinari lehentasuna ematen dien ideia) eta eszeptizismo sistematikoarekin (vs. ortodoxia)². Sistema totalitarioek biziki areagotzen dituzte balio horien kontrako jokamoldeak, zientzia nazionalak sortuz (Fisika germaniarra, Biologia proletarioa...), epe motzeko erabilgarritasunari erabateko lehentasuna emanez, ikerkuntza teoriko 'hutsarena' zokoratuz Alemania nazian legez³, etab.

Egoera horrekin egingo du talka Santamaria matematikariak. Hor amaitzen dira haren matematikako sorkuntza-lanak, eta epe luzez apaldu jarduera teorikoarekin Santamariaren egitasmoaren baitan bat zihoazen Euskal Herrian zientzia-ikasketak unibertsitate-mailan instituzionalizatze ahaleginak. Ezen Santamariaren lan matematikoa ahalegin horiek

sorturiko esparruan emana baita; eta, alderantziz, instituzionalizazio-ahalegin hori piztu eta indartzeko egina.

Ildo horretatik, lan honen lehenengo atalean, XX. mendearen lehen herenean matematikagintzak Hego Euskal Herrian eta Espainian bizi zuen egoera aztertuko dugu, Santamariaren ikerketa-jardueraren testuingurua kokatzearen. Espainiako Estatuko erregimen totalitarioak Euskal Herrian Unibertsitatea eraikitzeke jartzen dituen oztopoen aurrean, Santamariak *Centro de Estudios Científicos* elkarteak sortuko du, herri honetako matematikagintzari eta, oro har, zientziagintzari bultzada berri bat eman asmoz. Bigarren atalean, Santamariak (Klein, Enriques eta Rey Pastor irakaslearen ildotik) matematika formalista hilbertiarrari eta bourbakismoari egiten dion kritika aztertuko dugu. Horren ondoren, matematikaren ikusmolde berri bat gauzatzen da, adar matematiko anitz bateratzen saiatzen dena, arazo matematikoei eta beste zientzia alorrekiko aplikazioei lehentasuna ematen diena. Ikusmolde berri horrek, jakina, Santamariarentzat berebiziko garrantzia duen matematikaren didaktikaren eredu berri bat ekarriko du. Hirugarren atalean, Santamariak 30eko hamarkadan burututako ekarpen matematikoak aztertuko ditugu. Batik bat haren bi ikerlan landuko ditugu: lehena plano proiektiboen propietate topologikoei buruzkoa eta bigarrena espazio abstraktuaren axiomatikari buruzkoa. Santamaria matematikariaren jarduna, ordea, moztu egiten da urte horietan, eta beste maila anitzetako alorretara bideratzen da. Ikusiko dugunez, ezin da Santamaria matematikaria Santamaria zientzia, teknika eta gizartearen arteko elkarrekintzen pentsalaritik bereizi. Laugarren atalean, beraz, zientziak, jarduera eta gorputz legez, giza fenomenoarekin duen harreman estuaz Santamariak duen ikusmoldeaz arituko gara. Gizakiaren espezifikotasuna eta giza espirituaren murrizgaitasuna aldarrikatu ondoren, Santamariak filosofia pertsonalistan oinarritutako *jakituria* baten beharra aitortzen dio zientziari. Hots, balio moral gorenak irizpide gisa biltzen dituen ikusmoldeak gidatu beharko luke zientzia. Izan ere, bosgarren eta azken atalean ikusiko dugunez, Santamariaren aburuz mende honetako zientziak eta teknikak inplikazio etiko eta sozial ekidinezinak ditu. XX. mendeko bigarren erdiko zientzia krisian dago (energia nuklearraren kasuak, esate baterako, argi uzten duenez); horri aurre egiteko, Santamariak proposatzen duenez, giza espirituak balio moraletan oinarritutako gorengo jakintza bat sortu behar du, zientzia eta teknika helburu gizatiarretara gidatuko dituen *humanismo teknologikoa*, alegia. Beraren ustez, teknikaren eta espiritualtasunaren batasuna ekarriko lukeen egitasmo horren erantzukizuna pentsamendu kristau-pertsonalistari dagokio, hain zuzen ere.

1. Matematikagintza Hego Euskal Herrian. Unibertsitatearen beharra

Santamariaren lan matematikoa estuki lotzen zaio Hego Euskal Herrian garaiko unibertsitate publikoaren premiari. Ez da harrizkekoa, beraz, Santamariari zor izatea Unibertsitate publiko bidean Hego Euskal Herrian lehen saioa efektiboki gauzatu izana, esan nahi baita, ikastegi egonkor bat sortzea, Unibertsitatearen lehen Zientzia Fakultatea zatekeena. Jakina, Bilbon Ingeniaritza Goi Eskola zegoen, 1897an ezarria, eta Eusko Ikaskuntzak —1918an sortua— udako ikastaroak antolatzen zituen, baina ezin da esan, zentzu hertsian, Bilboko ikastetxea Euskal Herriko Unibertsitateko kimua izateko jaio zenik, ez eta aipatu uda ikastaroek nola gaindi zezaketen izaera udatiarra ere, sinbolikoki baino errealki beharrezkoa zen unibertsitatea eraikitzeke.

Estornes Lasak eta Barriola Doktoreak zehaztasun handiz plazaratu dituzte Euskal Herrian goi-mailako irakaskuntza-erakunde bat lortzeko emandako urratsak⁴. Bada bereizketa nabarmen bat saio antzu horien eta Santamaria gazteak eta José Oñatek Donostian burutu zutenaren artean. Haiak *goitik beherako* estrategia elitista eta globalaren emaitza ziren; azkena, *behetik gorakoa* eta posibilista: unibertsitatearen zain egon beharrean, nola edo hala

urrats posibleak betez unibertsitaterantz abiatu behar zen, haren errealitatea zatiz zati egingo zelakoan.

1.1. Espainiako agintea Euskal Unibertsitatearen aurka

Donostiako *Centro de Estudios Científicos* (aurrerantzean, CEC) izango da bide posibilista horren fruiturik emankorrena. Formalki Eusko Ikaskuntzaren baitan sortu bazen ere, haren ezarkuntza Santamariari eta José Oñate, Donostiako Institutuko matematika katedradunari, sor zaie. 1992an UPV-EHUK Doctor Honoris Causa izendatu zueneko hitzaldian honela gogoratzen zuen Santamariak 1931n Zientzia Zehatzetan lizentziadun berria zen gaztearen hasierako zioa:

Mientras la gran mayoría de las regiones del estado tenían ya desde hace muchos años sus propios centros universitarios, la idea de una Universidad en el País Vasco encontró siempre cierta resistencia en la administración educativa. Al parecer, se suponía que la presencia de esta Universidad contribuiría a reforzar el separatismo. Era vista pues como un peligro para la unidad cultural del Estado [...].

Euskal Unibertsitatearen posibilitea osotara ezeztatzen zitzaigun, eta, azken finean, ukamen horren arrazoa, politikoa zen, ez kulturala (Santamaria, K.: 1992, «Discurso del nuevo Doctor Honoris Causa, Prof. D. Carlos Santamaría», *Theoria* 16-17-18, B liburukia, 1282-1285, 1282).

Arrazoiak, beraz, Santamariak dioskunez, politikoak ziren eta ez kulturalak. Alderantziz edo haren baieztapena ñabartu behar delakoan gaude, Espainiako aginteak tradizionalki Hego Euskal Herrian Unibertsitatea ezartzeko izan duen joera zuzen ulertu nahi badugu. Izan ere, Madrilen ezin zuten ulertu beste unibertsitateren baten beharra, Espainian 'horrenbeste eta nahikoak' egonda. Izan ere, eta ia 70eko hamarkada arte, gerra aurretik —Errepublika garaiko ahaleginak ez baitzuen behar beste irautu⁵— zein ostean, Espainiako Unibertsitatea herri atzeratu eta azpigaratuaren ispilu gardena dugu. Baliabide urriak, ikertzaileen barne-isolamendua, zentroen arteko deskonexioa, ia irakaskuntzara soilik zuzendurikoa eta, batez ere, gizarte-sustapen eta balioen egitura bereziaz hornitua, zeinen arabera promozioaren xedea goi-mailako funtzionariotzarekin nahasten den eta, horrela, unibertsitateko punta-puntako irakasleen 'pareak' garaian garaiko aginte politikoko agenteak diren, era horretan kontrola barnetikoa, unibertsitatekoa, izan beharrean kanpotikoa bilakatuz⁶. Unibertsitate-sistema arautzeko, eta unibertsitate-mapa barne, beraz, irizpideak ez dira zientzi emankortasuna lortzeko zientzi elkarte normal batek ezarritakoak, balio-sistema eta jokamoldeak erabat eraldatuak dituen zientzi elkarte ahul bati dagozkionak baizik. Eta balioen artean unibertsitate-sistemaren *stablishment*-ari eustearena. Jakina, separatismoari darion espainiar beldurra ere haiza zitekeen, baina sakonean zioa bestelakoa da, kulturala: Katalunian ez bezala, Euskal Herrian ez zegoen zientzia-elkarte sendorik zuzen zezakeen eskakizun irmorik, *stablishment* hari aurre egin eta puska zezakeenik. Katalunian bai, eta horrela sortu zen bertako Unibertsitate Autonomoa Espainiako Errepublika garaian. Garaiak aldatuz eta Euskal Herriko egoera ekonomikoaren garapenak hala eskaturik, 1955era arte itxaron beharko du Hego Euskal Herriak Bilboko Ekonomia Fakultatea ezartzeko.

Zioak kulturalak ala politikoak izan, Espainiako aginteak sistematikoki ukatzen zuen Hego Euskal Herriko Unibertsitate publikoaren aldarrikapena. Kultura, batez ere unibertsitate-kultura, betiko ikastetxe eta hirietan egin behar zen, ohikoetan, aspaldi ezarri eta ohore handikoetan. Mendebaldeko kulturarako Euskal Herriaren ekarpen akademikoa bestelakoa behar zukeen izan: xedea bigarren mailako kultura, folklorikoa, garatzea izango da. Honela agintzen zuen, esaterako, Eusko Ikaskuntzak eskatuta, Espainiako Gobernuak 1924ko urtarrilaren 19ko Errege Aginduan, unibertsitatearen bideragarritasuna ukatu ondoren:

Si lo que se desea es crear un centro de estudios que atienda especialidades propias de comarca o región; no crear más abogados o médicos, sino [...] desenvolver la literatura regional, perfeccionar los estudios históricos, crear laboratorios de investigación industrial, o de estudios médicos...

orduan bai, orduan aurrera egitea zilegi bekie Ikastetxe horren bultzatzaileei. Baina, jakina, bertaratzen direnek argi behar dute izan zertara doazen:

... no por la aspiración a obtener un título profesional, sino por la más elevada de convertirse en investigadores y ser hombres de ciencia.

Beste hitzez esanda, musu-truk ikasi. Edonork atzera egingo zukeen, Eusko Ikaskuntzak egin zuen legez, erabateko ezezko erantzun garden hori jaso ondoren. Santamaria eta Oñate, ostera, zuzenki lotu zitzairen Agindu horri, ikastetxeari aipaturiko 'Centro de Estudios' izena jartzeraino eta helburuetan esplizituki 'investigadores' eta 'hombres de ciencia' erdiesten laguntzea zuela xedetzat esateraino; hori bai, bertan titulurik jaso gabe, azterketak beste nonbait egin beharko zituzten zientzialariek.

Zeren, abiapuntuan, helburua apalagoa baitzen. Hamarkada batzuk geroago Karlos Santamariak gogoratuko duenez, Eusko Ikaskuntzaren Batzar Nagusi batean (1979koan), Euskal Herrian ez zegoen ikerketa matematikoan jarduterik. Matematika aplikatua bai, arkitekturan, ingeniartzan eta abarretan, baina ez matematikagintzan. Eta

aldi hartan Joxe Oñate katedratikoak eta biok, ikerketa matematiko batzuetan sarturik geuden, logika matematikoa, geometria proiektiboa eta topologiari buruzkoa⁷.

Ahaleginak egiten genituen zenbait aurkitze lortzeko, baina bakardadetasun honetan matematikazko liburu eta aldizkari berezirik gabe etabar, ez zen posible ezer egitea.

Halako batean nire maisua zen Rey Pastor matematikari jakintsuak holako zerbait esan zidan: «bide horretatik ez duzue ezer egingo, Mediterraneo aurkitzea baizik» (Santamaria, K.: 1979, «Eusko Ikaskuntza' eta Matematika Zientzia», in *Eusko Ikaskuntza, Batzarre Nagusia: Euskal ikasteen gaurko egoera (1978-IX-17)*, Donostia, Eusko Ikaskuntza, 55-62, 55-56; aurrerantzean, Matematika Zientzia).

Jakina, baliabiderik gabe ezaguturikoak 'berrasmatzera' kondenatuta zeuden Oñate eta Santamaria. Rey Pastor matematikariak eman zion Santamariari iradokizuna, matematikagintzan jardutea ahalbidetuko zuen Ikerketa Zentro baten eratzea, alegia.

1.2. Euskal Unibertsitaterantz lehen urratsa: Centro de Estudios Científicos

Ekimena bideratzearen, bi donostiarrek Eusko Ikaskuntzaren babesa izan zuten, Rey Pastorren berme zientifikoaz. Julio Rey Pastor (1888-1962) izan daiteke agian gure mendean nazioartean sona handiena izan duen espainiar matematikaria eta Espainiako matematika errotoaldatzen duena aipatu mendeko lehen herenean⁸. 1915ean Madrilen *Laboratorio y Seminario Matemático* delakoa ezarri zuen eta urteetan zehar nazioarteko matematikagintzaren ispilu zen liburutegi eguneratua izatera iritsi zen, monografia zein aldizkaritan⁹. Mintegi horretako partaideak ziren, Rey Pastorrez gain, CECeko bazkide izango diren puntako matematikariak, Terradas, Sixto Cámara, Barínaga, eta abar. José María Plans y Freyre ere, gero Santamariaren doktore-tesiaren zuzendaria izango zena, Mintegiko kudeatzaile garrantzitsuenetariko bat zen, Rey Pastor eta Terradasekin batera. Hor ibili zen Santamaria ere, Santaló, San Juan edo Sixto Ríos legez, Rey Pastorren ikasleak eta gerora matematikari ospetsu izango zirenak. Eta, beste inon ez bezala, matematikariok bazuten *Seminario Matemático*-ari esker munduan zehar zegokien arloan egiten zen ikerkuntzaren berri. Rey Pastor Espainiako matematikaren giltzarria izan zen XX. mendeko lehen herenean¹⁰. Eta horrela izan zen Santamariaren ikerketa matematikoan zein lan

instituzionalean ere. Lehen kasuan, tesiaren gaia Rey Pastorrek proposaturikoa zelako, gero ikusiko dugunez, eta bigarrenean, Madrilen antzeko Mintegia bultzatu nahi izan zuelako Rey Pastorrek Donostian, bere ikaslearen bidez, azken horren asmoak zabalagoak baziren ere, Zentroa zientzia-mintegi gisa ezartzeraino. Baina, funtsean, Santamariaren jokabidea Madrileko *Seminario*-aren antzekoa da, beste maila batean kokatzen bada ere: eskolez gainera, kanpoko gonbidatuak erakarri eta aldizkari bat argitaratu, barne ikerketa lanak argitara eman ahal izateko eta kanpokoak erakartzeko. Horretaz aparte, bi zentrozen arteko aldeak nabarmenak dira, bi egitasmooen esparrua zeharo ezberdina baita.

Donostiako CECen ezarkuntza azkar gauzatu zen. 1932ko martxoaren 10ean honela zuzentzen zitzaion Rey Pastor Eusko Ikaskuntza babesleari:

El renacimiento científico de España está detenido y hasta impedido por la excesiva centralización de nuestra estructura política. De poco sirve haber enviado centenares de jóvenes a beber en las mismas fuentes donde la Ciencia nace si a su regreso no pueden trabajar, como no sea en Madrid y apenas en Barcelona¹¹. Es de toda urgencia necesario contrarrestar esa atracción de la gran capital hacia las claras inteligencias, formando pequeños focos de cultura superior en todos los puntos cardinales donde haya personas dispuestas a utilizar los medios de trabajo que se les brinden. En vez de crear grandes y costosos centros para buscar después, y no siempre encontrar, quienes hayan de regentarlos, hay que dar los medios para aquellas disciplinas y aquellas personas que puedan aprovecharlos.

Hay en San Sebastián dos jóvenes profesores cuya férvida vocación matemática se está malogrando por falta de libros y Revistas. Son los señores Oñate y Santamaría, cuyo entusiasmo es tal, que hasta emprenden viajes a Madrid con el solo objeto de consultar un libro o evacuar una cita (Llombart, J.: 1995, *El 'Centro de Estudios Científicos' de San Sebastián*, Donostia, Eusko Ikaskuntza, 15; aurrerantzean, Llombart 1995).

Gutun horrekin batera, honela aurkeztu zioten egitasmoa Santamariak eta Oñatek Eusko Ikaskuntzari:

Al entregar la carta que por nuestra mediación envía a esa Sociedad el insigne matemático don Julio Rey Pastor, nos vamos a permitir algunas observaciones referentes a la idea que en ella se sugiere.

El centro de estudios cuya creación se propone, nos parece que debe denominarse: Centro de Estudios Científicos, para que puedan tener cabida en él, no sólo los estudios matemáticos, sino también los de otras Ciencias, en especial los de aplicación a la técnica.

Sería en efecto de mucho interés que se llegase a formar en San Sebastián un gran centro de investigación técnica que respondiese al desarrollo industrial de la comarca, y en el cual colaborasen las muchas capacidades que en el campo de la Ingeniería posee Guipúzcoa. Se trabajaría en él no como en los laboratorios de las fábricas, en los que se persigue casi exclusivamente un fin utilitario, y en donde por lo mismo se guarda secreto de los descubrimientos importantes, sino con el interés y la publicidad propias de la verdadera investigación.

Para que la idea tenga posibilidad de llegar a su completa realización parece conveniente que el Centro nazca con vida autónoma, aunque bajo el patronazgo de la Sociedad [Eusko Ikaskuntza, alegia], y con el apoyo de entidades que, como el Ayuntamiento y la Diputación, deben tener interés en su desarrollo.

Asimismo, si bien al principio se podría limitar el material de trabajo a libros y revistas, que podrían guardarse y consultarse en los mismos locales de la Sociedad, convendría dejar abierto el camino para que con el tiempo se creen laboratorios y talleres, instalados en local adecuado, que podría ser tal vez, parte de San Telmo u otro análogo.

Llamamos en fin la atención sobre la oportunidad del momento, en el cual preocupa tanto al País Vasco la creación de una Universidad (Llombart 1995, 16-17).

1932an gaude. Gauzak nahikoa lotuta zituzten dagoeneko Oñatek eta Santamariak, egitasmoa berehala abiatu baitzen, hainbaten laguntza lortu ondoren. Ekonomikoki, Gipuzkoako Foru Aldundiak, Donostiako Udalak eta bazkideek sostengatzen zuten. Bazkideen artean hainbat enpresa, *Liga Guipuzcoana de Productores* eta *Cámara de Industrias de Guipúzcoa* aurkitzen ditugu, eta baita matematikari zein zientzialari ospetsu zenbait ere: Pedro Puig Adam, José Barínaga, Esteban Terradas, Blas Cabrera, Sixto Cámara edota Julio Palacios, besteak beste. Rey Pastor Ohorezko Bazkide izendatu zuten.

Agiri fundatzailek har daitekeen arestian aipatu Oñate eta Santamariaren gutunean, sustatzaileek gardenki agertzen zituzten Zentroaren ezaugarriak:

- Zientzia Zentro diziplinartekoa izango da, Zientzia Fakultate gisakoa, eta ez soilik Matematika Zentroa;
- Gipuzkoako enpresei eta, oro har, mundu ekonomikoari lotuta egongo da;
- Ez da alderdi aplikatuetara murriztuko, egiazko ikerketa-zentroa izan nahi du, ikerkuntzari dagozkion balioak bereganatuz;
- Autonomia eta publikoa izango da; eta
- Euskal Herriarentzako beharrezkoa den unibertsitatearen Zientzia Fakultatearen zimentarria dateke.

Azken helburu horren bidean hainbat ekimen gauzatuko dira CECen¹²:

(a) unibertsitate-mailako ikastaroak —edo egun, zehatzago, graduondokoak liratekeenak— ; era horretan, Santamariak 1933-34 ikastaroan kalkulu diferentzialari eskainitakoak 36 lagun bildu zuen,

(b) hitzaldi sortak, gai ezberdinez; lehenengoan, Santamariak 1933an emandakoan, Zentroak zuen bi kulturen arteko zubi-lana burutzeko nahia gardenki agertzen digu: «La matemática como fundamento cultural»,

(c) bazkide- zein ikasle-bilerak, mintegi gisakoak, gaiak aztertu eta ikerkuntzan jarduteko, eta

(d) aldizkarien argitalpena; Zentroko Sail bakoitzak bere aldizkaria argitaratzea proposatu bazen ere, Matematika Sailak 1932an bertan eta Fisika eta Kimika Sailak bi urte geroago burutu zuten asmoa, *Revista del Centro de Estudios Científicos (Sección de Matemáticas)* eta *Revista del Centro de Estudios Científicos (Sección de Física y Química)*, hurrenez hurren. Hura gogoratuz, honela aurkezten du Santamariak haren xedea: «aldizkari hau, nahiz eta apala izan, Estatu guztian zabaltzen zen. [...] matematikako problemak agertu eta erabiltzeko aldizkari bezala, lehenengoa izan zen Espainiako Estatu guztian» (Mathematika Zientzia, 56). Matematika Saileko aldizkariaren zuzendaria Karlos Santamaria dugu, eta bera izango da zuzendari ere 1935etik aurrera, bi aldizkariok bat eginik *Revista del Centro de Estudios Científicos* (aurrerantzean, *Revista del CEC*) bakarria argitaratzeari ekin ziotenean. Azken hori hilero ateratzen da, 1936ko martxoko zenbakia azkena delarik —Espainiako Altxamendu militarrek errotik moztu baitzituen CECen jarduerak—. Azken zenbakian aurkezten da Zentroak antolaturiko Udako Ikastaroen egitaraua: uztailak 23rako Santamariaren hitzaldi bat agintzen zen. Gaia sintomatikoa zen: «La Facultad de Ciencias en el País Vasco».

1.3. Mende hasierako matematikagintza Espainiako Estatuan

Ekimen horiek guztiak Espainiako Estatuko matematikaren mende hasierako gorakadaren esparruan kokatzen dira. Gorakada horretan, Rey Pastor berraipa daiteke, matematika penintsularraren beste zenbait matematikari berriztatzailerekin batera: Echegaray, Torroja Caballé edo *El Progreso Matemático* (1891-1900), lehen espainiar matematika-aldizkariaren sustatzailea, Zoel García de Galdeano. Aldizkari horrek kanpoan egiten zenaren zabalkunde lan azpimarragarria bete zuen Espainiako Estatuan. Atzerriko egileek hartu zuten bertan parte, eta Matematikari buruzko gaiez gainera, Logika, Filosofia eta Matematikaren Pedagogia eta Historiaz ere arduratu zen. Aurrerapen hori, mende hasieratik dauden zenbait esparru instituzionalen inguruan gauzatzen da, hain zuzen ere garaiko Zientzia Fakultateak (Madril, Bartzelona, Zaragoza) eta beren aldizkariak eta urtekariak, eta Academia de Ciencias Exactas,

Físicas y Naturales eta antzeko erakundeen ekimen anitzen inguruan (sarritan argitalpenetan gauzatuak: *Anuarios*, *Memorias*, edo *Discursos*, elkartearen *Revista*-z gainera). 1901ean *Revista Trimestral de Matemáticas* aldizkaria sortzen da. 1908an *Asociación Española para el Progreso de las Ciencias* osatzen da, 1940ra arte biltzarrak antolatuz, akten liburukietan eta zortzi sailetan banatuta, ekimen handia izan zuena. Matematikaren sailean, matematikariak eta filosofoak biltzen dituen hainbat komunikazio, hitzaldi eta bilera daude, esate baterako, 1929ko Bartzelonako biltzarrak Zaragueta, Serra Hunter, Xirau eta Carreras i Artau eta gisa horretako filosofoak batzen ditu matematikariekin, «[para un] intercambio de ideas acerca de los Principios fundamentales de la matemáticas y, en particular, del grado de certeza que debe atribuirse a sus proposiciones fundamentales» (*Actas de las sesiones celebradas por la Sección de Ciencias Matemáticas. Sesión del día 24. Actas del Duodécimo Congreso de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias*, Bartzelona, 1929ko maiatzaren 20-27, II. liburukia: 1. Saila, Ciencias Matemáticas, Madril, 1930, 132. or.). Rey Pastor izan zen Matematika Sail honen presidentea. 1911n *Revista de la Sociedad Matemática Española* agertzen da eta 1919an *Revista Matemática Hispano-americana* aldizkaria.

1915ean, Rey Pastorren zuzendaritzapean, aipatutako *Junta para la Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas-en Laboratorio y Seminario Matemático* antolatzen da, zeinaren sorreran Ortega y Gassetek zeregin aipagarria izan zuen. Ondoren *Instituto «Jorge Juan» de Matemáticas* bihurtuko da.

Matematikaren berrikuntza-prozesu horretan, 1920an Madrilgo Unibertsitatean 'Metodología y crítica matemática' katedraren eraketa ere azpimarra daiteke, non 1920-21 ikastaldian, Rey Pastorren eskutik, honakoen gisako 'ikergaiak' aztertu ziren: Juan de Ortégaren Aritmetikaren baitako erro karratuen ateratzearen azterketa, horiek lortzeko erabilitako metodoak ikertuz; Alvarus Thomas-ek 1509an serie-batuketarako erabilitako metodoen ikerketa; Sturm-en arazoaren ebazpenerako Cauchy-ren metodoaren analisi kritikoa; edo XIX. mendearen lehen erdiko edozein lan adierazgarriren analisia, hutsegite eta zorroztasun ezaren sailkapenekin.

Gerra ondoren, mende hasieratik gorpuzturiko matematikarien elkarte desegituratuta geratzen da. Batzuk, Santaló esate baterako, behin betiko erbesteratuko direlako, beste batzuk depuratuak direlako, CECekin hurbiletik lankidetzan ziharduen José Barínaga¹³, esaterako, baina batez ere, matematikarien elkarte Barínagaren presidentetzapean egituratzen zuen *Real Sociedad Matemática Española*-ko Elkartearen 'Junta' desegin eta erregimenari leialago zitzaion beste batez ordeztzen dutelako 1939an. Era berean, Elkartearen aldizkarian, *Revista Matemática Hispano-Americana* delakoan, XX. mendeko lehen hereneko Espainiako Estatuko matematikaririk ospetsuenek ohorezko tokia baino ez dute beteko, zeregin eragilerik gabe¹⁴. Esan daiteke 60ko hamarkadara arte Espainiako Estatuan matematikarien elkarteak ez diharduela era normalez, eta inguruko elkarteen portaera eta balio-sistemeekin homologaezina gertatzen dela.

Rey Pastor ez da espainiaratuko 1948a arte, Terradasek gonbidaturik. Urte berean eskaini zitzaion *Jorge Juan* Institutu matematikoaren zuzendaritza, eta bere katedra berreskuratu zuen. Hala ere, 50eko hamarkadan erantzukizun batzuk izan bazituen ere, beste erbesteratu ohi legez, esan daiteke haren eragina ez zela inolaz ere izan gerra aurrean bezain garrantzizkoa, Estatuko matematikagintzan¹⁵. Rey Pastorren itzulerarako bazen beste matematikari talde bat (Abellanas, Orts, Rodríguez Bachiller, Navarro Borrás, eta abar) erregimenarekin identifikatuta, eta haren eragina neutralizatzen zuena. Hala ere bi talderen arteko gatazka ez zen soilik politiko-instituzionala; matematikoa ere bazen. Aipatu izen horietatik gehienak 'matematika modernoaren' aldekoak agertu ziren sutsuki, eta Rey Pastorek eta haren jarraitzaileek, San Juan eta abar¹⁶, lantzen zuten 'ohiko matematikaren' aurka, matematika modernoak haiena txandakatu behar zuelakoan, berezko belaunaldi-

ordezkapena erraztuz. Rey Pastorren heriotzarekin, 1962an, talde hori izango da hegemonikoa Espainiako Estatuko matematikagintzan.

Espainiako gerrak matematika penintsularren bilakaera aldarazi zuen legez, indarrrik gabe utzi zuen CECen inguruan sorturiko dinamika ere, eta gerra ostean Santamariak Ikastetxe homonimoari ekin bazion ere, garaia bestelakoa zen, zubi beltz luze bat iragartzen zuen atariarena, alegia.

2. Matematika modernoaz. Santamariaren matematikarekiko ikusmoldea

Santamariak bere artikulurik garrantzitsuenak¹⁷ *Revista del CEC* aldizkarian argitaratzen zituen urte berean hasi zen Parisen batzartzen Nicolas Bourbaki izengoitia hartuko zuen matematikari taldea¹⁸. Talde horrek sortzen du 'matematika modernoa' deritzona. Ikerkuntzari gagozkiola, korrante berriak aljebra eta topologiarantz eramango ditu haizeak, metodologia berri bat ezarriz, propietate estrukturalen ikerketaren inguruan, eta matematika ikusmolde formalistatik¹⁹ behatuz. Bourbakiren lehen lanek ikerkuntza mailan izandako onarpenaz gain²⁰, 50eko hamarkadan matematika modernoaren eragin metodologiko berria, orokortasunaren eta abstrakzioaren bilaketa arau gisa duena, biziki nabarmentzen da unibertsitate-irakaskuntzan, eta hurrengo hamarkadan, irakaskuntza-maila guztietan, ertainetatik unibertsitateraino, lehenengo Frantzian, eta ondoren beste herrialdeetan, Espainian besteak beste.

2.1. Matematika puristari eta formalistari kritika

Bourbaki taldearen hasierako planteamendua Hilbert-enganaino atzeratzen da, eta oraindik XIX. mendeko Klein-en planteamenduetan ditu bere erroak. Abiapuntua ondorengo hau da: arazoan ebazpenak, oinarritzak izanagatik, ez du matematikagintzaren osotasuna hartzen. Adibidez, Hilbertek azpimarratu zuenez, metatutako ezagupenak nahikoa ugariak eta itxuraz askotarikoak diren garaiak izaten dira, horiek berregituratzeko beharra ager dadin. Emaitzak berrantolatzerakoan, ondorengo une batean, ordura arte ebatzezinak izan diren arazoei erantzuteko modu berriren bat definitu ahal izatea espero daiteke. Ikuskera horrek, egituren (arazoak eta teoriak batzen dituzten sistema formalak) azterketan oinarritutako matematika-tradizio berri baten sorrera eragin zuen. Hauxe da Hilberten programaren eta XX. mendeko matematikaren oinarritzako ezaugarria. Hilberten xedea, ezagutza berregituratu eta eremu jakin bateko emaitzek elkarren berdina zutena hobeki ulertzean zetzan, ongi zehaztutako auzi multzo bat ebazteko asmoz. Bourbakik eta bere jarraitzaileek, aldiz, Hilberten asmoa muturreraino daramate. 40ko eta 70eko hamarkaden artean, helburutzat dagoeneko ezagunak diren adibide berririk gabeko teoriaren orokorpena duen teoria abstraktu andana bat garatzen da. Bere oinarritzako printzipioa, teoremen, eta, ariketa legez, lanaren amaierara igorritako beren aplikapenen arteko banantzea da. Formalki formulatutako teoriaren interesa *a posteriori* frogatu behar da. Nolabait esatearren, alderdi sintaktikoaren eta semantikoaren arteko dikotomia barneratzen da. Horrek, ildo beretik, jaso behar dutenentzat zentzurik ez duten teoria abstraktuetan oinarritutako matematikaren pedagogia proposatzea ekartzen du. Gertakari honek laster areagotu eta indartu zituen korrante berriaren kontrako iritzi kritikoak²¹.

Zein da Santamariaren iritzia 'matematika modernoaz'? Ez du bere iritzia esplizituki eman, besteak beste, korrante berriak irakaskuntzan sortutako gatazka gure artean hirurogeiko hamarkadan plazaratzen delako. Baina haren jarrera berarentzat maisu izandako matematikariekiko atxikimendutik ondoriozta genezake, hau da, Klein (1849-1925), Enriques (1871-1946) eta Rey Pastor. Lehenengo bietatik, batik bat, matematikaren irakaskuntzaren eta

praktikaren alorreko ekarpenak jasotzen ditu. Horrela, *Revista del CEC* aldizkarian, didaktika alorreko bi matematikarion ekarpen bereziak datoz: «Algunas orientaciones de Klein sobre la enseñanza de la Geometría» eta «Algunas opiniones de Enriques sobre la enseñanza de las matemáticas», hurrenez hurren²². Rey Pastorren aztarna, Santamaria matematikariaren ikerkuntzaren eduki zehatzei lotuago dago.

Santamaria bat dator Bourbaki bera baino lehenagokoa ere baden matematika huts, formal eta artifiziosoaren aurkako Rey Pastorren eta Enriquesen erasoan. Enriquesek, azken urteetako matematika italiarraren geometriaren kontzeptuaren bilakaera aztertzeke egindako artikulu batean kritikatzan du hura, 1920an *Revista Matemática Hispano-Americana* aldizkarian argitaratua eta, ezbairik gabe, Santamariak ezagutua. Artikuluaren kritikaren jomuga geometria 'purista' da eta, nolabait ere, bere hitzak geroko bourbakismoari aplikatzen dakizkioke. Matematikaren ikuspuntu puristatik, Enriquesek idazten duenez,

... parecía como si al géometa se abriese un mundo nuevo, en el que bastaba abrir la mano para recoger abundante cosecha de descubrimientos, y donde la imaginación, en triunfal carrera, abría siempre nuevas puertas encantadas, como en un palacio construido por hadas. [...] Apenas los géometras vislumbraron este mundo encantado, el anuncio de la tierra prometida atrajo rápidamente a los hombres maravillados. Por todas partes se multiplicaron los géometras. Nuestro país [Italiar ari da], que había tenido a Cremona, no quedó ciertamente rezagado; aquella fue la época en que, según decía graciosamente un compañero y maestro mío, bastaba sembrar una alubia para ver nacer un géometa (Enriques, F.: 1920, «La evolución del concepto de la geometría y la escuela italiana durante los últimos cincuenta años», *Revista Matemática Hispano-Americana* II, 1-17, 3; aurrerantzean, Enriques 1920).

Dena den, berehala hasi zen krisialdia,

... muy pronto fue denunciada abiertamente la ilusión de la facilidad en la investigación. Un ingenioso matemático italiano calificó ciertas orientaciones como *Tictac-geometría*, frase pintoresca que tuvo gran éxito. El punto débil de aquella Geometría artificiosa, que multiplicaba los entes, dando rienda suelta a una imaginación desbordada (y ni siquiera tan rica como a primera vista podría creerse), fue puesto de manifiesto por Segre, en su artículo *Su alcuni indirizzi nella investigazione geometrica*. [...] El defecto de la orientación de los estudios geométricos, a través de prudentes reservas, había sido advertido por Segre en el citado artículo; consistía, señaladamente en que el problema venía subordinado al método de resolución, o creado directamente por el método; los medios, pues, eran antepuestos a los fines (Idem, 4).

Enriquesen hitzak baino hiru hamarkada geroago, eta Bourbakiren programaren arrakastaren ondoren, Rey Pastorek bat egiten du matematikari italiarrarekin, oraingo honetan, orokorpenak besterik gabe sortzeko axiomen aldaketa dakarren joko logiko legezko matematikaren ikusmoldean gauzatutako matematika puristaren kritikan. 1951n idazten duenez,

Esta libertad absoluta de que se usa y abusa en la creación de nuevos entes, sin el freno que los matemáticos de los siglos anteriores se imponían a sí mismos, bien fuera por preocupación de reflejar entidades naturales o por el fin concreto de llegar a la resolución de un problema, ha conducido a una curiosa inversión de valores. La creación de teorías estaba antes reservada a los grandes, y los mediocres debían conformarse con la resolución de problemas; ahora se han permutado los papeles, y hasta los incapaces de plantear un problema concreto se dedican a la fácil tarea de urdir teorías o generalizarlas, con esta o la otra combinación de postulados. Agotados ya los nombres de la lengua vulgar, se designan por letras las nuevas combinaciones; y escaseando las letras, se apela a los subíndices. Los tipos de espacios abstractos y de álgebras abstractas se cuentan ya por centenares. La producción incesante de los viejos países culturales, acrecentada con la de los nuevos, lanza al mercado nuevas y nuevas combinaciones con rapidez febril; con la misma rapidez cae sobre ellas el manto del olvido. Flamantes teorías hay que parecen apenas publicadas varias memorias del autor, alguna de su ayudante y quizás un par de tesis de los obligados discípulos de ambos; después el vacío y el silencio (Rey Pastor, J.: 1951, «Palabras del Maestro (1951)», in Jorge E. Bosch et al.: 1980, *Problemas de la Enseñanza Matemática*, Buenos Aires, Edición de Conceptos de Matemática, 20).

Zein da Santamaria, Rey Pastor eta Enriques eta kideko matematikariek, bere bertsio aurrebourbakiar eta bourbakiarrean matematika puristak eragindako gurpil zoroan dagoen gure mende honetako matematikari eskaintzen dioten erantzuna? Ez da, jakina, matematikagintzan (artearen legez) askatasunak duen zeregina ukatu nahi. Baina ezin da matematika gizabanakoaren arbitrariotasunaren menpe utzi, *metodoa arazoari* aurrejartzean halabeharrez gertatzen den bezala. Santamariaren eta beraren maisuen arabera, matematikaren helburua eta eragilea arazoaren ebazpena da, eta ez matematika *egiteko* metodologia distiratsuren baten aplikazio algoritmikoa. Aipatutako artikuluan Enriquesek aipatzen duenez,

Desde este punto de vista la crítica frecuentemente dirigida contra la Geometría de hace treinta o cuarenta años, aparece a nuestra vista suficientemente justificada, puesto que aquella Geometría parecía completamente absorta en la contemplación de los objetos formados por ella misma, sin conexión visible con los *grandes problemas* (Enriques 1920, 4-5).

Enriquesen eta Santamariaren kritikak eta erdigunean *arazo handiak* kokatzeko aurreratzen duten proposamen positiboak, Hilberten antzeko ikuspegia eta axiomatikaren gehiegikeriekiko bere kritika aldarrikatzen du. Kritika hori zenbait joeren zorrozkeriazko gehiegikeriei ere aplikatzen zaie (aipatutako «*Algunas opiniones de Enriques sobre la enseñanza de las matemáticas*» artikuluan, adibidez).

2.2. Geometriaren eta analisiaren bateratzea eta 'ezagutzaren matematizatzea'

Hilberten eta mende hasierako italiar geometren meritua (Rey Pastorren eta haren eskolaren tartean ez bairik gabe, Santamaria, eredu izango dena) analisiaren arazo klasikoetara hurbiltzera eta beraz matematikaren bateratze bideari jarraitzera jotzen zuen geometriaren kontzeptuaren bilakaera gertatzen ari zela ohartzean datza. Horrela baieztatzen du Santamariak 1935ean:

Afortunadamente, es cada vez mayor el número de geómetras que trabajan [Espainiako Estatuan] con los nuevos métodos, siendo cada vez más general la convicción de que es preciso abandonar los prejuicios de la antigua Geometría proyectiva, y utilizar los recursos poderosos del Análisis siempre que convenga («Evolución de la Geometría Proyectiva», *Revista del CEC*, IV. urtea, 1. zkia., 1935).

Zentzu horretan, analisiaren eta geometriaren arteko kontrajartze artifiziala gainditzen saiatzen dira. Hori, batez ere, Galois-ek formulatutako printzipioaren aplikazio sistematikoak ahalbidetu du, zeinaren arabera matematikaren bilakaera arrazoiketen bidezko kalkuluen ordezkapen jarraian oinarritzen den. Hortik ondorioztatzen da izaera kualitatiboa duen analisiaren erabilera sistematikoa. Eta esparru honetan ezar daiteke pentsamendu geometrikoaren eta pentsamendu analitikoaren arteko baliozko sintesi. Ikuspuntu kualitatiboaren adibide bat ekuazio aljebraikoek ematen digute. Horietan, erroen zenbakizko kalkularen ikuspuntua ez ezik ekuazioen egituraren azterketa ere esanguratsua da, zein, hain zuzen ere, izatez esentzialki geometrikoa den.

Bilakaera horren funtsezko unea Kleinen 'Erlangen-go Programan' (1872) kokatzen du Santamariak²³. Programa horrek, ikuspuntu geometrikoa eta analitikoa egoki sintetizatu arren, pentsamendu geometrikoaren analitikoarekiko nagusitasuna ezartzen du. XX. mendera arte, kontrajartzea analisi aritmetizatzailearen eta geometria puristaren artean gauzatzen da. Kleinen proposamena orokortzen duen eta Rey Pastorrek eta Santamariak jarraitzen duten ikusmolde berriaren lorpenik handiena, fisika matematiko klasikoarekin harreman zuzenean garatutako analisiari berezkoa zaion ikuspuntu analitiko-kuantitatiboaren eta Kleinen programaren ikuskera sintetikoaz hornitutako Riemann-en pentsamendu geometrikoari

berezkoa zaion ikuspuntu sintetiko-kualitatiboaren arteko kontra-jartze antzu hori gainditzean datza.

Bi ikuspuntuen uztardurak XX. mendeko matematika errotik berriztatu du. Geometraren jardura analisi matematikoaren edozein esparrutan garatzea ahalbidetu ez ezik —hobeto esanda, alderantziz: ekuazio diferentzialen integrazioaren teoria osoa jardura geometrikoaren esparrura erori da, Lie-k hura transformazio-taldeetan oinarritzean—, dagoeneko ez dago analisia eta geometria ontologikoki bereizten dituen objektu-ezberdintasunik, ikuspuntu-ezberdintasun soila baizik. Matematika berria ez da esentzialista, baizik eta funtzionala. Ez dago e zenbakiari edo i zenbakiari zerizirik esleitzerik.

Revista del CEC-en 3. zenbakian (1933) argitaratutako «Nota curiosa» labur batean, Santamariak jite esentzialistadun kontzeptuetan oinarritutako XIX. mendeko espainiar matematika kritikatu du. Matematika haren 'filosofismo matematikoa' salatuz, garai hartan ospetsu izandako Rey Herediaren liburu klasiko batetik zenbait definizio jasotzen ditu Santamariak. Honela dio e zenbakiaren definizioak:

Potencia finita obtenida por la evolución infinita de la unidad estéril, fecundada por la adición de un elemento infinitesimal, expresa el máximo desarrollo a que puede aspirar la unidad con el mínimo de aptitud evolutiva con una evolucionabilidad cuantitativa infinitamente pequeña...

Matematika egiteko era horrek badu Santamariaren garaian bertan ere eraginik oraindik, berak berronesten duenez:

Resulta asombroso analizar ahora estas alambicadas disquisiciones, consideradas en un tiempo como luminosos razonamientos matemáticos; pero no tanto para nosotros, que aún padecemos, desgraciadamente, los residuos del filosofismo matemático, y soportamos todavía en libros de textos, definiciones como aquella [...] («Nota curiosa», *Revista del CEC* 3, 1933, 4).

Horrela, bada, Kleinen Erlangengo Programak hasitako matematika berriak beste ikuspuntu batean kokatzea ahalbidetzen du, «en un punto de vista elevado, completamente nuevo, la teoría de los grupos de transformaciones, y desde él contempla todo el campo matemático, observando las lagunas de la Geometría y descubriendo las direcciones en que puede extenderse» («Evolución de la Geometría Proyectiva», *Revista del CEC*, IV. urtea, 1. zkia., 1935, 2). Ikuspuntu berri honek matematika berri baten izaera funtzionala zertzen du. Izan ere,

Lo que caracteriza a cada Geometría no es la naturaleza de los elementos con que opera, ni el método de investigación; sino el *grupo de operaciones* que le sirven de base. Y así, lo que caracteriza a la Geometría proyectiva es el grupo de transformaciones proyectivas, ante el cual son equivalentes todos los segmentos, todos los ángulos, todos los triángulos, etc. Mientras que lo que caracteriza a la Geometría métrica es un subgrupo del anterior, subgrupo formado por todos los movimientos, las homotecias y simetrías, y ante el cual se distinguen ángulos especiales: rectos, agudos, etc.; triángulos especiales: rectángulos, obtusángulos, etc. (Idem, 2-3).

Era honetan, «zer da zenbaki bat?» edo «zer da e zenbakia?» galderei ezin zaie Rey Herediaren erara erantzun. Aitzitik, Santamariak bere egiten du Bachelard-ek matematikarentzat zein beste zientzientzat proposatutako kontzeptualizazio-eskema. 30eko hamarkadatik aurrerako zenbait lanetan, zientziaren prozesu kontzeptualizatzaile horren hainbat adibide konbentzigarri eskaintzen ditu Bachelardek. Hamarkada batzuk geroago, Santamariak horietako bi adibide aipatzen ditu, masa eta zenbaki kontzeptuak (*Matematika Zientzia*, 57-59). «Zer da masa?» galdetu nahi izanez gero, erantzunak ezin du bakana izan. Bachelardek, eta harekin Santamariak, kontzeptualizazio prozesuan zenbait maila, zenbait *episteme* bereizten ditu. Abiapuntua, geroago ezabatu egingo diren oinarritzko behaketa antropozentrikoez hornitutako ikuspuntu errealista da (animista ez bada). Hurrengo

epistemean masari ondorengo epistemeen alderdi berriak eransten zaizkio. Horrela, errealismo inozoaren arabera, masa kontzeptuak esanahi bat dauka bere baitan, higidura kantitate legez (Newton). Baina mekanika hamiltondarraren baitako bere esanahiak masa kontzeptuaren benetako izaera aurkezten digu: ez da kontzeptu bat bere baitan, espazio abstraktu baten metrika bat baizik, bere esanahia soilik eraikuntza konplexu baten (hau da, mekanika hamiltondarraren) urrats legez jasotzen duena. Horrela, Dirac-en masa negatiboaren kontzeptua ahalbidetzen da.

Ildo horretatik, «zer da zenbaki bat?» galdetzen badugu, erantzunak haren kontzeptualizazio historiak izandako prozesuari begiratu behar dio, Santamariaren hitzetan, *zenbakiaren kontzeptu orokor bat ez dagoelako*. Izan ere, greziarren zenbaki kontzeptua zenbatzearen eta neurtzearen eragiketa matematikoei lotzen zitzairen. Planteaturiko arazoek ebazpenak zenbaki mota berrien agerpena ekarri zuen, zenbaki natural eta errealez gainera. Bi zenbaki mota horiek txikiegiak dira, adibidez, ekuazioen ebazpenaren inguruko arazoei aurre egiteko. Horrela, aljibraren oinarriko teorema (n mailako ekuazioak zehazki n ebazpen onartzen ditu) zenbaki mota berri bat eskatzen du, zenbaki konplexuen klasea hain zuzen. Zenbakia *erreminta guztiz konbentzionala da gure kalkuluaren beharretara egokitua*. Zenbaki kontzeptua kontzeptu funtzionala da, proteikoa, matematikaren eta matematika aplikatzen zaien zientzien beharrei eta eskakizunei egoki dakiekeena. Honetantxe datza, beraz, egungo matematikaren funtsezko ezaugarria: «gaurko matematika berriaren lehen helburua ez da zenbakia, ez kantitatea, ez kontatzea, ez neurtzea, baizik eta ezagutza zientifikoa formalizatzea, eredu matematikoen bidez».

Izate matematikoen izaera proteiko horrek 'ezagutzaren matematizatzea' legez ezagutu izan denaren berebiziko garapena ahalbidetzen du. Eta zientziaren matematizatze unibertsalaren testuinguruan zaila da, sarritan, zientzia-diziplina bat eta matematika non hasi eta bukatzen diren zedarritzea, esate baterako Santamariak jasotzen dituen bi kasuotan: logika formala eta matematikan edo 'Arauen kalkulua' izendaturikoan (besteak beste, von Wright, Kalinowski eta Sánchez-Mazas bere lagunak garatutakoa), non zaila gerta dakigukeen *matematikaren zati bat ala zientzia juridikoa den erabakitzea*.

Harrigarria dirudi, dena den, ondoren, 30 eta 40ko hamarkadetan sortutako tradizio positibista logikoari jarraituz, matematika mintzaira legez ezaugarritu izana. Ideia hori 1979an erabiltzen ziren testulibururik gehienetan agertzen zen. Hori bai, «hizkuntza honek gauza asko gehiago esaten du gaur, berrogei urte baino». Haatik, ez dirudi Santamariak hemen erabilitako mintzaira kontzeptua, zientzian adierazitako ideien hedapenerako lanabes hutsarekin identifika genezakeenik. Matematikak, gainera, mintzairak gure mundua legez, zientziaren mundua eratzen laguntzen du, zientzia adierazteaz gainera. Zientziaren errealitatearen alderdi eraikitzaile horren adibide esanguratsua, konputagailuen matematikak eskaintzen duen aukera berria dugu. Ordenagailuei lotutako mintzaira matematikoen agerpenak azaltzen du nola «zientziaren baloreak eta bideak aldatzen diren». Era berean, matematika berriak, ekuazio diferentzietan adierazitako Fourier-en eta Laplace-ren fisika matematiko klasikoaren tradizio kuantitatiboa eraldatu du, Fisika teorikoa, izaera errepresentazionala duten errepresentazio geometrikoen eraikuntzan oinarritutako pentsamenduaren eraikidura sintetiko gisa interpretatzera behartuz.

Horrela, bada, XIX. mendeko matematika 'puristaren' eta XX. mendeko formalismo abstraktuaren pobreziaurrean, Santamaria matematikaren ikusmolde sintetiko-kualitatiboari atxikitzen zaio, non lehentasuna geometriak duen. Jarrera horrek ondorio esanguratsuak ditu, batik bat Santamaria matematikariaren jardunaren arreta nagusia pizten duen alorrean, hau da, matematikaren irakaskuntzari buruzko jarreraren esparruan.

2.3. Matematikaren didaktika

Matematikari buruzko Santamariaren ikusmolde epistemologikoa, batez ere, matematikaren irakaskuntzaren bideratze egokiaz Santamariak duen ardurak baldintzatzen du. Matematikari legez sortutako ekarpenak, izan ere, benetako ardura didaktikoaren kutsua dauka. Haatik, eta matematikari buruzko bere ikusmoldeaz esan dugun legez, ez dago Santamariarengan gaur egun matematikaren didaktika gisa ezagutzen denari buruzko jarrera espezifikorik. Argi geratzen da, dena den, matematikaren berezko metodoaren eta matematikaren irakaskuntzaren lehentasuna. Bi alderdiok, aurreko atalean matematika berriaren izaerari buruz adierazitako oinarritzko gogoetak partekatzen dituzte: aplikazioaren esparrua gutxiesten duten purismoaren eta bourbakismoaren gehiegikeriekiko kritikak, matematikaren ikuskera historiko-filosofiko jakin batekin egiten du bat. Hain zuzen, historia horrek gidatu behar du matematikari gazteen hezkuntza. Bada, matematikaren historiaren funtsezko ildo tradizionalatik abiatuz berriztatu. Matematikariak bere garaiko kulturaren baitan barneratu behar du eta bere hausnarketa didaktikoak jasoko dituen esparru historikoa ezagutu. Horixe da *Revista del CEC* aldizkaria osatzen duten era guztietako gogoeta historiko anitzek islatzen duten irakasbidea.

2.3.1. Adar matematikoen arteko lotura matematikaren irakaskuntzan

Horrela, matematika berriak funtsezko bide berri bat baldintzatzen du matematikaren didaktikan: ez da hormarik eraiki behar matematikaren adarren artean. Adar matematikoen definizio tradizionalak ezabatu ditu matematika berriak, eta matematika-ikasleari mezu berri hori zabaldu behar zaio; izan ere, «los conceptos de Klein, sobre la Geometría, no son tan abstractos que no puedan llevarse a la mente del novicio, siquiera sea de un modo superficial y valiéndose de ejemplos referentes a teorías ya conocidas» («Variedades», *Revista del CEC* 8, 1933, 5). Zenbaki naturalen edo zenbaki errealeen teoria bati buruz baino zenbakien teoriari buruz hitz egin behar den modu berean, ez da matematikaren adar tradizional bakoitzari legozkiokeen teoria eta auzi espezifikokoak atxikitzeko irizpide arbitrarioz ezarri behar. Hauxe da XX. mendeko matematikak hasitako ildo berria. Ikusten ari garenez, Santamaria ildo horri atxikitzen zaio. Horrela, egun, geometria diferentziala ez da geometriaren familiako (geometria euklidentarra, geometria esferikoa, geometria hiperbolikoa, eta abar) osagai bat besterik gabe; aitzitik, barietate geometrikoen kategorien egitura aztertzen duen geometrien balizko teoria gisa hartzen da²⁴.

Eraldaketa honen zentzua harrapatzeko 'Erlangengo Programaren' espirituaren azterketa sakondu beharko genuke. Ikusmolde honi berezkoa zaion funtzionaltasunak subjektua kokatzen du irakaskuntzaren erdigune gisa. Irakaskuntza ez dago soilik irakatsi beharreko edukiaren menpe, «sino sobre todo del sujeto a quien se enseña» («Algunas orientaciones de Klein sobre la enseñanza de la Geometría», *Revista del CEC* 12, 1934, 4). Horrela, bada, gai bat bera ezin dakioke era berdinean aurkeztu sei urteko haurrari edo hamarrekoari edo helduari. Esaterako, irakaskuntza ertainetan Geometria irakasteko, irakaskuntza *intuizio konkretuan* oinarritu behar dugu, gero *osagai logikoak* pixkana-pixkana barneratuz.

Alta, bada, horrek ez du esan nahi intuizio hori mende hasierako Geometria aljebraikoa zeritzan zein beste eremutan aldarrikaturiko programaz, hots, irudien eraikuntza geometrikoa erreala eskatzen zuenaz, pareka daitekeenik. Kleinen Erlangengo programari jarraiki²⁵, Santamariak baztertu egiten du irudien eraikuntzari dagozkion arazoak erregelaz eta konpasaz soilik baliatuz ebatzi daitezkeenak direnik. Arazoen planteamendua irudion eraikuntza materialetik askatu behar da, abstraktuki planteatu behar da, irudien eraikuntza materiala lagungarria bada ere. Jakina denez, Kleinen programa *simetria-arrazoitan* oinarritzen da, zeintzuk Leibnizen *behar besteko arazoien printzipioaren* kasu partikularrak diren:

teorema baten datuek eta hipotesiek simetria-osagaiak dituztenean, orduan ez dago *behar besteko arrazoirik* ondorioak ere simetria berberak eduki ez ditzan. Orokortuz, enuntziatua transformazio batez aldaezina bada, beste horrenbeste gertatu behar du erantzunaz. Hortaz, enuntziatua mantentzen duen transformazio-taldea eta talde horretarako bera ere aldaezina den frogapen bat aurkitzera jo beharko dugu. Frogapen hau arazoaren oinarritzko zailtasunak agerrarazteko baliagarri gerta daiteke. Arazo bat aztertzeke, arazo hori forma kanonikora eramane behar dugu. Adibidez, triangeluaren kasuan Santamariak dioenez:

... para obtener un gran número de problemas difíciles, basta escoger los tres elementos que determinan un triángulo de diferentes modos, o mejor aún, *del modo que la solución pueda presentar mayores dificultades* (Idem, 5).

Eta horrela kanonikoki lauki oso batek paralelogramo bat perspektiban ematen du, edota planoaren zirkulu pare bat bi zuzen edo bi zirkulu zentrokide bihurtzen da.

Horrela, bada, triangelu isoszelearen analisisa azterketa honetara mugatzen da Kleinen irakaskuntzan: triangelu isoszelea simetria-ardatz bat duen triangelua da. Horretan datza haren identitatea. Irudiaren eraikuntza mota honetako problema teorikoei datxekie. Erregela eta konpasean *soilik* oinarrituriko eraikuntzak, ostera, ezin ditu auzi teorikook agerrarazi eta are gutxiago arazoak ebatzi, «lo que contribuye a que la turba de cuadradores y trisectores no desaparezca nunca» (Idem, 5). Geometria analitikoa da alternatiba; berau txertatu behar da eskoletan lehen mailetatik, geometriaren espiritua gaztetxoengan barnera dadin.

Metodo egokia metodo genetikoa da, «porque permite al alumno ir penetrando en las cosas sin esfuerzo» (Idem, 4). Bourbakiren metodotik urrun, beraz. Metodo genetiko hori, Sokratesek *Menon* hizketaldian maieutika deritzonaren gaurkotzea dela esan dezakegu; prozedura horri esker, gatibuak karratuaren aldearen eta diagonalaren elkarneurgaiztasuna aurkitzen du²⁶. Metodo genetiko horrek berez garamatza «[a] *conceder cada vez más atención a las ciencias naturales y a la técnica* en el estudio de la matemática» (Ibidem). Eta hemen ere, matematika 'modernoarekiko' aldea begi-bistakoa da, arestian esan dugunez, Bourbakiren zerizanezko xedea 'teoremen' eta haien aplikazioen artean errotik bereiztea baita. Honela, aplikazioak liburuaz azken aldeetan agertzen dira, ariketa gisa. Muina teoria abstraktuetan datza, edo, bestela esanda, matematikagintzan dikotomia barneratzen da, beraren alde sintaktikoaren eta semantikoaren artean hari lehentasuna emanez. Teoria matematikoak abstraktuki formulatu ondoren, haienzako adibide eta frogak gisa *a posteriori* balia daitezkeen aplikazioak aurkitzen saiatuko da matematikari formalista. Santamariaren aburuz, ostera, Kleinen espirituan, matematika arlo ezberdinetako (bai eta natur zientzietako) arazo zein teoriak bateratzen dituzten sistema formalen azterketa da. Baina matematika *naturalizatu* hori ez da bourbakiar formalismoan erortzen.

2.3.2. Matematika elementala/goi-mailako matematika bereizketaren erlatibizatzea

Matematikaren didaktika berriak, beraz, esentziala ez den hiru mailen arteko bereizketa jaso behar du, irakaskuntzaren xedeen arabera: lehen mailakoa, bigarren mailakoa eta goi-mailakoa. Maila bakoitzak, bertan dituen subjektuen ahalmenaren neurritara ezarritako xede zehatzak ditu²⁷. *Revista del CEC*-en 6. zenbakian, ikaskuntza matematikoaren izaera maieutiko eta esperimentalak gogora ekartzen duten Le Bon, Rey Pastor eta Enriquesen erreferentziak jasotzen ditu. Le Bonen testuak, ikaskuntzaren lehen mailarentzat Mill-en induktibismoaren oihartzuna duen matematikara igortzen gaitu:

Si la ignorancia de la psicología infantil no fuese tan universal y profunda, todos los pedagogos sabrían que el niño no puede comprender las definiciones abstractas de la Gramática, de la Aritmética o de la

Geometría y que las recita como pudiera hacerlo con las palabras de una lengua desconocida. Solamente lo concreto le es accesible. Cuando los casos concretos se hayan multiplicado suficientemente, será su inconsciente el que se encargará de deducir las generalidades abstractas (4. or.).

Rey Pastorren gogoeta, aurrekoaren jarraian jaso, irakaskuntza matematikoaren praktikari gehiago egokitzen zaio, sorkuntza zein irakaskuntza matematikoarentzat estrategia monista bat adieraziz:

Hay que partir de las ideas primitivas, toscas y confusas, que ya poseen los alumnos y encaminarlos de tal modo que ellos mismos se percaten de su imperfección contradictoria y demanden su perfeccionamiento. Este ha sido el camino seguido por la humanidad para crear las Matemáticas, y ese mismo debe ser el método para enseñarlas (Idem, 5).

Matematikak eskatzen duen errepresentazio abstraktuaren maila lortzearren estrategia guztiak dira onargarriak, baita esperimentalak ere, Enriquesen hitzetan atzeman daitekeenez: «Si no se quiere una abstracción ilusoria, se necesita educar la capacidad representativa de lo abstracto, recurriendo también a medios experimentales» (Idem, 6).

Ikaskuntza matematikoaren mailen helburuen arteko bereizketak ez du, haatik, oinarrizko matematikaren eta goi-mailako matematikaren arteko bereizketa funtsezko bilakatu behar. Matematika berrian geometriaren adarren arteko bereizketa esentzialista zaharrak desegin diren bezala, ez du zentzurik matematikaren irakaskuntza zuzenarentzat oinarrizko matematikaren eta goi-mailako matematikaren artean funtsezko bereizketarik egitea, «como todavía hacen algunos. Con estas superioridades, quédanse esos muy satisfechos, sin darse cuenta de que son la expresión de su propia ignorancia» («Variedades», *Revista del CEC* 8, 1933, 5). Aitzitik, badira joera orokorra zein izan behar duen zedarrizten duten ekarpen aipagarriak. Joera horren berri Zurich-eko Matematikaren Nazioarteko Biltzarrean jasotzen du Santamariak, eta *Revista del CEC*-en hari buruzko oharra eskaintzen du. Joera horren adibide gisa, ordurako gaztelerara itzulitako Kleinen eta Enriquesen lanak aipatzen ditu Santamariak, *Matemática elemental desde el punto de vista superior* eta *Cuestiones referentes a la matemática elemental*, hurrenez hurren.

Ikusmolde berriak matematikaren irakaskuntzaren osotasuna *goi-mailako* ikuspegi batetik hartzen du:

La tendencia más general que parece manifestarse es la de la formación completa del profesorado en tal sentido, que éste pueda considerar las cuestiones elementales desde un punto de vista superior, con objeto de evitar el difícil paso que a veces es de efectos los más deplorables, de los métodos y enseñanzas elementales a los estudios e ideas superiores («El Congreso Internacional de Matemáticas de Zurich», *Revista del CEC* 2, 1933, 4).

Ikusmolde horrek korrante estrukturalista formalisten eta bourbakismoaren irizpide pedagogikoen gehiegikeriei aurre egitea ahalbidetzen du. Rey Pastorren hitzetan,

... huyendo de la general tendencia a elevar por abstracción los asuntos elementales, hemos prescindido de todo formalismo, esforzándonos, por el contrario, en elementalizar las cuestiones difíciles sin menoscabo del rigor (*Elementos de Análisis algebraico*, Madril, 1917, Sarrera).

Ikuspuntu horrek ez du oraindik gaurkotasunik galdu. Maila bateko zein besteko matematikako egungo testuliburuek goi-mailako eta bigarren mailako irakaskuntzaren arteko hausturaren irudia larriagotzen dute. Adibidez, topologia orokorraren ikasketa sistematikoa unibertsitatean baino ez da gauzatzen. Eta, haatik, bigarren mailako hezkuntzaren oinarrizko auzietan behin eta berriro hartzen du parte inplizituki. Irakasteko zailak diren gaiak eta arazoak dira, hain zuzen, sarritan zailtasun topologikoak ezkututzen dituztenak. Komenigarria

litzateke ikasleari topologia irakastea, ez matematikaren atal hori ikas dezan, ikasten dituen bestelako matematika-gaiak ulertu eta menperatu ahal izateko baizik.

2.3.3. Arazo matematikoa: matematikaren irakaskuntzaren muina

Santamariak aldarrikatutako matematikaren didaktikarentzako goi-mailako ikuspuntuaren berezko osagaia matematikaren praktikan eta irakaskuntzan arazoek duten funtseko garrantzian datza. Aurreko atalean aipatu denez, matematika berriaren muina arazoa da. Beronek ahalbidetzen du ikaskuntza eta ikerkuntza batzea. «Problema ikerketa txiki bat da, edo izan behar luke». Horretxegatik, Santamariak zuzenduriko aldizkaria, *Revista del CEC*, arazo-aldizkaria zen oroz gain, «goi mailako eskoletan proposatzen ziren problemak agertu eta erabiltzen zituen», 1979an gogoratuko duenez. Eta Santamariak eranstean duenez, oraindino ere, «baliteke geuk orain antzinako lanari berari berriz ere ekitea, problemaren teknikak matematika-ikertzaileen formazioarako bere garrantzia galdu ez duelako». Ramón y Cajalen aholkua bere egiten du Santamariak: zerbait ezaguna ikastea, ezezaguntzat eman ezagun hori, aurkikuntza berri bat egiten ari bazina moduan; aurkitutakoa berriz ere aurkitu, alegia. Jakina, norbaitek esan dezake horrela 'mediterraneo' aurkitu besterik ez dela egiten, Rey Pastorrek Santamaria gazteari esan zion legez, baina «gaur Mediterraneoak aurkitzen dituen ikasle gazteak biharko egunean egiazko ozeano berriak aurkitzea posible izango du» (*Mathematika Zientzia*, 62).

Beraz, matematikari eta haren irakaskuntzari buruzko Santamariaren ikusmoldea sistematizatuz, honako ideia hauek ondoriozta genitzake:

(1) Matematika egitea arazo matematikoak ebatzea da, matematikaren beraren problematikatik edo matematika aplikatzen den beste zientzia-esparruetako arazoen ebazpen saiakeretatik sortzen direnak, hain zuzen ere.

(2) Matematikaren berezko jarduera kontzeptu matematikoen funtzionamendu koherente eta eraginkorrean datza, (1)-en aipatutako arazoak ebaztearren.

(3) Kontzeptuen ezaugarritzea, arazoen ebazpen prozesuen baitako haien erabilera eta funtzionamenduaren bidez gauzaten da.

(4) Maila anitzen bidez, matematikaren irakaskuntzari atxikitzen zaizkion helburuen lorpenaren jarraitutasuna ziurtatu behar da.

(5) Kontzeptu matematikoen eraikuntza arazo handietatik eratortzen diren problematiketan oinarritzen da; arazo handi horiek antolatzen dute estrategia didaktiko orokorraren egitura.

(6) Ikerkuntzaren espirituak suspertu behar du matematikaren irakaskuntza.

3. Santamariaren ekarpen matematikoak

Matematika-ikertzaile legez burututako bere lanaldi laburrean oso trebakuntza geometriko sakona erakutsi zuen Santamariak. Bere ekarpenik garrantzitsuenak, Madrilen 1941ean aurkeztu baina aurreko hamarkadan burututako doktore-tesiaren inguruan batik bat, geometriaren gaiei buruzkoak izan ziren. Bere lanetatik gehienek ere, irakaskuntzaren maila ezberdinentzako idazkiak ahanzi gabe, geometriaren hainbat alderdirekin zerikusia zuten: ez euklidentarra, proiektiboa, axiomatikoa, aljebraikoa, eta baita Erlangengo Programaren ikusmolde sistematizatzailea ere.

3.1. Plano proiektiboen propietate topologikoak

Santamariak argitaratutako ekarpenik garrantzitsuenak *Revista del CEC*-eko honako artikuluetan daude: «Poliedros proyectivos elementales» (12. zkia., 1934, 2-4), «División del plano por quebradas proyectivas» (17. zkia., 1934, 1-3), «Teoremas sobre compacidad en el espacio proyectivo» (IV. urtea, 9. zkia., 1935, 205-207) eta «Quebradas proyectivas impares» (IV. urtea, 2. zkia., 1935, 25-28). Artikulu horiek bere doktore-tesiaren (*Introducción al estudio elemental de las propiedades topológicas del plano proyectivo*) beste hainbat kapitulu osatzen dituzte. Tesia beste bi kapitulu laburrekin osatzen da: «Entornos en un E_n » eta «Puntos comunes a dos quebradas simples».

Topologia Geometrikoaren teknikak intuiziotik oso gertu egotearen eragozpena dute. Horregatik, oso zaindua izan ez den frogapen batek, arrazoiketa ez frogatu bat egiazkotzat jotzeko intuizioan gehiegi oinarritzearen akatsa izan dezake. Arrazoiketa horietatik batzuk hain nabarmenak izan daitezke (adibidez, zuzen batek plano bi eskualdetan zatitzen duela baieztatzen duena) ezen praktikan ez baitute frogapenik behar. Baina horien erabilera jarraituak, haren frogapena nabarmena ez izateaz gainera, batzuetan faltsua izan daitekeen baieztapen batera eraman gaitzake. Aurrekoa frogatzen duten hainbat adibide topa genitzake Topologian; agian argienetakoa Jordan-en kurbaren teoremarena da. Bere frogapen geometrikoaren historia luzea eta nekeza izan da, haren edukiaren zorrotasun matematikoa agertu nahi zuten frogatzaile ugari batak bestearen ondoren etorriz. Teorema horren frogapen geometrikorik gehienek beste eragozpena, goragoko dimentsioetara orokortzeko haren berezko zailtasuna izan da. Rey Pastor bera saiatu zen, 1943an argitaratutako artikuluan, aipatu akatsik gabeko frogapena eskaintzen («Teorema de Jordan para las variedades poliédricas regulares», *Revista de la Unión Matemática* IX, 89-95).

Argi dago zirkunferentzia metriko batek plano bi eskualdetan zatitzen duela (zentrorako distantzia erradioa baino hertsiki txikiagoa eta handiagoa den bi puntu-multzoena), non eskualde bateko edozein bi puntu kurba (hots, tarte baten irudi jarraitua) baten bidez batu daitezkeen, eskualde ezberdinetako edozein bi puntu batzen dituen kurba guztiek emandako zirkunferentzia beti moztu duten bitartean. Zirkunferentzia batekiko edozein azpiespazio homeomorfoa plano aurreko propietateak betetzen dituen bi eskualdetan zatitzen duela frogatzen saiatzen da Jordanen kurbaren teorema.

Aipatu teoremaren baliozkotasun intuitiboa eta Topologiaren oinarriekin duen harreman estua dela eta, normaltzat joenezake matematikariek propietate hori frogapenik gabe onartu izana, 1865ean C. Neumann-ek arazo hori *Vorlesungen über die Riemannschen Theorie der Abelschen Integrale* (Leipzig, Teubner) liburuan esplizituki planteatu zuen arte. Hala ere, 1887-1893 urteetara arte itxaron behar izan zen, C. Jordanek, bere *Cours d'Analyse* (III. liburukia, Paris, Gauthier-Villars, 587-594; I. liburukia, 1893, 90-100) liburuan, frogapen luze eta nekeza aurkeztu zuen arte, alegia, non frogarik gabeko hainbat suposizio biltzen ziren, horien artean larriena kasu poligonalerako teorema izanik. Dirudienez, lehenengo frogapen osoa O. Veblen-ek aurkeztu zuen 1905ean («Analytic Topology», *Amer. Math. Soc. Collq. Publ.* 28, 83-98). Saiakera horren ondoren, beraren garapen konplexua zela eta, zenbait saio sinplifikatzaile agertu ziren.

Santamariaren tesian garatutako ikerlanaren helburua planoaren eta, oro har, espazio lineal proiektiboaren propietate topologikoak aztertzea da. Santamariak onartzen duenez, helburu hori, printzipioz, zuzenean burutu daiteke,

... utilizando solamente recursos elementales a partir del concepto de triángulo proyectivo y, en los espacios, de lo que aquí llamamos 'poliedro elemental', es decir del simple proyectivo, hasta llegar, por ejemplo, al análisis de las curvas de Jordan, como imagen topológica de la recta (*Introducción al estudio elemental de las propiedades topológicas del plano proyectivo*, 1; aurrerantzean, *Propiedades topológicas*).

Baina Topologia proiektiboaren aipatu arazok zuhur bihurtzen dute Santamaria, bere eraikuntza osoa formalizazio zehatzaren menpe jarritz. Horregatik, «la necesidad de afinar previamente los instrumentos de investigación, y la observación de que en esta labor fundamental había ya amplia materia de estudio, no han invitado a detenernos en el pórtico», era horretan hasieran proposatutako xedearen irismena murriztuz.

Santamariak erabiltzen dituen egileak eta ekarpen matematikoak honako hauek dira: Fréchet-en *Les espaces abstraits*, Appert-en *Propriétés des espaces abstraits les plus généraux*, Kuratowski-ren *Topologie I*, Urysohn-en *Sur les multiplicités cantorienes*, Kerékjártó-ren *Vorlesungen über Topologie*, Wilkosz-en *Les propriétés topologiques du plan euclidien*, eta Seifert eta Threlfall-en *Lehrbuch der Topologie*. Baina, haatik, plano proiektiboaren propietate topologikoak aztertzeko oinarritzko lana Rey Pastorren *Fundamentos de la geometría proyectiva superior* (1916) liburua da. Izan ere, Santamariak berak, lehen aipatutako 1935eko «Evolución de la Geometría Proyectiva» idazki laburrean, Rey Pastor geometria horren —hots, ikergetzat propietate proiektiboak, hau da, proiektzioetan eta sekzioetan gordetzen direnak, dituen— garapenari gehien lagundu dioten matematikari handien maila berean kokatzen du, Poncelet, Chasles, Cayley, Staudt eta Kleinekin batera. Staudtek lortzen du 1847an Geometria proiektiboa metrikotik aske eraikitzea, Poncelet, Chasles eta Cayleyk lortu ez zutena. Geometria proiektiboaren oinarritzko teorema edo Staudten teorema²⁸, baliabide grafikoekin eta elementu irudikarien bere teoria geometrikoarekin soilik, Geometria analitiko kartesiarraren adinako orokortasun maila erdiesten du²⁹. Baina Klein arte Geometria proiektiboak ez du Analisari ohikoa zaion zorrotasun maila lortuko. Dagoeneko ikusi dugunez, Geometria bat ez du bere baitako elementuen izaerak ezaugarritzen, ezta ikerkuntza-metodoak ere, oinarri gisa duen eragiketa klaseak baizik. Eta Santamariak, Rey Pastorren goi-mailako Geometria proiektibotik, Kleinen ekarpenaren honako balantze hau hartzen du:

... inicia en la Geometría obra análoga a la de los analistas de la segunda mitad del siglo pasado; así como éstos emprenden la revisión de los fundamentos del Análisis, y consiguen darle el *rigor* de que antes carecía, así Klein descubre el error de los que consideraban terminada la revisión de Euclides, cuando no habían hecho sino fijarse en una sola de sus proposiciones fundamentales: el famoso postulado de las paralelas (*Propiedades topológicas*, 3).

Kleinen lanetik abiatuz, oinarritzko teoremaren frogapen geometrikoa Darboux-en leman oinarritzen du Rey Pastorrek, hari bere ustez ez zeukan zorrotasuna eransteko asmoz. Rey Pastorren ustez, bere frogapenak zorrotzak eta hertsiki proiektiboak dira, gainera jarraitutako prozeduraren soiltasuna adieraziz. Haatik, gorago baieztatutakoagatik, Rey Pastorren Geometria proiektiboaren trataera beti zorrotza izatetik urrun dago oraindik. Santamariaren tesiaren xedea, zorrotasun gabezia hauek plano proiektiboaren propietate topologikoen azterketaren bidez betetzea da.

Nolabait ere, Rey Pastorrek 1916ko idazkian sakon landutako gaiak bazterrean geratzen dira, eta etorkizunik handiena zutenak —esate baterako, Erlangengo Programa, espazio abstraktuaren axiomatika edo espazio proiektiboaren topologia—, aldiz, osagarri funtzioa betetzen dute. Azken bi gaiak Santamariak prestatutako bi doktore-tesienak dira; espazio proiektiboaren topologia, bereziki, aztertzen ari garen tesiarena.

Santamariaren ikerketaren abiapuntua *poliedro elementalaren* definizioa da, gehienetan erabili ohi den *poligono proiektiboaren* kontzeptuak dakartzan zailtasunetatik aske baitago. Abiapuntu hori eta ikerlanaren orientabidea Rey Pastorren lehen aipatutako lanean daude. Santamariak onartzen duenez, poligono proiektiboaren kontzeptuaren definizioan Rey Pastorren strategiari jarrai dakioke, zatiki simple itxiak (bere burua mozten ez dutenak, alegia) eta espezie bikoitikoak (hau da, puntu kopuru bikoiti batean bere ezein erpinetatik igarotzen ez den edozein zuzenek mozten dituenak) aintzat hartuz. Zatiki horiek plano bi

eskualdetan banatzeko propietatea dute, eta horietako edozeini *poligono proiektiboa* deitzen zaio. Santamaria bi eskualdeon izendatze-identitate honen justifikazio ezaz ohartzen den arren —proiektiboki ezberdindu baitaitezke—, prozedura horren zailtasunik handienak jite formala du:

... notaremos que la definición de polígono proyectivo exige la demostración de difíciles proposiciones, entre ellas la misma división del plano que requiere razonamientos profusos. Por otra parte, la generalización del concepto de polígono a espacios superiores necesita por esta vía, la definición previa de la superficie poliédrica cerrada de especie par, que ofrece aún mayores dificultades («Poliedros proyectivos elementales», *Revista del CEC* 12, 1934, 2).

Horregatik guztiagatik, poligono proiektiboa baino murriztuagoa den poliedro elementalean oinarritutako beste estrategia bat proposatzen du Santamariak.

Horretarako, segmentutik bi dimentsioko poliedro elemental gisa hartutako triangelu proiektibora igartzeko prozedura ezartzen du. Triangelu proiektiboaren kontzeptu hori bi baino dimensio gehiagoko espazioetara orokor daiteke, horrela poliedro elementalaren definizioa erdietsiz.

Ondoren *ingurunearen* nozio topologikoa definitzen du: «Llamaremos entorno de un punto p en un E_n (espacio proyectivo de n dimensiones) a un P_n (poliedro elemental de n dimensiones) incompleto que contenga a p ». Kontzeptu horrek, jarraian, metatze puntu eta kondentsazio puntu, multzo deribatu, dentsio, itxi, perfektu, barne-puntu, multzo ireki, konexio eta abarreko kontzeptuak erabiltzea ahalbidetzen dio, aurretiko definiziorik gabe. Kontzeptu horiei ezagunak diren propietate orokorrak esleitzen zaizkiela suposatzen da.

Ingurunearen kontzeptu horrek Hausdorff-en espazioaren bost axiomak asetzen ditu. Bosgarren axiomaren frogapena (p puntu bakoitzari inguruneen segida zenbagarri bat dagokio, non p -ren edozein ingurune segida horretako terminoren baten azpimultzo den) sare poliedrikoak barneratuz burutzen da, triangelu sarea triangelu proiektibo batean definituz eta hori orokortuz, poliedro elementalaren sarea P_n -n definituz. Eta prozedura berberaz p -ko puntuen sare elementala eta puntuen sare partziala. Barneratutako kontzeptuetan oinarrituz, espazio proiektiboko trinkotasunari buruzko hainbat teorema frogatzen dira (*Revista del CEC*-en 9. zenbakian argitaratuta), bereziki jarraitutasunaren teorema³⁰ (sare bateko poliedro elementalaren edozein segidak, ebakidura puntu bat eta bakarra dauka); Bolzano-ren teorema orokortua (espazio proiektibo baten infinitu puntuen multzoek oro gutxienez metatze puntu bat daukate); Cantor-en teorema orokortua (multzo oso eta ez hutsen a_1, a_2, a_3 segida infinitu batek, non $a_{i+1} > a_i$, gutxienez ebakidura puntu bat dauka); eta Heine-Borel-Lebesgue-ren teorema orokortua (bedi $M E_n$ -ren multzo oso bat, non puntu bakoitzari berau barne hartzen duen poliedro elemental ez oso bat egokitzen diogun. M multzoa egokitutako poliedro horien kopuru finitu baten barnean dago).

Hurrengo bi kapituluetan (*Revista del CEC*-en argitaratuak, 17. zkia., 1934, eta IV. urtea, 2. zkia., 1935), Santamariak lehenik ordena bikoitiko zatiki proiektiboen bidezko planoaren zatiketa aztertzen du, eta, bigarrenik, ordena bakoitikoaren bidezkoa. Zehazki, lehenengo kasuan, ordena bikoitiko zatiki proiektibo, itxi sinpleek (hots, puntuen kopuru bikoitian edozein zuzenek mozten dituenak, ezein ebakidura-puntu erpin ez denean) plano bi eskualdetan zatitzeko duten propietatea frogatzen da. Zatiki mota honen baitan doaz zatiki arruntak ere, hots, plano euklidestarrean marraztutakoak, zeinen zatitze propietatea garaiko lanetan ongi ezaguna zen. Bigarren kasuan, planoaren zatiketaren inguruko zatiki bakoitien propietateak aztertzen dira. Horrek zatiki bikoitiaren kontzeptuaren orokorpen berri bat (*más aparente que real*) ahalbidetzen du.

3.2. Bigarren doktore-tesia: espazio abstraktuaren axiomatika

Santamariaren bigarren doktore-tesiak, lehen adierazi dugunez, Rey Pastorrek elementu osagarri soil legez landutako alderdietako bat jasotzen du, espazio abstraktuaren axiomatika hain zuzen. Tesi hori ez dago partzialki ere argitaratuta eta, tamalez, Madrilgo Unibertsitatetik ere desagertu egin zen. Beraren izenburua *Estudio de una relación de separación como noción topológica primitiva* da. Tesi horrek «Prólogo» eta «Complemento» bat ere baditu, azken hori «Estudio de los espacios de separación hereditaria» izenburuaz. Erabilitako lanak zenbait kasutan aurreko tesiarentzat aipatutakoak dira (Fréchet, Hausdorff, Appert, Seifert-Threlfall eta Kerékjártó-renak). Horiei Menger-en *Dimensionstheorie*, Bouligand-en *Les définitions modernes de la dimension* eta *Fundamenta Mathematica* aldizkarian argitaratutako hainbat artikulu (Urysohn, Zarycki eta Kuratowskirenak espresuki aipatzen ditu) gehitu behar zaizkie.

Normalki 30eko hamarkadan espazio topologikoen axiomatizaziorako erabilitako jatorrizko oinarriak, *deribatua* (Riesz-Fréchet), *itxidura* (Kuratowski), *multzo irekia* (Sierpinski), *auzotasuna* eta *ingurunea* (Fréchet, Hausdorff), eta abar ziren. Bere tesian, jatorrizko nozio gisa espazioaren puntuen eta azpimultzoen arteko *banantze*-erlazio bat aintzat hartzea proposatzen du Santamariak. Ideia honen inspirazio iturria dagoeneko badauden axioma batzuetatik (bereziki Kuratowskiren IV.etik, non banantzearen antzeko trataera bat dagoen) datorrela dirudi. Santamariak, axioma guztiak banantze-baldintza legez adieraztea proposatzen du, eta ez du lortutako emaitzen alderdi-bikoiztasuna onartzeko zalantzarik agertzen. Izan ere,

... los resultados obtenidos nos han demostrado la posibilidad de este método y su mayor uniformidad, en relación con los sistemas ordinarios, aunque también han puesto de manifiesto su menor flexibilidad en las reglas operativas (*Estudio de una relación de separación como noción topológica primitiva*, 1; aurrerantzean, *Relación de separación*).

Tesiaren edukia sakonago aztertzen hasi aurretik, «Prólogo»-ari begirada bat bota behar diogu, espazio topologikoen azterketari aplikatutako trataera konjuntistan zehar ibilaldi egokia burutzen baitu.

Fréchet, Lindenbaum, Bouligand, Riesz, Urysohn, Hausdorff eta beste batzuek egindako espazio abstraktuen ezaugarritze proposamenak kritikoki ikusi ondoren, Santamariak topologiaren oinarritze axiomatikoaren tipologia bat ezartzen du jatorrizko gisa erabilitako kontzeptutik abiatuta, honako hau ondorioztatuz:

Entre todos los procedimientos que hemos analizado hasta ahora hay que distinguir, pues, aquellos en que se emplea como primitiva una noción no topológica (distancia, convergencia, entorno) y aquellos otros en los que la noción primitiva empleada es de carácter puramente topológico (punto de acumulación, operación de derivación) (Idem, 9).

Jarraian, jatorrizko nozio ezberdinen gain ezarritako erkagarritasunaren araberako tipologia berria ezartzen du Santamariak, *siempre que esta definición (sea) posible*. Horrela, bada, egoera hauek ditugu: (i) Definizio bikoitza posible denean, aintzat hartutako nozioak ordena berekoak dira. Horrela, itxiduraren ordena bereko kontzeptuak soilki topologikoak dira, hau da, *deribatua*, *barnealdea*, *kanpoaldea*, *muga*, *ertza*, *koherentzia*, *atxikidura*, eta abar. (ii) Batzuetan, nozio batzuek itxidura nozioa definitzea ahalbidetzen dute, baina ez alderantziz, adibidez distantziaren kontzeptua edo segida baten limitearen kontzeptua. Hausdorffen espazioko ingurune nozioa eta Frécheten espazioetako auzotasun familien nozioa ere mota horretakoak dira. Kasu horietan, definizioaren ordeztasun baldintza eskatzen da. (i)-ko nozioak nozio topologikoak dira; (ii)-koak nozio infratopologikoak dira: itxidura definitzen dute, baina itxidurak ez ditu mugatzen.

Azkenik, Santamariak nozioen hirugarren kategoria bat aipatzen du, zeinak topologiaren jatorrizko nozio gisa balio ez duten: nozio ultratopologikoak dira. Itxidura eragiketak (edo beste edozein nozio topologikok) mugatzen ditu, baina haiek ez dute eragiketa hori mugatzen. Nozio ultratopologiko horietako bat tesian proposatzen den *banantze perfektua* da, espazioaren puntuen eta azpimultzoen arteko erlazioa. Banantze perfektuaren erlazio hori inbariante topologiko bat edo, nahiago bada, itxiduraren kobariante bat da, baina itxidura ez da banantze perfektuaren kobariante bat. Santamariak bere nozioa ohiko esparruan aurkezten du. Jatorrizko nozioaren aukeraketa, argitasunak eta ikerketaren helburuen arabera nozio bakoitzak eskaintzen dituen abantailek baldintzatzen dute:

Tenemos, pues, en resumen, tres tipos de nociones: infratopológicas, topológicas y ultratopológicas. Las primeras pueden servir como nociones primitivas de la Topología, pero debe hacerse notar que se trata de elementos extraños a ella, y cuyo cuerpo de doctrina propio lo constituyen otras geometrías más concretas: así, por ejemplo, la noción de distancia que, aunque útil y cómoda en la Topología, tiene su verdadero campo en el estudio de las congruencias, iniciado por Lindenbaum [...]. Desde un punto de vista puramente lógico no son, pues, las más apropiadas a tal efecto. Las segundas, situadas en el mismo plano que la operación de cierre y en la más fuerte conexión lógica con la misma, son las indicadas, al menos lógicamente, para servir de fundamento axiomático a la Topología. Y las terceras no pueden, en modo alguno, ser empleadas con este objeto salvo para el estudio de ciertos tipos particulares de espacios. En realidad cada una de estas nociones define un tipo, el más amplio, en el cual puede considerársele como primitivo. Así, por ejemplo, ocurre con la noción de separación perfecta (*Relación de separación*, 27).

El problema de la elección de noción primitiva debe, pues, enfocarse en el sentido de elegir entre todas las nociones topológicas aquella que ofrezca mayor claridad intuitiva o más ventajas para los posteriores desarrollos (*Relación de separación*, «Prólogo», 19-20).

Horrela, Santamariaren aburuz, proposatutako banantze nozioak, jarduera intuitiboaren mailan, abantaila nabaria eskaintzen du.

Tesiaren gunean, espazio topologikoetan tazituki erabiltzen diren puntuen eta azpimultzoen arteko lau banantze mota intuitibo aztertuz hasten da Santamaria. Análisi informaletik ondorioztatzen denez, horietatik bat bakarra da jatorrizko nozio izateko gai. Ondoren, espazio topologikoen mota bakoitzean (Frécheten V espazioak, espazio eskuragarriak, eta abar) eskatzen diren baldintza axiomatikoak ezartzen ditu. Azkenik, banantze nozioaren bidez, deribatu, barnealde, muga, itxidura, auzotasun, muga multzo, multzo ireki, itxi, espazioan dentso eta ez dentso kontzeptuak definitzen dira.

Santamariak *Estudio de los espacios de separación hereditaria* izendatzen duen zatian («Complemento»), aplikaziozko adibide gisa, V espazioen propietateen azterketarako banantze nozioaren erabilerari buruzko zenbait alderdi aztertzen ditu. Hain zuzen, propietaterik orokorrenak lantzen ditu, batik bat konexioa, kateamendua eta trinkotasunarekin erlazionatuta dauden propietateak. Azterketa honek, azkenik, zenbait kontzeptu barneratzea ahalbidetzen du: puntu isolatuak, metatze finitukoak, kondentsaziozkoak, metatze handienekoak.

3.3. Beste zenbait ekarpen matematikari gisa

Aipatu bi tesietan islatutako ikerlan matematiko espezifikoaz gain, maila txikiagoko beste zenbait 'irtentaldi' ere burutzen ditu Santamariak³¹. Lehenik, aljebra, zenbakien teoria eta geometriari buruzko bere lanak aipatu behar dira, ia beti interes heuristikoa duten oharrak, non, gai baten aurkezpen laguntzaile baten ondoren, azkenean ariketak eta arazoak proposatzen diren. Lan horietako batzuk CEC-eko *Círculo de Estudiantes*-en erabiltzen ziren. Hor lantzen dira, 'ikasgai' legez, *Revista del CEC*-en agertutako honako hauek: «Teoría lógica

de los números y magnitudes» (10. zkia., 1933, 3-5), «Una posición especial de las figuras correlativas» (10. zkia., 1933, 5) edo «Homología correlativa con un centro y un eje» (12. zkia., 1934, 6-8), non homologia arruntaren —homografikoaren— eta homologia korrelatiboaren (zentro bakarduna eta, beraz, ardatz bakarduna) propietate analogoak erkatzen diren. Horrelaxe lantzen ditu katea kontzeptua eta haren aplikazioak ere «Resolución de cuestiones geométricas por medio de números complejos» (1. zkia., 1932, 3-5) artikuluan. «Concepto y aplicaciones del seno del triedro» (1. zkia., 1932, 5-6) artikuluan, aldiz, triedroaren eta diedroaren sinuaren araberrako ekuazioak eskaintzen ditu; ekuazioen errepresentazioa ere planteatzen du («Representación de ecuaciones», 5. zkia., 1933, 2) edo, azkenik, ebazpen ez-jator edo infinituak aljebran aplikatzeko aukera azaltzen du, geometriari puntu ez-jator edo infinituekin egiten den legez («Cuestiones sobre sistemas de ecuaciones», *Revista del CEC*, IV. urtea, 2. zkia., 1935, 28-31).

Ekarpen horiek —horietatik asko zenbakien teoria klasikoko oinarritzko arazoak izanik— adierazten dutenez, Santamariak ez die zailtasunei ihes egiten, eta landutako auziak orokortzeaz arduratzen da. Ez dirudi ardura horrek luze iraun duenik, eta are gutxiago inoiz teoria klasiko eta elementalaren mugak gainditu dituenik bere garaiko zenbakien teoriaren eta, bereziki, zenbaki aljebraikoen teoriaren arazoetara hedatzeko. Gauza bera esan daiteke, gure ustez, geometria aljebraikoaren arazo batzuei buruz ere.

Aljebrari buruz 1968tik aurrera argitaratutako beste hiru lan ere aipa genitzake, gainera. Hirurak ere euskarazko terminologia matematiko edo, espezifikoki, aljebraikoa zehazteko asmo pedagogikoaren testuinguruan kokatzen dira. Lehena, «Algebra berria», *Jakin* aldizkarian agertzen da 1968an (29. zkia., 30-40). Artikulu horren xedea algebra berriaren oinarritzko kontzeptuak aurkeztea da, ikasleak matematikan barneratzeko abiapuntu gisa. Garai berriekin bat eginez, ikaslea nozio aljebraikoetan barneratzen hastearren alde agertzen da, hasiera batean zailagoa dirudien arren. Euskarazko sarrera-testuen gabezia aintzat hartuz, mintzairaren bidez adierazitako lehenengo nozio aljebraikoen hutsunea betetzen saiatzen da. Horrela, elementu, erlazio ('elkarbide' terminoa proposatzen du Santamariak), egitura eta talde kontzeptuak definitzen ditu.

Aurreko artikulua helburua matematikaren didaktika modernoa bultzatzea bada, ia hamarkada bat geroago, *Elhuyar* aldizkarian, eta bi emanalditan, «Ahoz eta euskeraz irakurtzekotan, nola irakurri behar dira algebrako formulak?» (I, *Elhuyar* 6, 1976, 38-45; II, *Elhuyar* 8, 1976, 46-58) lana argitaratzen du. «Algebra berria» idazkitik igarotako zortzi urteek *Elhuyar* taldea eta *Udako Euskal Unibertsitatea* jaiotzen ikusi dute. Santamariak biotan du parte-hartze zuzena. «Ahoz eta euskeraz irakurtzekotan, nola irakurri behar dira algebrako formulak?» artikuluko proposamen terminologiko aljebraikorik gehienak egun onartzen direnak dira. Santamaria, horretarako, terminologia eta irakurketa aljebraikoa proposatzen azkenetakoa izateaz baliatzen da:

Nere ustez kalkuluaren irakurtzea erregela jakin batzuen bidez egin behar da. Lan hau ez da sekula egin erderazko irakaskintzaz. Zergatik ez egin, ordea, euskerazko irakaskintzaz? Azkenekoak izateak zenbait abantaila izan behar du, noski, eta orain gu eskola antolatzen hasi garelako, besteek baino hobeki egin dezakegu euskaldunok.

Aurreko lanak, matematikaren didaktika modernoaren eta terminologia egokiaren, hau da, algebra modernoaren edo, behin baino gehiagotan aipatu duen legez, logika matematikoaren sarreraren beharrak bultzatzen ditu.

Logikaz *stricto sensu* 30eko hamarkadatik interesa izan arren, alor horretan bere ekarpena oso murrizta da. 1980an artikulua bat argitaratzen du Felapton silogismoaren 'froga matematikoaz'. *Elhuyar* aldizkariaren 18. zenbakian, J.M. Goñik silogismo modu batzuen frogapenak ematen ditu logika kuantifikatzailearen bidez. Horretarako, silogismo bakoitzaren premisak logika matematikoaren mintzairara bihurtu ondoren, horietatik hasi eta proposizio-

segida formaldu baten bidez ondoriora heltzen da. Haatik, Felapton silogismoa frogatzerakoan ezintasunean aurkitzen da. Arazoa honela aurkeztu ondoren, Santamariak horren zergatiaren azterketari ekiten dio: zergatik ezintasun hori?

«FELAPTON silogismoa dela ta» artikuluan, Santamariak ondorengo erregela unibertsala aipatzen du: «Existentziari buruz ezer esaten ez duten proposizio batzuetatik ezin daiteke inolako existentziarik atera». Bada, Santamariak ondorioztatzen duenez:

Felapton silogismoaren bi premisak unibertsalak dira. Ondorioa, ordea existentziala da. Eman dugun erregelaren arabera hau ezinezkoa da eta, antzinakoen ideia adierazi ahal izateko, eranskin bat gaineratu behar diogu lehenengo premisari («FELAPTON silogismoa dela ta», *Elhuyar* 22, 1980, 36-43, 42).

Eranskin hori existentziala da: A oro B da, eta A existitzen da. Ondoren silogismoaren froga kuantifikatzailea erraza da, Santamariak erakusten duen legez.

Bestetik, Santamaria, matematikaren adar berri batez ere arduratu da asmo dibulgatzailez, hain zuzen Shannon-ek bultzatuko informazioaren teoriak. «Nociones fundamentales de la Teoría de la Información» artikuluan (*Estudios Empresariales de la Escuela Superior de Técnica Empresarial* 65/2, 1965, 75-87), antolakuntzaren eta, bereziki, ekoizpenaren eta enpresaren alorrean lan egiten dutenentzat adar matematiko berri horrek duen interesa agertzen saiatzen da. Bere artikulua dibulgatzailea da, baina, teoria berria oraindik ikasketa planetan sartu ez denez, zientzialariek ez dute Santamariaren aburuz oso interesgarria izan daitekeen lanabes hori ezagutzen. Ondoren, adibide erakargarri eta anitzen bidez, kalkulu informatiboaren funtsezko hiru nozioak aurkezten ditu: (i) balizko zenbait irteera dituen egoera batek duen entropia edo ziurgabetasun-kantitatea, (ii) froga edo esperientzia bati atxikitako entropia, hau da, froga hori egin ondorengo gainerako ziurgabetasun-kantitatea, eta (iii) froga edo esperientzia batek eskain diezagukeen informazio kantitatea, aurreko bi kontzeptuen emaitza dena.

Azkenik, «Informazioa neurritzen» (*Egan* 1-6, 1974, 3-11) artikuluan, osagai kontzeptual horiek kriptografiari eta kinielak eta beste hainbat jokori buruzko emaitza xume baina harrigarriak erdiesteko erabiltzen ditu, izaki bizidunek zein makinek, kode linguistikoek edo izaera soziala duten gertakariak parte hartzen duten beste esparru askotan kalkulu informatiboan aplikagarritasuna azaltzeko asmoz.

Bestalde, eta *Revista del CEC*-en zuzendari legez, Santamariak «Notas varias» eta «Notas curiosas» ugari idazten ditu, «Problemas propuestos» sailean arazoak proposatzen ditu, Zientzi Fakultate eta Ingeniaritza Eskoletako sarrera azterketetan proposatutako arazoan ebazpenak aurkezten ditu, edo zentroaren edo bera izandako kongresuen (adibidez, 1933ko Zuricheko Matematikaren Nazioarteko Biltzarra) informazio-oharrak idazten ditu, Oñate, Rey Pastor, Julia, Mataix Aracil eta abarren liburuen aurkezpen-ohar laburrekin batera. «Del círculo matemático de estudiantes» bezalako ohar luzeagoak idazten ditu, edo aldizkarian jasotako bestelako hainbat kontsultari erantzuten die. Matematika leunagoa bihurtu eta matematika elementalaren hainbat auzi gazteei modu arin batez aurkeztea helburutzat duten iruzkin laburrak ere eransten ditu, esate baterako determinanteen teoriari buruzkoa; edo kurba edo espazio kontzeptuei buruzko ohar historikoak (hurrenez hurren, 10. zkia., 1933, 1-2; 16. zkia., 1934, 3-4) eta 'geometria proiektiboaren bilakaerari' buruzkoa ere idazten ditu (IV. urtea, 1. zkia., 1935, 2-3).

3.4. Matematika oinarri kultural gisa

Santamariaren jardunbidearen azterketatik ondoriozta genezakeenez, badirudi nahiago duela berak Euskal Herriko ikerkuntzaren erdigunea izan estatu- edo nazioarte-mailan leku duina —baina inoiz ez lehen mailakoa— bete baino. Horregatik, ohikoa izaten den legez,

norbera baino bikainagoak diren ikerkideengandik urrun mantentzen saiatu beharrean, horietako asko bere albora ekartzen ditu. Bere bizitza moldatu duen herrian finkatzen du bere jarduera, nahiz eta, azkenik, zientziaren zein zientziatik kanpoko alorretan ekimen handiko gizona izanagatik, bere lanak nazioarteko proiektzioa bereganatu. Santamariaren zientzia-jarduerak eman zezakeen guztia eman ote du? Bere matematikagintzari arreta gehiago jarri izan balio, bere ekarpenari garrantzi handiagoa emango ote ziokeen? Santamariaren berebiziko jardunak bere ardura alor anitzetan barreiatu duenez, ziur asko bigarren galderari baietz erantzun beharko genioke. Baina bere jarduna bere osotasunean hartuz, horrek Santamariak alor ezberdinetan lortutako emaitzei meritu handiagoa ematen die. Plano proiektiboaren topologiaz arduratutako Santamaria matematikariaren defizita, bizi behar izan dituen egoeren pentsalari kritiko eta hainbat eta hainbat ekimenen sustatzaile izanarekin erabat orekatuta geratzen da. Baina matematikari huts gisa, Santamariak ikerketa-artikulu kopuru jakin bat argitaratu du. Ziur asko, *Revista del CEC*-en hileroko argitalpenaz eta izaera sozial eta kulturaleko hainbat jardunez arduratu izan ez balitz, kopuru hori handiagoa zitekeen. Baina hori ezinezkoa izango litzateke jarduera matematikoaren praktika «pour l'honneur de l'esprit humain»³² gisa burutzen saiatu denarentzat.

Santamariak CEC-en emandako hitzaldi baten gaia «La matemática como fundamento cultural» izan zen. Tamalez, testua galdu egin da eta ezin da egilearen gai horrekiko ideiekin harreman zuzenik izan. Baina, dena den, Santamariaren beraren beste idazki batzuetatik eta Rey Pastor bere maisuak kultura matematikaz kanpokoaz zuen interesetik abiatuz, matematikaren ikusmoldeari eta honek giza kulturaren garapenari ekartzen dionari buruzko Santamariaren ideiak zein diren ondoriozta daiteke. Santamariak, «Algunas orientaciones de Klein sobre la enseñanza de la Geometría» (*Revista del CEC* 12, 1934, 4-5) artikuluan jasotako Kleinen xedeekin bat egiten du: matematikaren xedeak «debe ser capacitar a gran número de individuos para la colaboración en los fines de la cultura humana, cuya tendencia esencial es hoy día la actuación práctica» (Idem, 4).

Egungo matematikariak kultura orokor zabala izan behar du, bere garaiko zientzia naturala eta teknika ezagutu. Ez dago XIX. mendeko purismo matematikora itzultzerik. XX. mendeko matematika, diziplinarteko eklektizismoaren espirituak gidatu behar du. 'Matematika hutsa' eta 'matematika praktikoa' hurbildu egin dira. «Matematika berria oso pragmatikoa bilakatu da» (*Mathematika Zientzia*, 60). Eta hori zorionekoa da euskaldunentzako, zeren orain arte Euskal Herrian 'matematika praktikoa' baino ez bazen egiten, orain euskaldunek 'matematika hutsa' ere egingo baitute. Matematika berria, Santamariak 1979an baieztatzen duenez, ereduaren matematika da, egituren matematika, hots, ordenagailuaren matematika.

Matematika hori kulturaren maila guztietan aplikatzen da. Matematikariak ez du bere ikerkuntzaren esparru espezifiko soilik ezagutu behar. Gainera, matematika potentzialki aplikatu daitekeen edo matematiko gisa planteatu daitezkeen arazoak sor ditzaketen eremuetara ere iritsi behar du. Jakina, Lebesgueren edo Fubiniaren teoremen ezagutza eta analisiak matematikariaren interesa pizten du, baina teorema horiek zientzia fisiko eta kimikoetan luzeren, azalaren eta bolumenaren neurketarekin duten loturak ikuspuntu berriei, teorema horien ulerkuntza berriei irekitzen die atea. Dagoeneko aipatu dugunez, bigarren mailako hezkuntzako testuliburu tradizionalak ez dute matematikaren eta kulturaren munduaren — gainerako zientziak bertan sartuz — arteko lotura hau errazten. Aitzitik, elementalaren eta goimailakoaren bi ikuspuntuen erabilera tradizionalak, matematikaren eta bere ingurune kulturalaren, hots, nolabait esatearren, bere ekosistemaren arteko banantzea larriagotzen du. Ikusi dugunez, Santamariaren ustez, matematika *goi-mailako* ikuspuntutik egin eta irakatsi behar da beti, bigarren mailako arazoetara aplikatzen denean ere. Aplikazio-mailak bereizi daitezke eta bereizi behar dira, baina inoiz ez erabiltzen den ikuspuntua.

Matematikaren eta beste instantzia kulturalen arteko ezinbesteko lotura hori ez da bereziki epistemikoak diren mugatzen. Matematikaren eta kulturaren arteko erlaziotik sortzen

diren arazoetatik batzuk balioen esparruari atxiki behar zaizkie, berezko dimentsio etikoa baitute. Horrela, adibidez, lanabes matematikoen erabilerak, bereziki estatistikenak, iritzi publikoaren manipulaziorako balio dezaketen aukera zabalak eskaintzen ditu. Alderdi horiek guztiak sakonago aztertuko ditugu hurrengo ataletan, zientziaren, teknikaren eta gizartearen arteko elkarrekintzari buruzko Santamariaren hausnarketa aztertzerakoan. Esandakoa onesteko, ikus dezagun Santamariak, 1966ko iruzkin labur batean, orduan hasi berriak ziren ikerketa demoskopikoen inguruan azaldutako kezka. Santamariaren ustez, horietatik lortutako ezagutzek, politikarien eskuetan, inork nahi ez dituen emaitzak ekar ditzakete. «Zoritxarrez politika maneiatzen dutenek ez dituzte gehienetan herriaren egiazko gurak ezagutu nahi, ezagutze horrek makina bat buruhauste ekarriko liekeelako». Arazoa ez datza teorian, matematikan, baizik eta, zientziaren eta gizartearen arteko elkarrekintzari buruzko bere gogoetetan ondoren ikusiko dugunez, zientziaren, matematikaren erabileran: «Matematikak prest daude, ez baina borondateak» («Egunetik egunera», *Zeruko Argia*, 1966-02-20).

Beraz, Santamariaren pentsamenduaren oinarri nagusietakoa honako hau da: ez dago matematikagintza matematikaren beraren eta, oro har, zientzia, teknika eta gizartearen arteko elkarrekintzei buruzko pentsamendutik bereizterik. Ezagutza matematikoa, aplikazioen esparruaren bidez, teknikagintzarekin eta, ondorioz, esanahi etikoa eta politikoa duten adierazpide sozialekin jartzen da harremanetan. Santamariak, matematikari legez, ez dio inplikazio horiek aztertzeari ihes egiten. Aurreko ataletan ikusi dugunez, Santamariaren zientzialari-izaera ez dago ukatzerik; hezkuntzaz eta lanbidez matematikaria da. Bere jarduera zientifikoaren islarik nabarmenetakoa, 1.2. atalean ikusi dugunez, 1931n Eusko Ikaskuntzaren baitan *Centro de Estudios Científicos* sortu izana dela aipa genezake. Bere zientzi ikerketekin batera, gainera, zientzialari eta teknikari berrien prestakuntzan eta hezkuntzan ere lan egiten du Santamariak; ikusi besterik ez dago, esate baterako, ESTE (Escuela Superior de Técnica Empresarial) eta EHUren sorreran Santamariak izandako funtsezko partaidetza. Lehenik, beraz, oso gertutik ezagutzen ditu hala esparru zientifikoa nola esparru teknologikoa. Eta ezagutza horretatik abiatuz, Penintsulan ohikoa ez den hausnarketari ekiten dio: bere jarduerari buruzko hausnarketari, alegia (zientzialariak hemen, European ez bezala, ez baitu gogoeta hori egiten). Beraz, zientziaz eta teknikaz diharduenean *badaki* zertaz ari den.

Bigarrenik, 2.3. atalean aztertu dugun legez, Santamariak zientzialari- eta teknikari-belaunaldi berrien hezkuntzari berebiziko garrantzia ematen dio. Zientzia, teknika eta gizarteari buruzko Santamariaren hausnarketak kutsu berezia hartzen du hemendik aurrera, filosofia pertsonalistaren eta pentsamendu kristauaren tradizioaren ildotik. Zeinek izan behar du, bada, Santamariaren ustez, hezkuntza horren helburu nagusia? Hezkuntza honek zientzialari eta teknikari gizatiarrak osatzera bideratu behar du, hau da, jakitunak, eta ez, besterik gabe, adituak, jakintsu espezialistak osatzera. Zientziak eta teknikak, gizateriari onura ekarri nahi dioten heinean, ez dute giza balio moralen ildotik desbideratu behar.

Hirugarrenik, Santamaria hezkuntza mota berri honen nondik norakoak ezaugarritzen saiatzen da. Zientzialari eta teknikari egokiak, gizatiarrak, integralak osatzekotan, zientzia hutsa soilik ala beste zerbait ere irakatsi behar zaie? Bada, helburua ez da, besterik gabe, diziplina bakoitzaren eduki espezializatuak soilik transmititzea. Santamariaren ustez (Maritainen kristau-pertsonalismoaren ildotik), batetik, jakintza zientifikoa, eta, bestetik, mendetako giza esperientziaren fruitu den jakituria bereizi beharreko kontzeptuak dira. Jakintza zientifikoaren baitako eduki horiekin batera, belaunaldi berriei balio gizatiarren eremuaren ateak ere ireki behar zaizkie. Santamariak berak azaltzen digunez, hezkuntza berri horrek *humanismo teknologikoan* gauzatu beharko luke, hau da, aipatutako jakintza zientifiko-teknikoaren eta jakituria kristau-pertsonalistaren sintesian.

Zientziaren eta teknikaren pentsamenduari buruzko Santamariaren lehen idazkiak 40ko hamarkadaren erdian agertu dira, Bigarren Mundu Gerraren amaieran, hain zuzen ere. Bonba atomikoen jaurtiketak eragin ezkorra izan du Santamariarengan; gertakari horiek, zientziak

eta teknikak gizartearen eta naturaren bilakaeran izan ditzaketen kalte ikaragarriez ohartarazi dute Santamaria. Ondorioz, zientzia eta teknikari buruzko pentsamendu kritikoaren aitzindarietako bat bihurtu da. Esparru teknozientifikoan sumatzen duen deshumanizazio prozesua dela eta, zientziaren eta teknikaren norabide kritikoaren birbideratze gizatiarra eta morala egituratzea izan da Santamariaren pentsamenduaren azken helburua. Pentsamendu hori, batik bat, Euskal Herriko hainbat egunkari eta aldizkaritan argitaratutako 40 bat artikulua laburretan agertzen digu Santamariak.

4. Matematikaz haraindi: zientzia eta giza fenomenoaren ikerkuntza

Egungo gizartean jende askok jakintza zientifikoan sinesmen itsua du; arazo filosofiko, sozial, ekonomiko, politiko eta gizatiar guztiak, zientzia-metodologia hertsiki erabiliz konpon ditzakeen jakintza horren aukeran sinesten du. Ikuskera horren azpian, Santamariak, positibismo zientifikoaren eragina nabaritzen du, zeinaren arabera, jakintza guztia jakintza zientifikoa den eta horrek, oro har, natura-zientzietan oinarritu behar duen. Diziplina zientifiko horien artean garatuena eta egituratuena fisika denez, hori bilakatu da, bereziki, jakintza zientifikoaren gailur, eredu eta gida.

Zientziagintza modernoan positibismo horren aztarnak oso barneratuta daude. Baina Santamariak, giza existentziaren inguruko funtsezko arazoei erantzuteko positibismo horri eustearen aukera zalantzan jartzen du. Giza fenomenoak ikertu eta ulertzeko gizakiari buruzko jakintza espezifiko baten beharra azpimarratzen du.

4.1. *Natura-zientzia vs giza zientzia*

Baina, orduan, natura-zientzien izaera errepikatuko duen zientzia batek modu egoki batez bete al dezake helburu zabal hori? Santamariak bere zalantzak agertzen ditu. Are zehatzago: ez du natura-zientzietan aldarrikatzen den zientzia-argitasunean sinesten («La claridad científica», *El Diario Vasco*, 1959-04-12). Edozein ikusmolde filosofikotik, dela neoeskolastizismotik, marxismotik edo positibismo logikotik, letorkeen argitasun-eskariari susmagarri irizten dio. Hitzaren zentzurik onenean 'obskurantista' dela baieztatzen da Santamaria. Zientzia formal eta natura-zientzien eremutik, diziplina humanistikoetan erabiltzen diren kontzeptuen iluntasuna eta zehaztugabetasuna salatzen dela onartzen du. Baina, zientzialarien argitasun hori ez ote da arazo filosofikoki funsgabeetara mugatzearen ondorio? Ez ote dira heziketa humanistikodunak benetako auzi garrantzitsuetan murgiltzen direnak? Zientzialariaren eta zientzistaren argitasuna, *¿no consistirá también, en esto, en renunciar previamente y sistemáticamente a pensar y a decir lo más importante?* Zientzia-jardueran, Santamariaren argudiaketari jarraituz, kontzeptu guztiek aurretiko esterilizazio zorrotza jasaten dute. Zientzialariak, bere arrazoitzeetan mintzairaren bidez sar daitezkeen balizko ideia ilun eta anbiguoei atea ixten die³³. Jakina, azkenik ideia argiak soilik geratzen zaizkigu, *e incluso demasiado claras*: baina ez ote du argitasun biribil horrek jakintza zientifikoa tautologiko bihurtzen? Hasiera-hasieratik gizakiaren aldiririk sakon eta misteriotsuenak zientziaren ikergaien eremutik sistematikoki baztertu dituenak ez du, azken finean, bere diskurtsoaren argitasunaz harrotzeko arrazoirik eta eskubiderik. Santamariaren iritziz, argitasuna, zientzian, metodikoa soilik izan daiteke, bere baitako berezko ezintasuna eta iluntasuna onartzen dituen; ideia hori hobeki azaltzeko Simone Weilengana jotzen du:

El método propio de la filosofía debe consistir en concebir claramente los problemas insolubles, en su propia insolubilidad. Después, en contemplarlos sin más, fijamente, incansablemente, sin ninguna esperanza en la espera (Ibidem).

Gizateriaren etorkizuna, egun inoiz baino gehiago, zientziaren etorkizunari lotuta doa. Gizakiaren eta gizartearen antolaketaren bilakaera, neurri handi batean, jakintza zientifikoak baldintzatzen du. Baina, zientziak, XX. mende bitartean, hutsune nabaria izan du: gizakia, errealitate konplexu gisa, bere aztergaietatik at utzi du. Santamariak, lehen aipatu dugunez, hutsune hori beteko duen ezagutzazko diziplina berri baten, gizakiari buruzko zientzia edo jakintza baten sorreraren beharra adierazten du.

Azken hamarkadetan, eta batez ere Bigarren Mundu Gerraren ondoren, 'giza zientziak' asko garatu dira: demografia, psikologia soziala, iritzi teknikak, erlijioaren soziologia, giza geografia, ohituren zientzia... Alor horien guztien inguruko argitalpen zientifikoak gero eta ugariagoak dira.

4.2. Giza espirituaren murrizgaietasuna

Aipatu diziplina zientifikoek 'giza fenomenoaren' hainbat alderdiren ezagutza-maila hedatzeko balio dutela ukaezina iruditzen zaio Santamariari («Ciencias del Hombre», *El Diario Vasco*, 1959-03-08). Baina zientzia horiek lortzen ari diren nagusitasun geroz eta nabarmenagoak ezinegona sortzen du pentsalari espiritualistengan, eta, horien artean, jakina, Santamariarengan berarengan. Pentsamolde espiritualistaren beldurrik handiena, hain zuzen ere, honako hauxe da: gizakiari buruzko ikerkuntzan, natura-zientzietan erabiltzen diren metodo zientifiko berberak aplikatzean, gizakia 'objektu' soilizat ezin dela hartua izan berriro ere ahaztea.

Santamariak, adibide modura, erlijioaren soziologiaren kasua aztertzen du. Giza zientzia honen testuliburuetan, portaeraren irizpidetik eraikitako erlijioen sailkapen osoa aurkienezake: transzendentziatzko eta immanentziatzko erlijioak, nazionalak eta unibertsalak, esoterikoak eta exoterikoak, eta abar. Horrek guztiak azterketa sistematiko perfektuaren isla eskaintzen du, tximinoen harreman sexualak aztertu izan bailiran. Ikerketa hori interesgarri eta baliagarri ere izan daiteke,

... pero no me resuelve nada en relación con mi problema esencial, el único que verdaderamente me interesa en el dominio religioso, es decir el de mi propia elección personal y el del valor y la trascendencia de mi propio acto libre (Ibidem).

Idazki berean beste adibide bat aipatzen du Santamariak: bada, giza zientzien esparru zabalaren baitan, gizakiaren eta gizartearen 'fisika' bat. Baina, diziplina horiek, gizakiaren berezkitasunaren auzia hasiera-hasieratik, amarrurik gabe, baztertzen dute iker-eremutik, beren arreta, soilik, giza izaera eta jardueraren alderdi materialetara bideratuz. Ondorioz, inork ez du fisiologia, esate baterako, giza zientziaz hartzen.

Benetako gizakia ikertu nahi denean, bere osotasunean, ez dago bere alderdi gizatiarraren abstrakziorik egiterik. Giza zientziak gizatasun hori, hots, giza izaera osoa, errespetatzeko helburuarekin abiatzen dira. Baina Santamariak, helburu hori lortzeko zientzia horiek aplikatzen dituzten zientzia-metodoen egokitasuna zalantzan jartzen du, *zientifismoak* zientzia-jardueran duen eragina azpimarratuz:

La esencia del cientismo [...] consistía y consiste, precisamente, en eso, en la pretensión de un «conocimiento homogéneo». El hombre no será tratado de manera distinta que una simple cosa y el fenómeno humano habrá de someterse a un mismo análisis que un hecho físico cualquiera (Ibidem).

Hau da, zientifismoak homogeneousotasunaren irizpidea ezartzen duenez, giza fenomenoaren azterketak merezi duen espezifikotasuna zientzia homogeneousoaren sareetan galduko litzateke.

Homogeneotasunaren helburu hori, Santamariaren aburuz, zientzia antropologiko modernoetan maltzurki barneratzen ari den lehen mailako mehatxua da. Beraren ustez, gizakia eta gizartea erlea eta erlauntza bailiran ikertu eta ezagutu nahi izatea funtsezko hutsegite baten ondorio litzateke, hots, gizatasunaren osagairik ezberdintzaile eta berezkoena ahaztearena: askatasuna, nortasuna. Gizartea, Santamariak baieztatzen duenez, lege moral baten agindupean elkarlotzen diren askatasun multzo batek osatzen du; lege moralaren kontzeptu hori oinarrizkoa izanik, ezin du giza zientzietan ohikoak bihurtu diren hainbat kontzeptuk ordezkatu:

Esta expresión «ley moral» no puede ser reemplazada por la de «comportamiento estadístico» o «conducta media» ni por ninguna otra de naturaleza frecuencial, sin que se derrumbe interiormente todo su contenido (Ibidem).

Giza zientzia horien arazoa mahai gainean jartzen du, beraz, Santamariak: zein da zientzia horien funtsezko ezaugarria? Noraino iristen da haien aplikazioaren zilegitasuna? Zer baieztaz genezake gizakiaren eredu estatistikoaren gain eraturako normaltasun eta ohikotasun kontzeptuen inguruan?

4.3. Jakituriaren beharra zientziagintzan

Gizaki osoaren aurrean, gorputz eta arima, askatasuna izanik haren ekintzen eragile, zientzia, Santamariaren aburuz, motz geratzen da: behar-beharrezkoa zaigu 'jakituria'. Eta, hain zuzen ere, «La sabiduría» deritzan artikuluan hartzen du aztergai jakituria (*El Diario Vasco*, 1982-12-12). Testuinguru honetan, Santamariarengan eragin zuzena eta erabakigarria izan duen pentsalari bat agertzen zaigu: Jacques Maritain (1882-1973).

Maritain pentsalari frantsesaren filosofia korrante pertsonalistan kokatzen da; haren oinarrizko tesiaren arabera, gizakia ez da banako hutsa, pertsona da. Pertsona bera eta bere nortasuna dira gizartearen erdigunea eta helburua; pertsonaren inguruko balioek aldagai ekonomiko eta politiko guztiekiko lehentasuna dute. Maritainek, 1906an katolizismora bihurtua, pertsonalismoari erlijio eta moral kristauaren kutsua eransten dio. Kristau-pertsonalismo horretan oinarrituz, liberalismoaren eta totalitarismoen gehiegikeriak arbuiatzen dituen pentsamendu politiko demokratikoa bultzatzen du. Hain zuzen ere, Espainiako gerra zibilaren ondoren, Euskal Herriaren adiskide agertzen da, askatasunaren aldeko hango borroka defendatuz eta goraipatuz. Horregatik, Santamariak gogorarazten digun bezalaxe, bere pentsamenduak Espainiako erregimen frankistaren eraso latzak jasan behar izaten ditu. Testuinguru horretan uler daiteke, baita ere, Maritainen ekarpenak Santamariarengan izandako itzala.

Maritainen kristau-humanismo eta kristau-pertsonalismoak abiatzen da Santamaria jakintza zientifiko eta filosofikoaren eta jakituriaren arteko bereizketaren zerizana zehazteko. Maritaintzat, hain zuzen, jakintza oro ez da jakituria. Azken hori jakintza zientifiko eta filosofikoaren gainteko maila batean kokatzen da. Benetako jakituria, zientzia partikularretatik eta filosofiatik harago dago, horiek atzeman ezin dutenaren ezagutza bateratzailea da, intuizio askatzailea, gizakiaren salbaziorako bidea:

Está claro que para Maritain *no todo saber es sabiduría*. Esta se mueve en un plano superior, o —si se quiere— más profundo, que el saber científico y el saber filosófico. La verdadera sabiduría, viene a decir Maritain, es una visión penetrante de ciertas realidades que son, en cambio, invisibles tanto para las ciencias particulares como para la filosofía racional. *Es una intuición profunda de carácter unificante y liberador; un camino de salvación del hombre y de lo humano* (Ibidem).

Maritainek jakituriazko lau mezu identifikatzen ditu historian zehar: batetik, jite sakratua duten jakituria budikoa, Itun Zaharreko jakituria biblikoa eta jakituria kristaua, eta, bestetik, jakituria greziar profanoa. Santamariak baieztatzen duenez, ordea, egungo gizakiak jakituria hauek mespretxatzearekin batera jakintza zientifikoetara soilik bideratzen du begirada:

Ocurre, sin embargo, que el hombre contemporáneo, en su generalidad, no se siente concernido ya por ninguna de esas sabidurías que a lo largo de miles y miles de años han constituido el patrimonio espiritual de la humanidad. Las desprecia olímpicamente y se interesa de modo casi exclusivo en los saberes científicos: en los avances de la ciencia y en las promesas de la técnica. Una secreta ilusión le anima —o, más bien, le ha venido animando hasta ahora— que es la *ilusión del progreso técnico* (Ibidem).

Beraz, Santamariaren iritziz, aurrerapen teknikoaren ilusioaren menpe bizi da egungo gizakia. Zientziaren eta teknikaren aroan gaude, eta aro horrek aldaketa garrantzitsuak eragin ditu gizakiaren baitan. Gizakia noizbait zorientasun kolektibora iritsiko den itxaropenak hainbat mesianismo mota sortu ditu, eta egun, *está naciendo una nueva mitología del progreso*: zientzia-aurrerapenaren mitologia, hain zuzen ere («Plan y profecía», *El Diario Vasco*, 1966-08-14). Zehazkiago, eredu estatistiko-matematikoko giza zientzia prospektiboek, etorkizuna planifikatuz, epe labur edo erdirako zorientasuna agintzen digute. Era horretan, XX. mendera arte erlijiotik edo esoterismoaren esparru zabaletik letozkeen profeziak eta iragarkizunak gaitzesten zituen zientziak, gaur egun, antzina ezagututakoak baino ikuskera profetiko prosaikoagoak eta azalekoagoak eskaintzen ditu. Santamariaren ustez, dena den, matematikaren eta ekonomiaren gerizpean eta konputagailu elektronikoen eskutik sortutako zientzia prospektiboen balioa ezin da zalantzan jarri. Baina 'Aurrerapena' kontzeptua 'Paradisua' baliokide bilakatzea ekidin behar da. Azken finean, gizakiarentzako funtsezkoenak eta ederrenak diren gauzak ez dira aldatzen, aurrerapenaren eraginetik at geratzen dira: maitasunak ez du aurrera egiten, ezta, funtsean, fedea eta itxaropenak ere. Poesiak ez du aurrera egiten, erlijioan eta bizitzari buruzko jakiturian ere ez dago aurrerapenarentzat lekurik. Edertasuna, bere baitan, aldaezina da. Ideia horiek argitzeko, Hans Urs von Balthasar filosofo suitzarraren ondorengo hitzak dakarzkigu gogora Santamariak:

El hombre, la mujer, el niño, la alegría, la tristeza, la muerte. He aquí el misterio en el que Dios encarna. No hay progreso que pueda engrandecer este misterio. Nos daremos por satisfechos con tal de que el progreso no intente destruirlo (Ibidem).

Betierekoa denak ez du aurrera egiten, izatera mugatzen da; behin-behinekoa soilik da aurrera egiteko gai, heriotza arte aurrera egiten baitu.

4.4. Zientziaren krisia. Zientzialaria, aditua ala jakituna?

Gizakiak eta haren zibilizazio basatiak bizi duen krisiak aurrerapenaren ilusioa zalantzan jartzen du. Baina krisi horren iturburua ez du Santamariak arazo ekonomikoetan, larritasun energetikoetan eta antzekoetan kokatzen, 'jakituriaren heriotza' baizik («La sabiduría», *El Diario Vasco*, 1982-12-12); hori bai, egungo eta etorkizuneko gizakia *podrá quizá vivir sin petróleo pero jamás podrá vivir sin sabiduría*, gizakiarentzat, azken finean, jakituria ondasun materialak baino ezinbestekoago baita. Santamariaren ustez egungo pentsamenduaren krisia, itxura guztien aurka, krisi erlijiosoa da. Aurrerago ikusiko dugu XX. mendearen bigarren erdialdetik aurrera zientziak eta teknikak bizi duten krisia. Nahikoa da oraingoz aipatzea, krisiaren jite erlijiosoa ukatu gabe, batik bat aurrerapen teknikoek eragindako kontraesanak joko dituela Santamariak haren funtsezko sorburutzat: hain zuzen ere, fisika atomikoaren garapenaren inguruko auziak abailduko ditu, batik bat, zientzia eta teknikarekiko ordura arteko itxaropenik eta konfiantzarik baikorrenak.

Santamariak baieztatzen duenez, gaur egun, gizakiak inoiz jakin duena baino askoz ere gehiago daki, baina, une berean, sinetsita dago jakintza horiek guztiak ezer erabakigarririk ez diotela eskaintzen. Zientzialariak berak ere, inoiz baino ezagupen gorputz zabalagoa bereganatu arren, gero eta konfiantza txikiagoa du bere zientzia-ezagutzaren balioan. Egungo gizakia mesfidantza giroan bizi da, bere patuaren auziari erantzuteko ez du ezer esku artean:

Hoy sabemos, o sabe el hombre, una enormidad de cosas, más cosas que nunca haya llegado a saber; pero, al mismo tiempo, está persuadido de que todas esas cosas no le sirven para casi nada, por lo menos para nada definitivo y absoluto. [...]
A mi juicio, el científico, con un bagaje de conocimientos muy superior al de otros tiempos, tiene mucha menos confianza en el valor cognoscitivo de su propia ciencia («Desconfianza en la ciencia», *El Diario Vasco*, 1957-05-12).

Egoera nahasi eta ezegonkor horretan, hainbat zientzialari taldetan fideismo berri bati ateak irekitzen zaizkiola ikusten du Santamariak. Espiritueltasunaren beharra sumatzen da zientzialariarengan, *algo que le libere a uno del círculo fatal*, eta zenbaitek dagoeneko arrazoimenaren ahalmenean sinesten ez duenez, mistika berri batean murgiltzen du bere burua, *una mística que nos permita ir tirando como sea*.

Krisi-aro horren ondorioztat jo genezake, halaber, egungo gizartean magiak, astrologiak eta antzeko jakintza esoterikoek duten onarpena. Sasi-jakintza horiek, aurrerapen zientifiko-teknikoaren ilusioak jakituria klasikoak lurperatu dituenetik gizakiak bizi duen etsipenaren ikur lirateke:

En la situación actual son muchos los hombres y las mujeres que huyendo de la sabiduría buscan salida para sus melancolías en *la magia*, es decir, en cualquiera de las innumerables formas de magia que puede fabricar el hombre. *En la sociedad de consumo todo o casi todo es magia* y, si no, vean ustedes la publicidad televisiva.
Asimismo puede afirmarse que la *astrología* y otras *alucinaciones mistagógicas*, *gnosis* y *saberes secretos*, están ahora más de moda que lo hayan estado nunca en los tiempos modernos. Para mí todo esto no es más que un signo de la gran desesperación en que los hombres vamos cayendo («La sabiduría», *El Diario Vasco*, 1982-12-12).

Kasu horretan ere, jakituriaren berreskurapenak soilik gaindi ditzake mende honetako gizarte aurreratuenetan ernaldutako ezinegona eta etsipena, *sabiduría consiste en luchar y seguir esperando contra toda desesperanza*. Kinka larri horretan zientzia partikularrek eta jakintza teknikoak ezin dute jakituriaren lekua hartu:

Frente al ser humano en su totalidad, cuerpo-alma, principio único de acción, naturaleza libre, causa de sus propios actos, no basta a mi entender, la ciencia: hace falta una «sabiduría». Es decir, que se plantea la necesidad de una actitud profunda frente a problemas o misterios extra-científicos, como lo son el valor trascendental de la vida humana, la libertad de elección, el destino y la salvación del hombre («Ciencias del Hombre», *El Diario Vasco*, 1959-03-08).

Zientzia partikularrek, jakintza razionalaren bermea izanik ere, ez dute inoiz jakituriak berezkoa duen izaera bateratzailea izango.

Gizakiaren zerizanari buruzko jakituria horren aldarrikapenak, besteak beste, giza zientzien biraketa axiologikoa eskatzen du, orokortasunaren eta partikularitasunaren ikerketari dagokionez, hain zuzen ere. Gizaki normala zer den zehaztea ez da batere erraza. Giza zientzien irizpideen arabera, normala, ohikoa, media estatistikoarekin identifikatzen da. Gizakiaren kasuan, identifikazio horrek zenbait arazo sortzen ditu: gizakiaren azterketa biologikoen eta fisiologikoen eremuan bertan ere normaltasunaren irizpide horrek gizabanakoarentzat balio ote dezakeen zalantza jartzen da. Santamariak R.G. Williams zientzialari amerikarraren tesiak jasotzen ditu adibide legez:

... sólo hay una probabilidad entre seis mil quinientas de que un individuo posea un estómago de tamaño medio, una capacidad media de aspiración e impulsión del corazón, una actividad media de la glándula tiroidea, un número medio de Islas de Langerhan en el páncreas, un apetito sexual medio, una sensibilidad media al dolor físico y un requerimiento medio de calcio y vitamina A («Ciencia y personalidad», *El Diario Vasco*, 1959-04-26).

Zenbait zientzialariren ustez, gizabanako normalak elkarren artean zertan bereizten diren ikertzen hasteko ordua iritsi da. Biologiaren kasuan horrela bada, zer esanik ez psikologiaren kasuan, *donde esta aspiración a descubrir lo personal se halla más acusada que en ningún otro*.

Santamariak azaltzen duenez, zientziaren joera unibertsala eta lege orokorrak bilatzea izan den arren, banakoaren jakintzak egun duen garrantzia onartu beharra dago. Zientziaren zenbait alorretan, *la investigación de la personalidad tiene mucho interés y no se puede prescindir de ella*. Esate baterako, medikuntzaren baitan, gizabanako guztientzako metodo unibertsal eta orokorren aplikazioak sor ditzakeen akatsak azpimarratzen ditu Santamariak: «ez dira gaixotasunak, gaixoak baizik», «garrantzitsuago da gaixotasuna zein gaixok duen jakitea, gaixoak zein gaixotasun duen jakitea baino» gisako esamoldeek laburbiltzen dute joera berritzaile hau. Psikologiaren eremuan, zer esanik ez, gizabanakoaren ezaugarri pertsonalak aurkitzeko egitasmoa giza zientzien beste inongo alorretan baino gehiago azpimarratzen da.

Unibertsaltasuna eta orokortasuna alboratu gabe, zientzia-jardueran konkretutasuna eta partikularitasuna ere aintzat hartzea ezinbestekotzat jotzen du Santamariak jakintza gorena den jakituria iritsi nahi badugu:

Es un gran progreso para la mente humana —enamorada, por otra parte, de lo universal y genérico— el volver su mirada con mayor atención a lo concreto. El pensar general y abstracto, en cualquier orden que sea, está lleno de peligros cuando no va compensado por un gran respeto a lo particular o individual (Ibidem).

Egun, jakintza teknikoak filosofia ordezkatu du, eta gizarte-mailan ere jakitunaren kontzeptua erabat aldatu da; jakitunaren eta zientzialari adituaren edo jakintsuaren artean erabateko nahasketa sortu da. Horrela, gaur egungo gizartean, fisikaria, matematikaria, biologoa, psikologoa dira jakitun, *sabio es un hombre que ha descubierto los parásitos de los limacos o la desviación de los rayos cósmicos por las tormentas electromagnéticas, aunque luego resulte ser un perfecto cretino, considerado como simple hombre*. Badago hemen Ortega y Gasseten zientzialariaren definizioaren oihartzuna (*científico=sabio inculto*), hots, zientzialaria bere gai espezifikoz aditua da baina ezjakina gainerakoaz. Baina, Santamaria Ortegaz haraindi doa zientzialari berriaren aldarrikapenean. Helburua ez baita, Ortegarengan lez, zientzialaria eremu askotan aditu bilakatzea, aipatu jakituriaz hornitzea baizik. Beraz, helburua ez da, besterik gabe, zientzialari adituak arazo guztien aurrean azken hitza izan beharko lukeela edota dena konpontzeko gai izan beharko lukeela.

Santamariak ez dio zientzialariari bere betekizun sozial garrantzitsua ukatzen, baina horiek jakitun legez izendatzeak izan ditzakeen arrisku sozialak ere ez ditu saihestu nahi. Jakitunaren ulerkera klasikoa galdutzat jotzen du Santamariak:

El sabio clásico era el hombre que poseía la sabiduría de la existencia, el arte de vivir de manera armoniosa, de dominar sus pasiones, de mantener en equilibrio su propia interioridad, de gobernar los hombres y las cosas como tales hombres y tales cosas, según su misma ley interna. Esa era la antigua sabiduría («Sabios y sabios», *El Diario Vasco*, 1967-10-15).

Eta hori berreskuratzea ezinbesteko betebeharra da gizaki modernoarentzat, zientziak eta teknikak ezar dezaketen mesianismotik eta zientifismo totalitariotik ihes egin nahi badu, bederen.

Jakitun klasikoa jakituriaren jabe zen, hots, bere burua eta ingurunea bera gobernatzeko gauza zen. Santamariaren ustez, egungo gizartean, *en nuestra era técnica, del frigorífico y de la lavadora*, neurri horretako jakitunak gero eta gutxiago diren heinean, teknologiaren jakitsuak, adituak ugaltzen ari dira, *los del ciclotrón y el ultramicroscopio*. Baina, beraren hitzetan:

Yo creo que Einstein no resistiría la comparación con Cicerón. Las reflexiones de Einstein sobre el hombre y sobre la sociedad causan tristeza por lo vacías y superficiales. Comparad a estos dos tipos de sabios y veréis que un mundo inmenso nos separa de la sapiencial antigüedad (Ibidem).

Hemen ez da ari Santamaria Snow-ek bataiatutako 'bi kulturen' aldea murrizten edo ezereztatzen saiatzen³⁴. Natura-zientzialariaren krisia ez da ahultzen giza zientzietara hurbilduz, eta alderantziz. Krisia sakonagoa baita: axiologikoa. Santamariak ezin izango luke Max Weberren baliorik gabeko (*Wertfreie*) zientzia helburutzat hartu³⁵.

Aitzitik, Santamariak Blaise Pascal filosofo frantsesaren kasua jartzen du benetako jakitsuak bete beharreko ibilbidearen eredu gisa («Desconfianza en la ciencia», *El Diario Vasco*, 1957-05-12). Pascalek bere bizitzari biraketa sakona eman zion eta ordura arte bere iker-eremu izandako analisia, fisika eta geometria utzi eta gizakiaren berezko patuaren arazoari heldu zion. Azken galderei erantzunik emateko gai ez diren jakintza partikularren ukazio hauxe jotzen du Santamariak benetako jakitunaren eginbeharraren eredutzat:

Esta especie de negación inicial, este abandono de todo saber menor que no contribuya a dar solución al problema de nuestras ultimidades, es el punto de arranque [...] (Ibidem).

Zientziaz kanpoko arazo eta galderen aurrean (esate baterako, giza bizitzaren balio transzendentala, aukeramen askatasuna, patua, giza salbazioa...) jarrera sakon bat aldarrikatzen du Santamariak. Beraz, XX. mendean modan jarritako giza zientziak onartu eta erabili behar diren arren, ez dute inoiz oinarritzko jakituria, funtsean filosofikoa eta morala, ordezkatu behar. Jakituria honek bakarrik eman diezaioke zentzua gizakiaren osotasunezko ezagutzari.

5. Aldakuntza zientifiko eta teknikoaren pentsamendua

Aurreko atalean ikusi dugunez, beraz, edozein giza arloko fenomenoren gogoetak edo ikerketak, jakituriak ardazturiko hausnarketan zertu behar du. Jakina, horrelako arlorik garrantzitsuenetarikoa, XX. mendean, zientziak eta teknikak osatzen dutena da. Horien gogoetari eta berorien eta gizartearen arteko elkarrekintzari eskaintzen dizkio Santamariak hamaikatzu lan, laburrak, egunkarietan, zein luzeagoak, aldizkarietan eta bestelako argitalpenetan.

5.1. Zientzia, teknika eta gizartea: inplikazio etiko eta sozialak

Garena, onerako eta txarrerako, iraganari zor diogu. Eta iragan hori ezin daiteke ulertu zientziak eta teknologiak sortarazi duten kultura-tradiziorik gabe. Eta tradizio horren baitan txertatzen gara esateak balio du baita harengandik urruntzea nahi badugu ere. Balio du, gizabanakoen biografietan zein herri eta gizateria osorako. Gizakiaren azterketak behartzen

gaitu, beraz, zientziak eta teknikak ekoizten diren tradizioa ikertzera. Sorturiko emaitzen aurrean, Santamaria baikortasun eta ezkortasun inozoetatik aldentzen zaigu. Sorturiko tradizio teknozientifikoa, oroz gain, banakoa gizaki bilaka dadin aztergai hartu beharreko instantzia dugu.

5.1.1. Teknikaren onurak eta gaitzak: 50eko hamarkadako krisia

Teknikak jasan dituen bilakaera eta aldaketa bortitzek bere ospe soziala areagotu besterik ez dute egin XX. mendean zehar. Jendeak teknikaren gain-mugarik gabeko konfiantza ezarri du; Bigarren Mundu Gerraren ondorengo aurrerapenak (biologiaren, zibernetikaren eta fisika atomikoaren alorretan, batik bat) teknikarekiko itxaropena indartzea lortu dute. Aro berri baten atarian gauden ustea zabaldu da mende honen lehen erdian, *parece como si fuera a iniciarse una «Era de felicidad», sin precedentes en la historia de la Humanidad*, teknikak pobreziatik, oinazetik, gaixotasunetik, zahartzetik eta heriotzatik ere (besterik ez bada, heriotza mingarritik) askatuko gaituelakoan. Garapen mugagabearen, munduaren eraldaketan, gizonaren eta emakumearen askapenean eta abarretan ere teknikaren eragina positiboa izango dela sinesten dute gehienek («El desprestigio de la técnica», *El Diario Vasco*, 1982-04-18).

Baina XX. mendeko bigarren erdian, Santamariaren ustez, baikortasunezko egoera hau lausotzen hasi da, *todas estas esperanzas e ilusiones empiezan a cuartearse*. Herritar arruntak oraindik teknikarengan fedea gordetzen duen arren, adituak badu benetan gertatzen ari denaren berri: teknikak, bere gain jarrita zeuden itxaropenak ez asetzeaz gain, gaitz eta kalte berriak (batzuk lehendikakoak baino larriagoak) erantsi dizkio egungo gizarteari, eta, ondorioz, *la Técnica empieza pues a desprestigiarse*.

Gertakari soziologiko honen ziorik garrantzitsuenak, agian, arazo nuklearraren bi alderdiak izan daitezke: arma atomikoen eta energia nuklearraren erabilera industrialaren auziak. Era horretan, fisika atomikoaren eta beste hainbat zientzia-teoriaren inguruan bilakatutako aurrerapen teknikoek arrisku kaltegarri ugari dakartzate balizko onuren eskutik. Natura-ingurumena kutsatu eta suntsitzeaz gainera, gizateriaren zati handi batentzat bizitzaren antolaketa bera ere gero eta jasangaitzago bilakutzen ari da. Hots, sendagailu artifizialen gehiegizko erabilerak, metodo psikiatrikoen hedapenak, kulturizazio industrializatuak, hezkuntza sasizientifikoak, ingeniariaren genetikoaren agerpenak, jakintzaren eta ikerkuntzaren komertzializazioak, bizitza hiritarraren robotizazioak, eta antzeko hainbat eta hainbat fenomenoren agerpenak eta finkapenak gizakia autosuntsipenaren atarian kokatzen dute. Zer egin, beraz, teknikarekin? Nola menperatu? Nola zuzendu gizakiaren onurarantz?

Argi dago gizarte teknokratiko batean bizi garela. Zientziak eta teknologiak gero eta eragin handiagoa dute gizakiaren eta gizartearen egunerokotasunean. Baina teknikaren neurrigabeko aurrerapenak Santamariaren ardura pizten du: ukalezina da teknikak gizateriari miseriaren, gosearen, gaixotasunen eta ezjakintasunen aurkako borrokan erakarri dizkion onurak; aldi berean, ordea, gaitz ugariaren iturri ere bada. Non dautza teknikaren alderdi onuragarri eta kaltegarriak? Nola ebatz daiteke teknikak gure gizartean duen eragin bikoitz horren auzia? Galdera horiei erantzunez gauzatzen da zientzia, teknika eta gizartearen arteko eragin-trukeari buruzko Santamariaren ikusmoldea, batik bat, «Técnicos al servicio de una concepción moral de la vida humana» (*Guipúzcoa Económica*, 1958-10-04) idazkian.

Teknikaren aurrerapenak dituen desegokitasunetako bat bere abiadan datza, bere aurrerapen erritmoa gizakiaren bereganatze ahalmena baino arinago baitoa. Abiada hori azaltzeko, ondorengo kasu historiko hauek ikusi besterik ez dago («El desprestigio de la técnica», *El Diario Vasco*, 1982-04-18): Hanibalen eta Bonaparteren gudarosteek, hogeiki menderen buruan, Alpeak zeharkatzeko antzerako denbora behar izan zuten. Egun, bi mende geroago, edozein armadaren hegazkinek ordu gutxi batzuetan nahi adina itsaso eta mendate

gurutza ditzakete. Lurrinezko lokomotorea 1804an hasi zen ibiltzen, telegrafoa 1844an, eta automobila 1885ean. Orduetik hona, asmakizun berriak izugarrizko abiada eta indarrez agertu eta finkatu dira gure gizartean.

Beraz, teknikak, *siempre inacabada, siempre insatisfecha*, gizakia desegonkortasunean barneratzen du, *es un activo elemento de inestabilidad y de incertidumbre en nuestras vidas*. Batetik, erosotasun eta abantaila material estimagarriak eskaintzen dizkiola egia den arren, bestetik bere baitako etengabeko aldaketek desoreka eragiten dute: desoreka materiala eta psikikoa, ekonomikoa eta soziala. Arazo eta ebazpen berriak aurkezteko arintasunak, bere onuren gozamina eragozten du.

Baina, kezkarrienetarikoa Santamariarentzat, aurrerapen teknikoak materialismora bultzatzen du gizartea:

... llevar al extremo la tesis de la técnica salvadora, querer reemplazar el cielo por un paraíso terrestre mecanizado, afirmar la posibilidad de salvación del hombre por el hombre, es un neopelagianismo materialista [...]. A la corriente materialista, que pretende atribuir a la técnica una potencia sobrehumana y una capacidad definitiva para transformar radicalmente la vida del hombre, nosotros tenemos que oponer el hecho de que la técnica no va más lejos que el hombre, del cual es obra («El cristiano frente a la eficacia técnica», *Documentos* 11, 1952).

Materialismoaren eta aipatutako desegonkortasunaren ondorioz, teknikak gizakiaren bizimodua oso nahasten du. Zentzu honetan, aurrerapen teknozientifikoaren ondorio azpimarragarrienetakoa, gizakien artean sortzen dituen ezberdintasunak dira. Gaur egun, aurrerapen teknikoak teknokraziaren totalitarismoaren menpe ezarri du gizakia, bai mendebaldeko gizartean, bai ekialdekoan, baita hirugarren munduan ere. Izan ere, gizakiak gizakiaren gain duen boterea inoiz baino handiagoa da egun; munduko giza taldeen artean dauden ezberdintasunak ere areagotu egin dira teknikaren aplikazioaren bidez, zeren, azken batean, *teknikak ez du bihotzik, ez du sentimendurik*. Teknikariak teknika sortzen du, baina ez du haren ondorio guztiak ezagutzeko eta, beraz, kontrolatzeko ahalmenik. Asmatutako teknikaren erabilera, orduan, teknokraten esku geratzen da. Eta, Santamariaren ustez, hemen dugu arriskua, *teknika ez da txarra; bai, ordea, teknokrazia, teknikak agintzea*. Hau da, teknika neutroa da, haren aplikazioa soilik izan daiteke on edo txar. Teknikaren berezko neutraltasunari buruzko Santamariaren tesi horrek ez dirudi, dena den, egungo teknologiaren filosofiari jarraituz, teknikagintzaren benetako izaera bere osotasunean jasotzen duenik. Horrela, Mitcham-en ustez³⁶, lanabes teknologikoen ustezko neutraltasuna razionaltasunaren ekarpen legez ulertzea, gure ingurumena intrintsekoki manipulagarritzat jotzen duen eta errotik teknologikoa den zientzia bat ekoiztu duen zibilizazioaren ilusio bat besterik ez da. Aitzitik, lanabes teknologikoen mundu berriak irekitzen dituzte eta, era horretan, eragiten dituzten ondorioak beren egiturei berezkoak zaizkie. Teknikak dakartzan kalteak ez dira, beraz, Santamariak baieztatzen duen legez, gizabanako gaizki ilustratuek ematen dioten 'erabilera txarraren' ondorio.

Aurrerapen teknikoaren eta egungo gertakari sozio-politikoaren artean uste duguna baino harreman estuagoa dago. Santamariaren iritziz, ilustrazioari, liberalismoari, marxismoari eta antzeko ideologia hedatuei atxiki izan zaizkien eraldaketak, sarritan, teknikaren ondorio hutsak izan daitezke, testuinguru ideologikoarekin zerikusirik ez dutenak. Teknikak, berez, ez dauka kolore politiko edo ideologikorik. Aitzitik, tradizio ideologiko erabat ezberdinak dituzten herrialdeetan aplikatu daiteke, eta aplikatzen da, hala tradizio kristauko herrietan nola kultura asiatar eta afrikarrekotan; gizarte komunistetan eta kapitalistetan; totalitarioetan eta demokratikoetan, eta abar. Baina testuinguru politiko-ideologikoa edozein dela ere, teknikak, beti, espirituaren balioak kinka larrian jartzen dituen materialismoarekiko menpekotasuna agertzen du.

Baina, aitzitik, ezin dugu teknika arbuiatu, aurrerapen teknikoa itzulerarik gabekoa baita, *la irreversibilidad del progreso técnico se nos presenta como una ley fatal* («Técnicos al servicio de una concepción moral de la vida humana», *Guipúzcoa Económica*, 1958-10-04). Ez dago inola ere teknikaren aurrerapena gelditzerik, eta bera ere ez da gai bere burua gelditzeko, edo, gutxienez, kontrolpean jartzeko. Halaber, erabat ezinezko zaigu dagoeneko eguneroko bizitzan barneratu ditugun lanabes teknologikoen erabilerari uko egitea. Beraz, aurrerapen teknikoa saihestezina da; hark eragiten dituen onura eta kalteen anbiguotasuna onartu eta haren aplikazioak sortzen dituen zailtasunak gainditzen saiatu behar dugu, gizakiaren funtsezko balioen zerbitzari izan dadin:

El progreso técnico es, en este sentido, irrenunciable: tenemos que cargar con él y afrontar las dificultades de su aplicación haciendo todo lo que sea posible para que se convierta realmente en un instrumento al servicio del hombre y de los fines más elevados de su existencia.

No debemos permitir que ponga en peligro nuestros valores fundamentales, nuestros valores morales, la concepción espiritualista de la vida, la tranquilidad y la continuidad histórica de generación en generación (Ibidem).

Gizarteak egun bizi duen egoera, zentzu horretan, larria da, *una coyuntura que puede ser muy favorable al verdadero progreso de la humanidad, su progreso espiritual y moral, pero que también podría resultarle sumamente perjudicial y dañoso para éste*. Horrela, teknikaren aurrerapena gizakiaren bilakaerarentzat onuragarri bezain kaltegarri izan daiteke. Nola jokatu behar du gizakiak teknikatik onurak jaso eta gaitzak saihesteko? Nola lagun diezaioke aurrerapen teknikoak aurrerapen moralari, gure gizartearen gainbehera eta porrotaren eragile izan beharrean?

Teknikak, gizaki modernoaren oreka moralaren aurka gogor erasotzen duela baieztatzen du Santamariak. Ikus dezagun, adibide gisa, biologiaren, eta, zehazki, giza genetikaren kasua («Técnicas biológicas», *El Diario Vasco*, 1958-08-17). Horixe da, Santamariaren ustez, egungo teknikak gizakiaren etorkizunarentzat planteatzen duen aurrerapenik arriskutsu eta kezkarrienetakoa, gure kontzientzia moralarekin talka egiten duten aukerak azaleratzen baititu. 50eko hamarkadan Muller genetista amerikarrak planteatzen zuenez, urte gutxitan posible izango zen giza organismotik kanpora ernalketa-zelulak zaintzea eta horrelaxe enbrioiak garatzea. Santamariak aipatzen digunez, Mullerrek ez zuen arazorik ikusten, aurrerantzean, gizaki aukeratuen ernalketa-zelulak bereziki gordetzeko eta horietatik ondoreko zuzenak, mugarik gabe, ekoizteko.

Zer pentsatzen du Santamariak horretaz? Santamaria, batik bat, Mullerrek bere hitzetan agertzen zuen hoztasunak eta axolagabekeriak arduratzen du. Mullerren hipotesiak oraindik gauzatugabeak ziren garai hartan; egun, ordea, garai hartan aurreikuspen hipotetiko hutsa izandakoa, eguneroko errealitate bilakatu zaigu. Santamariak aurreikusitakoaren ildotik, ernalketaren inguruko teknika aurreratuenek, orain artean planteatu izan ez diren arazo etiko eta juridiko berriak jartzen dituzte, etengabe, gure begien aurrean. Gizarte osoak, eta kasu honetan, zehatzago, zuzenbide zibilak, espero ez zuen egoera berri horri nola edo hala erantzun beharko dio:

... la historia del siglo XX nos muestra que las técnicas son armas ambivalentes que lo mismo pueden traernos bienes que males.

El hecho es que ellas invaden más y más la vida humana, pretendiendo regular nuestros gustos, nuestras necesidades, nuestras decisiones y nuestros actos más elementales, según criterios diversos y, a veces, contradictorios y que ello constituye, en cierto modo, un fenómeno irreversible.

El mal radica en que esas técnicas que tienen la pretensión de gobernar nuestras vidas, no son capaces de gobernarse a sí mismas. El «espíritu técnico» se niega a aceptar ningún criterio que no nazca de sus propias entrañas y no quiere dejarse dominar por ninguna clase de ideas superiores. [...]

Cabe, pues, esperar que las técnicas acepten finalmente la tutela de ideas superiores, de ideas meta-técnicas, en una palabra, de ideas morales («Contradicciones técnicas», *El Diario Vasco*, 1958-08-17).

Erantzun hori, beraz, eta aurrerago ikusiko dugunez, Santamariaren ustez, teknikaren unibertsoetik at bakarrik aurki daiteke.

5.1.2. Eraginkortasuna, balio nagusia: gizatasunik eza

Teknikaren esparru zabalak, beraz, gero eta eragin handiagoa du gizakiaren eguneroko bizitzan, bere beharrianak eta erabakiak irizpide teknikoen bidez moldatuz («Técnicos al servicio de una concepción moral de la vida humana», *Guipúzcoa Económica*, 1958-10-04). Hain zuzen ere, teknikaren oinarritzko irizpidea eraginkortasunarena da, *la noción clave de la técnica es la «eficacia»*. Eraginkortasunaz hitz egiterakoan, helburuez hitz egin behar dugu: helburuak, teknikarentzat, egiak jakintza espekulatiboarentzat duen antzeko zeregina betetzen du Santamariarentzat³⁷. Horrela, teknika partikular bakoitzak bere helbururantz jotzen du. Helburua omen da teknika ororen azken arrazoia; teknikak ez du egiazkoa izan beharrik, eraginkorra baizik. Areago, teknikaren eremuan ez omen dago onari ala gaitzari buruzko auziarentzat lekurik: helburuen lorpenaren arabera izango da ona ala txarra. Hona hemen, Santamariaren iritziz, eraginkortasun teknikoaren 'moralaren' gakoak. Moral tekniko hori, dena den, ez da benetako morala; batetik, ez du bitartekoaren moralitateaz ezer argitzen, eta, bestetik, ez du gizakiaren azken helburuarekin inolako harremanik:

El objetivo es la razón final de toda técnica. Lo que se pide a una técnica no es que sea verdadera sino que sea eficaz.

Oppenheimer, el atomista universalmente conocido, tiene razón cuando dice que «en la ciencia no se plantean las cuestiones del bien y del mal». Una técnica es «buena» si realiza su objetivo, y «mala» en caso contrario. Tal es la «moral» causal de la eficacia.

Ahora bien, esta especie de «moral técnica», no es una verdadera moral: en primer lugar porque se desentiende de la moralidad de los medios y en segundo término porque le falta todo nexo con el objetivo último de la vida humana. Nosotros no podemos aplicar la palabra «moral» a una regla de conducta que prescinda de esta relación («Técnicos al servicio de una concepción moral de la vida humana», *Guipúzcoa Económica*, 1958-10-04).

Teknikariaren jarduera metodologikoa, oro har, ikuspegi moralik gabeko irizpide tekniko hutsetan oinarritzen da. Aurkikuntza zientifikoak eta teknikoak ez dira, gehienetan, gizateriaren onura orokorrera bideratuak izan. Aitzitik, normalean, zientzialaria eta teknikaria, beren aurkikuntzek gizakiaren etorkizunerako izan ditzaketan ondorio on eta txarrez ez dira arduratzen. Jakin-mina eta sormena dira, *la curiosidad científica, el deseo de saber y el afán creador*, beren langintzaren gidari, besteok beren asmakizunei eman diezaiekegun erabileraz arduratu gabe.

Adibide modura, Santamariak aldizkari zientifiko batetik hartutako jaiotze-tasaren kontrolari buruzko datuak aztertzen ditu (Ibidem). Bertan, arazo horri aurre egiteko, medikuntzak, jaiotze-tasak metodo erraz, merke eta ziurren bidez murriztu behar dituela onartzen da, gizaki guztiek elikadura egokiaz eta bizitza luze baten itxaropenaz goza dezaten. Santamariak ez du arrazoiketa honetan pertsonaren duintasunarekiko begirunerik sumatzen. Zeren, besterik gabe, helburua eta hori lortzeko bitarteko teknikoaren ezarpena hartzen baititu aintzat, gorabehera etikoetan sartu gabe. Baina, tamalez, gizaki erreala ez da inondik ageri:

Pero lo malo de ese razonamiento es que en él, el hombre real, el hombre genuino, *cuerpo y alma, acción racional y responsabilidad moral, mundo de valores materiales y de valores espirituales, complejo de finalidades individuales y sociales*, el hombre real con todas sus facultades y sus fuerzas físicas e intelectuales, está ausente (Ibidem).

Bere zerizana helburu teknikora mugatzen da: elikadura egokiaz eta bizitza luze baten itxaropenaz gozatu. Gizaki erreala pentsaera eta irizpide teknikoei arrotz, atzemanekin zaie, ezin baita, bere osotasunean, helburu tekniko soil legez ulertu.

Horrela, pentsaera teknikoak ezin du gizakiaren zerizanari buruzko galdera egoki erantzun. Teknika ez da gizatasunaren paradigma. Teknikaren ihardespena beti da partziala, teknika partikular bakoitzaren helburuen arabera:

Al tratar de definir al hombre como un objetivo técnico el hombre desaparece. El hombre real es extraño a la mentalidad técnica y a los criterios técnicos, estrictamente técnicos, precisamente porque no puede ser definido como un simple objetivo técnico que es lo único que las meras técnicas pueden reconocer en él. Las técnicas no ven en el hombre más que aspectos muy parciales del hombre, necesidades concretas, objetivos materiales determinados. El hombre verdadero, el propio hombre, raíz de todas aquellas necesidades y clave de todos esos objetivos es tan inaccesible al espíritu técnico como lo es la «cosa en sí» a la teoría del conocimiento de Kant (Ibidem).

Santamariak aurkezten dituen adibideen ildotik, dietetikarentzat, gizakia, baldintzarik ekonomiko eta erregularrenetan kaloria, proteina eta bitamina kopuru zehatzak jaso behar dituen digestio-sistema da; garraibide teknikentzat, berriz, garraiatu beharreko masa mekaniko zehatza; klimatizazio teknikentzat, hezetasun eta presioarekin erlacionatutako tenperatura baldintza zehatzetan mantendu beharreko objektua; eta, estatistika matematikoarentzat, gizakia unitate aritmetikoa da, funtzio numerikoen menpe. Teknika bakoitzak, bere aldetik, helburu zehatzak lortzera jotzen du, horretarako, lehen ikusi dugunez, bitarteko eraginkorrenak bilatuz.

Helburuen lorpenerako teknikaren ikuspuntutik oso garrantzitsuak diren hainbat baldintza hartu behar dira aintzat: arintasuna, segurtasuna, ekonomia, autonomia... Baldintza horien guztien pean jardunez, teknika bakoitza bere helburuarekiko emaitzarik optimoena lortzen saiatzen da, horretarako funtzio tipiko batzuen balio maximo edo minimoak erdietsiz. Baina helburuak, sarritan, aurkakoak dira, hau da, batzuk erdiesteko beste batzuk baztertu behar dira: *azpioptimizazioaren* unea iritsi da. Azpioptimizazioaren kontzeptua hobeto ulertarazteko, Santamariak, enpresaren funtzionamenduaren adibidea azaltzen du («Suboptimizar», *El Diario Vasco*, 1957-12-22). Enpresa bateko aditu bakoitzak berezko helburuak ditu, eta bakoitza bere helburuarekiko emaitzarik hoberenak lortzen saiatzen da: horrela, salmenta-buruak gehiago saldu nahi du, publizitate arduradunak produktua ezagutarazi, produkzio-buruak gehiago, merkeago edo hobeto ekoiztu, eta abar. Guztiek azpioptimizatu egiten dute, enpresak, helburu partikular guztiak (batzuetan aurkariak izan daitezkeenak) bateratzen dituen helburu komun orokor bat duela ahantziz. Azpioptimizatzaileak bere zeregina ongi bete arren, *muchos «suboptimizadores» reunidos no siempre hacen el bien de la empresa, sino su ruina*. Gauza bera gerta daiteke teknikaren esparruan, teknikari bakoitzak besterik gabe bere helburuen lorpena bilatzen duenean, teknikak, oro har, gizartean izan beharko lukeen azken helburua bidean galtzen baita:

Un señor «suboptimiza» cuando se desentiende del fin más lejano y se fija sólo en el más próximo, en el fin inmediato que, por una u otra razón, le está confiado a él. Todo especialista tiende naturalmente a suboptimizar. [...]

Notemos que muchos «suboptimizadores» reunidos no siempre hacen el bien de la empresa, sino su ruina. Existen por ahí infinidad de personas honradas o que se creen honradas porque «suboptimizan» a conciencia. Le dicen a uno: «¿Que puede pasar esto o lo otro? ¿Que la sociedad va hacia aquí o hacia allá? Esto a mí no me incumbe. Yo cumplo con mi deber. Yo hago las cosas bien 'en mi esfera'».

[...] Lo que hemos dicho de la empresa lo repetimos de la sociedad en su conjunto: la suma de muchos suboptimizadores no produce otra cosa que el desbarajuste general (Ibidem).

Azpioptimizazioa da teknikaren unibertsoan gertatzen den arriskurik garrantzitsuenetakoa, hots, erabaki teknikoen ugaritasuna eta horien arteko kontraesanak. Teknika baten ikuspegitik

'ona', 'egokia' dena, beste batenetik 'txarra', 'desegokia' izan daiteke. Teknika bakoitza bere helburuak lortzeko baliagarriak diren balioak optimizatzeaz bakarrik arduratzen denez, teknika ezberdinen baitako erabakien artean desadostasunak eta kontraesanak maiz gertatzen dira. Baina egoera ezegonkor honek teknikaren esparrua autosuntsipenera darama. Lehen aipatu dugun azpioptimizazio prozesuak, izan ere, giza jokabidearen zatiketa errotikoa eragiten du. Sustrai moral guztietatik kanpo, teknikaren esparrua kontraesankorra bilakatzen da:

Si se acepta que las técnicas queden abandonadas a sí mismas y a sus propios criterios —algo así como en la economía liberal, «laissez faire, laissez passer»— el mundo de las técnicas caerá inevitablemente en la autodestrucción. El proceso de sub-optimización que hemos descrito tiende, en efecto, a una fragmentación radical de la conducta humana. Separado de toda raíz moral, el mundo de las técnicas es un mundo contradictorio, a-lógico en su conjunto («Técnicos al servicio de una concepción moral de la vida humana», *Guipúzcoa Económica*, 1958-10-04).

Teknika ez da gizakiaz arduratzen, gizakiaren abstrakzio praktikoez baizik. Ez dihardu gizakiaz, baizik eta digestio-aparatuaz, masa mekanikoaz, eta abarrez. Gizakia, estrategia teknikoen ikuspegitik, aldagai operatibo bat besterik ez da. Beti ere, gizaki erreala arrotz zaio teknikari, hain zuzen ere, ezin delako inoiz helburu tekniko modura definitu. Izan ere, *el concepto del hombre es meta-técnico, está indiscutiblemente más allá de la técnica*. Unibertso teknikoaren baitan gizakia, gizaki gisa, ez da existitzen. Teknikaren esparruak ez du sintesiarik, ikuspuntu bateratzailerik lortzeko ahalbiderik, irizpide partikular guztiei halabeharrez ihes egiten dien gizaki osoarenganaino, generikoarenganaino, iristeko ahalbiderik.

Teknikak sortzen duen errealitatea, beraz, ezin da teknikaren barnetiko azterketaz soilik ulertu. Bestelako ikuspuntua behar dugu zientzia eta teknika gizartearen zerbitzura ipini nahi baditugu.

5.1.3. Humanismo teknologikoaren aldarrikapena

Azken hamarkada hauetan teknikaren esparrua barne-krisian bizi da, eta egoera honek zerbait berria bilatzera bultzatzen du: teknika gobernatzeko gai izango den irizpide gizatiarraren benetako bilaketa da, hain zuzen ere, Santamariak sumatzen duena. Teknikaren aurrerapenak sortu dituen barne-kontraesanak deuseztatzeko, gero eta beharrezkoago da teknika partikularrak elkarrengana hurbiltzea, guztien artean nolabaiteko elkarrekiko menpekotasuna eta elkarrekintza bultzatuz. Teknika bakoitza bere irizpide eta helburuen hesian itxi beharrean, bere baitatik at aurkitu behar du norabidea, zentzu moral. Elkarren arteko kontraesanak gainditzeko, irizpide zabal, orokor, eta nolabait esatearren, gizatiarragoak onartu behar ditu gidari gisa, pentsaera teknikoaren zurruntasunaren mugak deuseztatuz:

El mundo técnico abandonado a sus contradicciones internas terminaría, pues, autodestruyéndose. Cabe, sin embargo, que a partir de los mismos conceptos técnicos el hombre vaya siendo redescubierto como valor total. Al buscarse el equilibrio entre los factores opuestos, las técnicas se verán obligadas a aceptar criterios más amplios y generales y, por decirlo así, más humanos, lo cual constituirá ya una primera superación de la estricta mentalidad técnica. [...]
Cabe, pues, esperar que las técnicas acepten finalmente la tutela de ideas superiores, de ideas meta-técnicas, en una palabra, de ideas morales.
Es evidente que sólo de esta manera, sólo así, podrán ser verdaderamente útiles y beneficiosas para la Humanidad («Contradicciones técnicas», *El Diario Vasco*, 1958-07-06).

Egoera horren ondorioz, konbergentziazko teknika berriak sortzen ari dira; ikuspuntu moralaren ezarpenetik oraindik urrun dauden arren, Santamariaren ustez, berrikuntza horiek itxaropenari bidea zabaltzen diote.

Santamariak, adibide gisa, produktibitatearen kasua hartzen du («Técnicos al servicio de una concepción moral de la vida humana», *Guipúzcoa Económica*, 1958-10-04). Hasiera batean, eraginkortasunaren menpe dago, helburua ustiaketa maximoa izanik. Baina produktibitateak, Santamariaren iritziz, badu zentzu zabalago bat: baztertu ezin diren giza faktore sozio-psikologikoak aintzat hartzen dituen lankidetzaren sistema ere ordezkatu dezake. Lankidetzaren hori aurrera eramaten saiatuz gero, formula teknikoaren bidez adierazi ezin daitezkeen elementuak agertzen zaizkigu. Horixe da balio moralen mundu zabala irekitzen hasten zaigun une esanguratsua, *el momento solemne en que empieza a descubrirse ese gran mediterráneo que es el mundo de los valores morales*.

Teknikaren esparruan, beraz, teknikaren eta haren irizpideen gaineratik leudekeen irizpide metateknikoak (azken finean, irizpide gizatiarrak, irizpide moralak) bilatzearen beharra sumatzen du Santamariak³⁸. Teknikariak ere behar horretaz arduratzen hasi dira, *se empieza a hablar de «relaciones humanas»*. Norabide berri horrek teknikak bere horretan eskaini ezin diren printzipio moralen berreskurapenera eramango ote ditu? Santamariak ez du erantzun zuzenik, baina baikor sentitzen da:

Lo malo del caso es que a la técnica no hay quien la pare y que ella es incapaz de pararse a sí misma. Algo, sin embargo, nos hace confiar en que dentro de esta situación existirán fuerzas providenciales capaces de restablecer el equilibrio que hoy parece roto.

Si hay que elegir entre el pesimismo y el optimismo sobre el porvenir del mundo técnico, yo me inclino decididamente por el segundo bando («Técnicas biológicas», *El Diario Vasco*, 1958-08-17).

Hori bai, teknikaren aurrerapenaren atzaparretatik ihesteko, eta aurrerapen honi zentzu gizatiarrago emateko, zenbait baldintza bete beharko dira.

Lehen baldintza gizarteari eta alde publikoari dagokio. Santamariaren ustez, arazo horren erantzuna, ez bairik gabe, botere publikoaren zuzentasunarekin eta herritarren heziketa moral eta erlijioso egokiarekin erlazionatuta dago lehenik eta behin. Baina politikaren eta espiritualtasunaren alorrean egin beharreko ahaleginak ez du ezertarako balio izango zientziaren eta teknikaren esparruan bertan ez bada aurrerapenaren zentzu moralaren ikuskera argia hedatzen, aurrerapena bultzatzen dutenek (zientzialariengandik hasita enpresarienganaino³⁹) ez badute beren jardueraren ikuskera moralik. Adibidez, lehenengo iraultza industrialaren negozioren munduak bultzatu zuen, helburu utilitarista hutsez, diruz ordaindutako ikertzaile eta teknikarien laguntzaz; *en el fondo no había en todo aquello el menor propósito humanitarista*. Santamariaren ustez, giza eta gizarte-mailako bizimoduaren eraldaketa hain basatiaren ondorioak aurreikus zitezaketen benetako jakitun humanistak falta izan ziren une historiko garrantzitsu hartan. Eta Euskal Herrian ere, eraldaketa industrialak, hasieran, hainbat herritan izan duen eragin suntsitzailearekin antzeko zerbait gertatu da.

Bigarren baldintza, zientzialariari berari lotuta dago. Teknika gizatiarrago bilaka dadin, teknikaren esparru zatiaketa bateratu nahi duten teknikariek ez dute ahaztu behar *que además de técnicos y antes que técnicos son hombres*. Santamariak teknikariari bere jardueraren gizatiarrago bihurtzea eta bere ekarpenak printzipio moralen menpe jartzea eskatzen dio. Teknikariak, une batez, bederen, bere formulak, bere positibismo praktikoa, bere definizio zientifikoen zorrotasuna baztertu, eta, bere jardueraren, ideia gizatiar eta moralez eraikitako pentsaera metateknikoaren ikuspuntutik aztertu beharko lituzke; era horretan bakarrik izan daiteke teknika gizatiarrentzat erabilgarri eta onuragarri. Ideia horiek, positibismo teknikoaren ikusmoldeetik definituak izan arren, benetako errealitate baten isla dira, gizaki errealarena, hain zuzen ere. Azken finean, irizpide moralek kontzeptu teknikoek baino

errealitate finkoagoa dute, lehenak gizakiaren errealitatetik ernaltzen baitira, eta, bestea, aldiz, teknika partikular bakoitzari komeni zaion gizakiaren abstrakzio erlatibotik:

Cuando les pedimos que humanicen su actividad, que limiten sus experiencias, que renuncien si es preciso a una parte de sus realizaciones, que sometan sus invenciones a una voluntad moral, nos dirigimos no a su ciencia de técnicos sino a su conciencia de hombres. Les pedimos que por un momento olviden sus fórmulas, su positivismo práctico, sus temibles y simplificadores cocientes, el rigor de sus definiciones científicas y piensen que ellos también son hombres y que tienen también la posibilidad y el deber de pensar las cosas con un pensamiento metatécnico, un pensamiento impregnado de ideas humanas y de ideas morales, indefinibles si se quiere desde el punto de vista del positivismo técnico, pero que no por eso dejan de tener una realidad auténtica y, por así decirlo, más sólida y estable que la de los mismos conceptos técnicos («Técnicos al servicio de una concepción moral de la vida humana», *Guipúzcoa Económica*, 1958-10-04).

Teknikagintza printzipio moralen menpe jartzea, hala ere, ez da lanketa erraza: lehen ere aipatu dugunez, gizakiari oso zaila zaio berak sortutako tekniketara ohitzea, horien ondorio guztiak neurtu eta menperatzea, eta, azkenik, helburu zinez gizatiarretara zuzentzea. Teknikaren esparruak, dena den, ezin du bere horretan jarraitu, orain arte bezala, noraezean; Santamariak esparru horren baitako biraketa sakona aldarrikatzen du:

Es propio de la técnica el concentrarse exclusivamente en la realización de su propio objetivo, pero no es admisible que el técnico, prescindiendo de su condición de hombre, se olvide de que existe un mundo de valores morales, que él como hombre está llamado a realizar. En la realización del objetivo técnico ha de producirse, pues, una especie de restitución; el objetivo técnico debe ser rehumanizado en la perfección de su cumplimiento, haciendo que sea de nuevo un objetivo humano, después de haber sido un objetivo técnico.

Las anteriores consideraciones muestran la urgente necesidad de formar íntegramente a los hombres que han de llevar la dirección del mundo técnico (Ibidem).

Beraz, teknikagintzaren alorrak bizi duen kinka larri hori gainditu ahal izateko Santamariak proposatzen duen egitasmoaren funtsezko zutabea, belaunaldi berrien hezkuntza integralean datza. Horrela, teknikari gazteen hezkuntza egokia beharrezkotzat jotzen du Santamariak, *sólo un trabajo de educación de los jóvenes tecnólogos permitirá, en efecto, que el hombre del mañana pueda adaptarse a su mundo*. Hezkuntza-egitasmo horrek, berriz, oraindik asmatzear dagoen jakintza sintetiko berri batean oinarritu beharko du. Espirituak gorengo jakintza bat sortu behar du, teknikak helburu gizatiarretara gidatuko dituen *humanismo teknologikoaren* eskutik («Humanismo y tecnología», *El Diario Vasco*, 1982-04-25.): pentsaera zientifiko-teknikotik datorren jakintza utilitaristaren eta mendetako giza esperientziaren fruitu den jakituria zaharraren sintesia, *a la vez humanístico y tecnológico*, hau da, teknikaren eta espiritualtasunaren, erlijioaren batasuna. Baina hezkuntza-egitasmo berri horren ardura ezin da soilik zientzialari eta teknikarien esku utzi. Zientziaren eta teknikaren ikasketa sakon eta sintetikoarekin batera, humanista berria letren eta arteen esparruan hezi behar da, soziologiaren eta historiaren esparruan, psikologiaren eta etikaren esparruan. Santamariak argi uzten duenez, egitasmo horrek *unibertsitate*-mailako lanketa berri bat eskatzen du, non orain arte bananduta egondako giza ezagutza eta esperientziaren bi eremuk bat egin beharko baitute: *el mundo de la Ciencia y de la Técnica, por una parte, el mundo del hombre, por otra*. Azpimarragarria da, benetan, humanismo berritzaile horren zabalkunderako Santamariak unibertsitateari eskatzen dion zeregina. Batez ere, kontuan hartzen badugu Euskal Herriko unibertsitate-munduan izan duen jarrera aktibo etengabea, 1931n Eusko Ikaskuntzaren baitan *Centro de Estudios Científicos* sortu zuenetik hasita, ESTE (Escuela Superior de Técnica Empresarial) eta EHUren sorreran izandako partaidetza zuzena ahaztu gabe. 1982an, aipatu «Humanismo y tecnología» artikuluan adierazten duenez, euskal unibertsitatea, epe laburrera, egungo gizartearentzat eta gure herriarentzat hain beharrezkoa

den jakintza humanista berri horren sortze- eta hedatze-prozesuaren kokagune izan dadila espero du:

Quizás el pueblo vasco y, más concretamente, la Universidad vasca, pueda ser en un futuro próximo un lugar pedagógico de lo más adecuado para la creación o fundación de este nuevo tipo de saber del que nuestro mundo y nuestro pueblo se hallan tan necesitados.

Ez dirudi, oraingoz, Euskal Herriko unibertsitateek Santamariaren eskakizunari erantzun egokirik eman diotenik, espezializaziorantz gero eta nabarmenago jotzen baitute eduki-programa erreforma bakoitzean. Santamariaren pentsamendua, 'Zientzia, Teknika eta Gizartea' deritzan diziplinan darabilten teknologiaren filosofia kritikotik hurbil kokatzen da. Santamariaren filosofia kritikoa, ikusi dugunez, Maritainengandik jasotako eredu kristau-pertsonalistan oinarritzen da, beste zenbaitena, Zientzia, Teknika eta Gizartearen arloan, esate baterako, marxismoarena edo erromantizismoarena izan daitekeen moduan.

Kontrolik gabeko aurrerapenaren arazoaren ebazpena, beraz, teknika bera gizatiarrago bilakatzean datza. Teknikaren berezko joera bere indar guztiak helburuaren gauzatzera bideratzea bada ere, teknikariak ezin du bere giza izaera saihestu, ezin du balio moralen esparrua alde batera utzi. Helburu teknikoaren bilaketan aldaketa bat eskatzen du Santamariak. Helburu teknikoak, teknikoak izan ondoren, gizatiarra izatera itzuli behar du berriz ere. Ez dugu ahaztu behar, aipatu legez, teknikaria gizakia denik; hortxe baitatza, Santamariaren aburuz, soluzioaren gakoa:

En medio de tanto progreso y de tanta dificultad, acaso habíamos olvidado esta pequeña verdad, que tal vez sea la clave de la solución del problema. Acaso habíamos olvidado que los técnicos también son hombres («Técnicos al servicio de una concepción moral de la vida humana», *Guipúzcoa Económica*, 1958-10-04).

Laburbilduz, teknikari buruzko Santamariaren pentsamendua honako ideia hauek habetzen dute: egungo teknikaren xedearen arbuioa, teknologiaren aplikazio ezberdinen bereizketa, gizakiaren lehentasuna teknikaren gaintik, filosofiaren eta gizakiaren azterketaren lotura teknikagintzarekin, eta, azkenik, ikusmolde kristau-pertsonalistaren baitan kokaturiko jakituriaren inguruko ideiekiko atxikimendua (atal honen azkenerako utziko duguna).

5.2. Zientzia, teknika eta ingurumena: energia nuklearraren kasua

Aurreko atalean ikusi dugunez, Santamariaren iritziz, aurrerapen zientifiko eta teknikoek, sarritan, eragin kaltegarria izan dute XX. mendeko gizartearen bilakaeran. Eguneroko bizimoduaren antolaketa eta egituraketa erraztu eta eroso bilakatu beharrean, abailgarriago eta jasangaitzago bihurtu dute.

Baina, Santamariak, aurrerapen teknologiko geldiezin honen beste alderdi iluna nabarmentzen du: ingurumena kutsatzera eta suntsipenera daraman bidea, hain zuzen ere. Egungo ekologismoaren aitzindaritzat har genezakeen kezka hori oso goiz ernaldu zitzaion Santamariari, bonba atomikoen 1945eko lehen jaurtiketekin batera, zehazki, ikusiko dugunez. Teknikaren itzala, beraz, ez da gizabanakoarengan eta gizartean eragiten dituen abantaila eta kalteetara mugatzen; gizakiarekin batera planeta honetan dauden bestelako izaki bizidunek ere halabeharrez pairatu behar dituzte, *el hombre está a punto de aniquilar su propio «habitat» y el «ecos» de los demás seres vivos, animales y plantas*. Ingurumenarekiko ardura hori berria da mendebaldeko gizartean, XIX eta XX. mende-hasieran zientziak eta teknikak pitzen zuten baikortasun mugagabeak bizitako krisi sakonaren ondorio.

Lehen esan dugunez, krisi hau, batez ere, arazo nuklearraren auziak eragin zuen. Zehatzago, bada gertakari bat, mundu osoan zehar, zientzia eta teknikarekiko mesfidantzaz gainera, benetako ikara zabalduko duena: Bigarren Mundu Gerrari behin betiko amaiera ematearen aitzakiaz, Estatu Batuetako agintariek Japonian egindako bonba atomikoen jaurtiketa. Inoiz ezagututako ekintza militar bortitzena izandako horrek, mundu osoko hainbat eta hainbat pertsonaren kontzientziak astindu zituen. Zalantzarik gabe, zientzia eta teknikaren aurrerapenen neutraltasun eta mugagabetasunaren auzia indar handiz azaleratu zen. Lehen aldiz, gizabanakoa, gizarteaz eta gizateriaz gainera, planeta osoa suntsitzera iris zitekeen teknologiaren aurrean zegoen gizakia, buruz buru.

Santamariak oso gertutik jarraitu zituen fisika atomikoaren baitako aurrerapenak, eta hasiera-hasieratik izan zen haiek teknikaren esparruan izan zezaketen eraginaren jakitun. 1945eko abuztuaren 6an eta 9an Estatu Batuetako armadak Hiroshima eta Nagasakin bonba atomikoak jaurti zituen. Egun batzuk geroago, bere izua adierazi zuen Santamariak «¿Se está iniciando la fase final de la Historia del Mundo?» artikuluan (*La Voz de España*, 1945-08-11). Zalantzarik gabe, bere izenburu apokaliptikoa oso esanguratsua da. Jakina, horixe bera da bonba atomikoak iradokitzen diona:

Como si fuese poco el haber vivido una larga guerra —«más violenta, más extensa y más cruel que ninguna otra»—, nos hallamos ahora ante este invento extraordinario que arrastra la atención universal y nos hace pensar, no sin fundamento, en la iniciación de una fase final, apocalíptica, en la Historia de la Humanidad. ¿Somos acaso, una generación privilegiada? ¿No basta lo que ya hemos visto para colmarnos de vida y de historia? Acaso estemos destinados a presenciar el espectáculo final, la última escena, la mejor, sin duda, del drama de la vida humana...

Iritsi da, beraz, planetaren eta gizateriaren historiaren amaieraren atarian, antzezpenaren azken unean ote gauden galdetzeko unea.

5.2.1. Bonba atomikoaren eragina

Bonba atomikoaren zertzeak baditu zio sendoak gizaki garaikidearen baitan. Eta ikuspegi ezkor batetik, Santamariak zio horiek identifikatzen ditu fisika atomikoaren alorrean 20ko hamarkadatik aurrera atomoaren deskonposaketaren inguruan egindako ikerketan, saiaketan eta aurrerapenetan (Ibidem). Izan ere, atomoa eta haren osagai azpiatomikoen egitura aldatzeko, hots, oro har, materia desintegratzeko asmoa, gizakiaren berezko joera birrintzailearekin identifikatzen du Santamariak. Dagoeneko, zientzia-aurrerapenak atomoaren egitura nahikoa desorekatzea eta haustea lortu du; atomoa ezagutzen den energia-iturri indartsuena izanik, teknikaren eskuetan geratu da horretatik zerbait erabilgarria erdieste. Santamariak salatutako espiritu teknikoari ez zaio izugarritzko arma suntsitzailea sortzea besterik bururatu. Berriz ere, teknikaren aurrerapenak, gizakiaren ongizatera bideratutako onurarik eskaini beharrean, ondorio txikitzaileak dituen asmakizun ikaragarria gauzatzeari eman dio lehentasun osoa.

Bonba atomikoaren erabilera tamalgarriak tristezia eta ezinegona eragiten diote Santamariari; teknikarekiko fedearen eta itxaropenaren sustriak erauziak izan dira. Santamariak, ikusitakoak ikusita, aurrerantzean, teknika gizakiaren lagun baino etsai gisa ikusiko du. Gainera, une historiko hori erabakigarria da: gizakia, lehen aldiz, bere ingurumena, natura, planeta osoa, deuseztatzeko gai den armaren jabe da:

Parece que el hombre culmina en sus afanes destructores. Pulverizaba ayer rocas, partículas y moléculas. Comienza hoy a romper átomos, protones, electrones. ¿Mañana?... Mañana habrá aprendido a deshacerlo todo y desbaratará para siempre este planeta que fue tan grato de vivir en otros tiempos... (Ibidem).

Beti bezala, ordea, teknikak bi aurpegi ditu. Bonba atomikoak, energia nuklearraren erabilerak izan ditzakeen ondorioak negargarrienak islatzen ditu; aitzitik, energia horren alderdi eraikitzaileak azpimarratzen dituzten aipamenak ere hedatu dira munduan zehar, *alegres comentarios que sugiere el aspecto constructivo de la energía atómica*. Askoren arabera, energia nuklearrak aurrerapen sozialerako hainbat eta hainbat aukera berri eskaintzen ditu. Batik bat, energia iturri amaiez baten jabe izango omen da gizakia: lokomozio-bideak (bai lurretik, bai airetik ala itsasotik) inoiz baino baldintza hobegotan, masa handiak garraiatzeko aukera, klima eta fenomeno meteorologikoekiko eragina, lurralde (eta, zergatik ez, mundu) berrien kolonizazioa, bidaia espazialen antolaketa, eta abar luze bat, etorkizunean posible izango direla amesten duenik bada.

Dena den, Santamaria oso ezkor agertzen da aurrerapen horien guztien onuragarritasuna bazter guztietara hedatzen saiatzen direnen aurrean; ez du sinesten, oraingoz, energia atomikoa gizartearen onerako baliatzeko aukera errealik dagoenik:

No creemos en la posibilidad de que por el momento pueda ser aprovechada la energía atómica en beneficio de la sociedad humana. [...]

¿No conoce el hombre hace tiempo la fuerza expansiva del agua, la llama del petróleo y el estrépito del rayo? Y sin embargo se ha tardado mucho en llegar a construir la locomotora, el automóvil y el motor eléctrico... (Ibidem).

Eta parekotasun adierazgarria ematen digu Santamariak, bere ikuspuntua argitzeko asmoz. Egungo gizarteak bonba atomikoaren aurrean bizi duen egoera larria, sua aurkitu berria zuen historiaurrekoarenarekin alderatzen du. Garai hartan, sua, garra miragarria zen, mendiak eta basoak errauts bihurtzen zituena, besarkatzen zuen guztia birrintzen zuena. Orduko gizakia suaren beldur izan zitekeen, sua gur zezakeen, baina ez zen inola ere sua erabiltzeko gai. Urteak, beharbada ehunka edo milaka, igaro behar izan zuten, gizakia, suak bere baitan zekartzan onurez ohartu ahal izan zedin; sua, etxea berotzeko eta elikagaiak prestatzeko ere baliagarri zela kontura zedin. Egungo egoera, bada, Santamariaren aburuz, berdintsua da: energia atomiko basatia aurkitu du gizakiak, baina, orain, gizartearentzat onuragarri izatekotan, hezi egin beharko da, berak gu zapal ez gaitzan: *la fiera atómica ha sido descubierta. Pero ahora hay que domarla... si no nos devora antes ella*.

Lehen bonba atomikoaren jaurtiketak eragindako ezinegona areagotuz joan zen ondorengo urteetan. 1946ko uztailan, Bikini uharteetako saiakera atomikoak burutu zituen armada estatubatuarra. Santamariak argi sumatzen du energia atomikoaren auzi horrek, gaurkotasun handia izateaz gainera, etorkizunean ere zeresan ugari emango duela, asmakuntza horrek gizateriari aro berri baten ateak ireki baitizkio, *esta invención es de las que abren paso a Eras nuevas*. Aro berri horren norabidea, ez bairik gabe, energia horri aurrerantzean ematen zaion erabilerak zehaztuko du. Santamariak, horretan ere, ez du itxaropen handirik: ez du uste gizakiak energia atomikoaren erabilera militarra ekiditeko trebetasunik izango duenik («Hoy se lanza la bomba atómica — ¿Puede ser destruido el planeta?», *La Voz de España*, 1946-06-30).

Saiakera horiek bake-garaian egindakoak direla kontuan hartuta, Santamariak horien helburu zientifiko eta teknikoak azpimarratzen ditu. Atomoaren desintegrazioaren ondorio mekaniko, fisiko, kimiko eta biologikoen ezagutzan sakondu asmoz, saiakera atomikoen gunea laborategi ikaragarria bilakatuko da. Eztanda atomikoak izango dituen ondorio biologikoen azterketak arreta berezia pizten du Santamariarengan. Leherketak bizitza organiko guztia deuseztatzen duela jakinik, zenbait espezetan eta zenbait distantzian izan ditzakeen ondorioen azterketa ere, saiakeren jarraipena egingo duten zientzialarien helburu da. Baina, horretarako, uharte horietako ingurumen naturalean hainbat eta hainbat espeziek jasan behar izango dituzten ondorio lazgarriak ez zaizkio Santamariari onargarri iruditzen. Kasu horretan ere, teknikaren aurrerapen guztiekin gertatzen den bezalaxe, Santamaria

mesfidati agertzen da azterketa horien ondorengo emaitzek izango duten erabileraz, lehen aipatu dugunez, ez baitu teknologia atomiko berriaren balizko onurak epe laburrera gauzatuko direnik sinesten. Helburu militar eta suntsitzaileak asetzeaz gainera, zein onura ekar diezazkioke gizakiari eta ingurumenari saiakera atomiko horien ondorioen azterketak? Bigarren Mundu Gerraren oihartzuna oraindik hain indartsua zen urte haietan Santamariak ez zuen itxaropenerako arrazoi berezirik inondik atzematen.

5.2.2. Energia nuklearraren erabilera 'baketsuaz'

Ondorengo hamarkadetan ere, jakina, energia atomikoaren erabileraren auziak bizi-bizirik jarraitu zuen. Gainera, saiaketak ugalduz joan zirenez, energia horrek eragiten zituen ondorioei buruzko datuak eta ezagutzak ere areagotu egin ziren. Era berean, Santamariaren ardura ere, apaldu orde, gorpuztuz eta indartuz joan zen. 1959an Frantziak Saharan burututako saiakerek, modu horretan, Santamariaren erantzun kritikoa eta ezkorra jaso zuten. Saiakera horiek gizakiarengan eta naturan duten eragina gero eta jasangaitzago zaio Santamariari:

¿Tiene la generación actual derecho a poner en circulación esas partículas radiactivas que han de perjudicar irremisiblemente a más de cien generaciones futuras?
Y si éste ha sido el efecto de las experiencias, ¿cuál sería el resultado de un bombardeo atómico de verdad? Motivos de meditación para los adormilados («Pandora y el Átomo», *El Diario Vasco*, 1959-11-01).

Zientzialari eta politikari baikorrenek energia nuklearraren aurrean erakusten duten jarrera teknokratiko akritikoak Santamariaren erantzun garratza eta ironikoa eragiten du:

El caso es que el comisario general para la Energía Atómica en Francia, M. Francis Perrin, acaba de hacer unas declaraciones al periódico *Le Monde*, que resultan de lo más instructivo y aleccionador. Según tales declaraciones, puede estimarse que las precipitaciones radiactivas producidas por las experiencias atómicas hasta ahora realizadas en Rusia y América han debido dar origen a un aumento de unos mil casos al año de leucemia y de cáncer de huesos frente a los ciento cincuenta mil que se producen en total, según los especialistas.

En cuanto al nacimiento de niños anormales, «sólo» ha aumentado en unos diez mil anuales (frente a los tres millones que se calculan en toda la Humanidad anualmente).

Estos efectos seguirán produciéndose durante unos miles de años, ya que la vida media de la partícula radiactiva —carbono catorce— es de unos cincuenta siglos. Mientras los carbono catorce que las experiencias han desatado estén ahí, no hay nada que hacer; seguirán naciendo los correspondientes niños idiotas y muriendo los correspondientes leucémicos.

Otros sabios más «optimistas» calculan que el número total de niños anormales debidos a las precipitaciones radiactivas artificialmente producidas será «sólo» de un millón doscientos cincuenta mil, que distribuidos en un periodo de 6.000 años equivalen a doscientos al año (Ibidem).

Jakina, trenek, autoek, hegazkinek kalte eta heriotza gehiago eragiten dituzte, eta, hala ere, inori ez zaio horiek deuseztatzea otuko. Azken finean, saiakeren aldekoen arabera, aurrerapenak beti eskatzen ditu, ordainetan, hildakoak. Baina, energia suntsitzaile horren kasuan, aurrerapenaren esanahia iraul daiteke. Lehen Santamariak egindako galderara itzuliz: zein eskubide du egungo belaunaldiak, partikula erradioaktiboak jaurtiz, etorkizuneko bizimodua arrisku bizi jartzeko? Santamariaren arabera, galdera horri berehala, berandu baino lehen erantzun behar zaio.

Hasiera batean, ikusi dugunez, bonba atomikoen lehen jaurtiketekin eta lehen saiakera atomikoekin batera, energia nuklearraren erabilera militarra, batez ere, gizateriaren amaiera fisikoaren eragile izan zitekeela pentsatzeak arduratzen zuen Santamaria. Pixkanaka, saiakera nuklearren ugaritasunak eta lehenengo zentral nuklearren eraikuntzak bultzaturik,

gizateriarekiko ardua hori, modu nabarmen batez, ingurumen naturalarekiko sentiberatasun ekologiko orokorrigo bilakatu zen.

Santamaria ez dator bat energia nuklearraren aplikazio industrialak zibilizazioaren bilakaerarako beharrezkoa den ustearekin («La energía nuclear», *El Diario Vasco*, 1981-08-30). Aitzitik, energia horri buruz dagoen ezagutza oraindik oso murrizta dela kontuan hartuta, Santamariaren ustez, haren erabilera industrialak leharzkeen ondorio errealak aurreikustea ezinezko zaio egungo gizarteari. Arrisku nuklearra, beraren aburuz, natura suntsipenera daraman makina erraldoi baten zatia da:

Ahora [...] parece que se nos quiere convencer de que el manejo de la energía nuclear es algo absolutamente necesario para que esa misma civilización pueda continuar adelante.

Sin embargo, los temores atómicos están plenamente justificados, aunque no sea más que por el hecho de que ningún científico se halla actualmente en condiciones de prever las consecuencias que todo este proceso de activación y de industrialización de la energía nuclear va a traer para la especie humana.

Notemos que la aventura nuclear no es sino una parte relativamente pequeña de toda una gran máquina de destrucción de la Naturaleza, que está operando «desde ya» con resultados visiblemente catastróficos para la vida en el planeta. El mundo está siendo degradado en gran escala y esta degradación parece además tener un carácter irreversible en muchos de sus efectos ya patentes (Ibidem).

Teknika hondatzaileen gehiegizko erabileraren eta baliabide naturalen ustiaketaren ondorioz, gizakia, gainerako izaki bizidunek osatzen duten habitat ekologikoa birrintzeko zorian dago. Ez dago egunero azaleratzen diren berriak ikusi besterik: maila guztietako kutsadura (itsasoak, ibaiak, atmosfera...), marea beltzak, espezie bizidunen sarraskia, intoxikazioak, hondakin erradioaktiboen ugalketa, baso eta oihanen mozketak, eta abar. Ingurumenaren degradazio hori, gainera, hazkuntza demografiko ikaragarriaren eskutik dator; horrela, lehengaien eta baliabide energetikoen ustiaketa oso bizkortzen ari da. Orain arte gizakiak naturari mugagabe eta agortezin irizten zion; une hauetan, Santamariaren arabera, irizpide horren baliozkotasuna zalantzan jar daiteke:

... a causa del crecimiento demográfico y del agotamiento de los recursos tanto energéticos como de materias primas, el género humano se está acercando a un periodo de gran escasez y penuria. Como decía hace unos años nuestro amigo el filósofo-científico francés Dominique Dubarle en un artículo publicado en la revista *Comprendre*: «la humanidad en crecimiento está ya perfectamente advertida de que el volumen de lo humano está llegando al punto de saturación».

Hasta ahora la Naturaleza nos parecía infinita e inagotable. Hoy en cambio —en frase de Paul Valéry— estamos empezando trágicamente a vivir en la *Era de lo finito* (Ibidem).

Eta finituaren aroak bi ezaugarri aurreratzen ditu, Erromako Klubaren Lehen Txostenak 1972an adierazten zuenez: 'mirarikeria teknologikoaren' amaiera eta 'hazkundearen' mugaren errealtatea. Santamaria bat dator Lehen Txostenean egindako egoeraren azterketaz, hurrengo txostenak baino ezkorragoa denaz. Bi ezaugarriez honako hau irakur daiteke txostenean:

... aplicar la tecnología a las presiones naturales que el medio ambiente ejerce sobre el proceso de crecimiento ha tenido tanto éxito en el pasado que se ha desarrollado toda una cultura en torno al principio de la lucha en contra de los límites, más que al de aprender a vivir con ellos [...]

Estos medios (tecnologikoak) pueden aliviar a corto plazo las presiones provocadas por el crecimiento, pero a la larga no hacen nada para prevenir la extralimitación y el subsecuente colapso del sistema (Meadows, D.H. et al.: 1972, *Los límites del crecimiento*, Mexiko, FCE, 197).

Eta txostenaren egileek, teknologiaren onurak aldarrikatu ondoren, honela aurreratzen zituzten finituaren aroan baikortasun teknologikoaren arriskuak:

La tecnología puede aliviar los síntomas de un problema sin afectar sus causas fundamentales. La fe en la tecnología como solución última a todos los problemas, puede distraer nuestra atención del problema de

base —el problema del crecimiento en un sistema finito— e impedir que emprendamos una acción efectiva para resolverlo (Idem, 192-193).

Lehen Txostenak iradokitzen zuen ebazpena badakigu zein zen: mundu-hazkunde tasa erabat murriztea horretara zuzenduriko ekintza global baten bidez. Baina Santamaria, bat badator ere txostenaren azterketaren oinarriaz, ez du bere egingo tankera 'ilustratua' hartzen duen terapeutika edo metodika hori. Santamariaren terapia ez da errotiko kirurgia, jakiturian oinarritutako hezkuntza baizik.

Gugana itzuliz, beste aldetik, Euskal Herriko gizartean, 70eko hamarkadaren amaieraz geroztik, eta, batik bat, Lemoizko zentral nuklearraren aurkako borrokaren inguruan esnatuz eta finkatuz joandako mugimendu ekologistak aitzindari goiztiar bat du Santamariarengan. Hark gizarte osoa egungo egoeraren larritasunaz ohartarazteko asmo ekologistari erabat zilegi irizten dio:

... los ecologistas tienen plenamente razón cuando tratan de llevar al ánimo de los demás ciudadanos el carácter verdaderamente dramático de la situación actual.

En vano intentan algunos realistas de vía estrecha sacudirse a los ecologistas [...]. Pero la enorme realidad y gravedad de muchos de los problemas que estos hombres plantean no hay quien se la sacuda («La energía nuclear», *El Diario Vasco*, 1981-08-30).

Botere ekonomikoak eta zuzendaritza politikoak, beti bezala, berehalako beharriaz arduratuta bizi dira, epe laburrerako emaitzei begira; ikuspegi horretatik, ekologistek demagogia lantzearen salaketa leporatzen diete, *alegando que entre éstos proliferan los demagogos y los agitadores políticos de todo género*. Santamariak ere ez ditu erabat gustuko mugimendu ekologisten planteamendu guztiak. Bera, funtsean, ez da energia nuklearraren etsai, teknikaren etsai ez den bezalaxe. Bere ardura nagusia, aurreko atalean aztertu dugunez, teknika bera irizpide eta kontrol gizatiarragoaren menpe jartzean datza, hau da, teknikaren erabilerari baldintza moral orokorrak aplikatu behar zaizkiola aldarrikatzen du. Beraz, ezinezko zaio mugimendu ekologistekin erabateko adostasunera iristea, baina, azken finean, horiek gizarteari erakutsarazten dizkioten arazo larriak ezkututzen saiatzea ezinezkoa denez, oinarritzko adostasunera heltzen da. Energia nuklearraren erabilera industrialak oreka ekologikoaren etsai beldurgarria bilakatu da, eta, baieztapen horretan, arrazoi osoa ematen die Santamariak ekologistek. Lemoizko zentral nuklearraren eraikuntzaren beharra ere zalantzan jartzen du: gutxienez, ekintza horrek eragin ditzakeen onura eta kalteen ikuspegi zabalago eta kritikoa eskaini behar zaie herritarrei, energia mota horri uko egiteak eragingo lukeen atzerapauso historikoaren demagogia errazera mugatu gabe. Gure gizarte zuzentzen dutenek eskaintzen diotena baino arreta handiagoa merezi du, haren iritziz, planetaren etorkizuna zalantzan jartzen duen auzi honek. Bada epe luzera pentsatzen hasteko garaia.

Azken batean, Santamariak proposatzen duen irtenbidea hezkuntzari eta jakituriari lotuta doa:

Neretzat ekologia oinarritzko jakinduria da. Historian zehar mentalitate teknikoak dutenak eta mentalitate ekologikoak dutenak aurkitu izan ditugu eta oraindik ere aurkitzen ditugu. Lehenengoen natura erabili egiten duten bitartean, bigarrenek natura errespetatu egiten dute. Nik soluzio armonikoen beharra ikusten dut. Natura erabili behar da, baina errespetatuz; izugarria baita industriak irizpide ekologikorik gabe egitea. Beraz, ekologia bizitza ikusteko modu bat da, eta gainera, bizitzako ekintza guztietara zabaldu behar den kontzeptua. Gizatasuna beste era batera ulertzen da, eta lehen esan dudana bezala, jakinduria mota bat da. Nere iritziz, ikasleei ikastetxeetan irakatsi beharko litzaiekeen gauza da («Karlos Santamaria: zientzia eta kontzientzia bat eginek», *Elhuyar. Zientzia eta Teknika* 60, 1992, 55-58, 56).

Santamariak berak ez du bat egiten Erromakoa bezalako Kluben neurri eta politika zorrotzekin. Horietan, aldagai soziopolitikoek eskaintutako pisua ahula zen oso. Azken batez, terapien eta emaitzen aniztasunak, mundu ikuskera ezberdinekin badu zerikusirik, eta

Santamariaren 'ekologia politikoaren' eredia aipatu Klubenetatik baino zenbait eredu 'alternatiboetatik' hurbilago dago. Ereduotan gizakia aintzat hartzen baita bere ahalmen osoan, ez soilik kontsumitzaile gisa. Honela kritikatzeko ziren Erromako Klubaren txostenak 80ko hamarkadan:

[Erromako Klubaren] informeetan, giza espeziea, soilik ugaltzeko eta ondasun materialen kantitate hazkorra kontsumitzeko gai den izaki bizidun masa bat legez hartzen zen. Funtsezko aldagai garrantzitsua, garapen globalarentzat kritikoa, ahantzia izan zen. Aldagai hori PIP da (Potential Intellectual Power), ingurumenak planteaturiko arazoak nola hauteman eta ebazteari buruzko ezagutza sortzeko gizateriaren ahalmen intelektual gisa definitua (Rowecki, S.: 1987, «Post-1984 Global System Perspectives», *Futures*, 1987ko ekaina, 283).

Gizakiak ikaskuntzan eta autozuzenketan duen ahalmenetik eratortzen da iraganeko garapen-joerak aldatzeko aukera. Santamariaren eredia ez da 'hazkundearen mugapenarena' edo 'zero hazkundearena', 'hazkunde iraunkorrena' baizik ('soluzio armoniko', 'natura errespetatu', 'industriak irizpide ekologikoak erabili behar ditu', dira Santamariaren esapideak). Jakina, eredu horrek bi baldintza eskatzen ditu: lehena, egungo hezkuntza teknologikoaren edukien aldaketa, eta, bigarrena, 'hezkuntza ekologikoaren' kontzeptuak politikoengan zein funtzionarioengan, enpresetan zein komunikabideetan aurkitu behar izatea. Eta 'ethos sozialean' txertatuak, azkenik. Baldintza biok, Santamariarengan, bere eskema kristau-pertsonalistan gauzatzen dira, eraiki beharreko teknikari kristauaren irudian, hain zuzen.

5.3. Zientzia, teknika eta espiritualtasuna: kristaua eta teknika aurrez aurre

Santamariaren pentsamenduaren helburu nagusia, beraz, zientziaren eta teknikaren emaitzak eta espiritualtasun kristauaren esparrua uztartuko dituen jakituria humanista berri bat eraikitzea da. Jakituria horixe izango da, Santamariaren egitasmoan, teknikari berriaren prestakuntzaren gidari. Baina, jakina, jakituria berriak (humanismo teknologikoak) eskatzen duen uztarketa eman dadin, espirituaren esparruak teknikarena estali behar du, teknikak sortzen dituen kalteak ekidin ahal izan daitezen.

Pentsalari espiritualisten, eta, ondorioz, Santamariaren beraren ardura nagusia teknika gizakiaren zerbitzura jartzean datza. Batik bat bi idazkitan lantzen du teknikaren eta espiritualtasunaren arteko gatazka Santamariak: «Máquina y espiritualismo» (*Documentos* 9, 1951) eta «El cristiano ante la eficacia técnica» (*Documentos* 11, 1952). Testu horietan, Santamariak, teknikak espiritualtasun kristauari eta, beraz, beraren hezkuntza-egitasmo kristau-pertsonalistari zuzentzen dion mehatxurik arriskutsuenetakoaz ari da: hau da, teknikak, makinaren irudian gauzatua, materialismoaren aurrean kokatzen gaitu.

Santamariaren aburuz, makina da teknikaren irudi gailurra, teknikaren islarik eta emaitzarik perfektuena. Sorkuntzaren munstroa da, gizakiaren fruitu, baina dagoeneko harekiko aske: gizakiak bere kumearen ugazaba izateari utzi zion, makinaren jopu bilakatzeko⁴⁰. Orduz geroztik, makinaren erritmora bizi da gizakia, hark ekoizten duena kontsumitzera zigortuta. Teknikaren moralak, Santamariaren ustez, makinaren gizakiarekiko hegemonia ezartzen du: ekoizpenaren moral berriak makina gelditu ez dadin lan egitera, labea itzal ez dadin egurra botatzera, behartzen du egungo gizakia. Makinaren abiada areagotuz joan da, hirien, fabriken, errepideen, eta abarren ugalketa eraginez. Gizakia abiada horren menpe bizi da, bere gorputza eta arima haren menpe daude, *ese horrible veneno que se llama prisa*. Gorputzak eta arimak osatzen zuten oreka intimoa, barne-armonia hautsi egin du makinaren aginteak. Giza ekonomia ez da bere ohiko bilakaerara itzuliko arimak kanpoko

elementu osagarri hori espirituaren legepera erakartzen ez duen bitartean, *si el hombre acierta a educarla puede ser una fiel servidora del espíritu.*

Aurrerapen teknikoak pentsamolde espiritualari kezka larriak sorrarazten dizkio, ikusmolde materialistak gorpuzten eta elikatzen baititu. Mende honetako materialismoak, funtsean aurretikoekiko oso ezberdina ez den arren, indar boteretsu bat du bere alde: makina.

En la lucha del hombre con lo humano la máquina no es imparcial: se va con los suyos, tiende a inclinarse a favor de la materia. Los materialistas encuentran en ella una poderosa aliada, un fuerte argumento. [...] Pero hay que reconocer que la máquina crea muchas dificultades al pensamiento espiritualista porque produce un clima espeso en el que cuesta trabajo descubrir la realidad del espíritu («Máquina y espiritualismo», *Documentos* 9, 1951).

Santamariaren ustez, egitura mekanizista zanpatzaile horien azpian dagoen espiritua bilatzea da garrantzitsuena, *buscar el espíritu bajo toda esa masa paquidérmica.* Santamariarentzat, lehen ere azaldu dugunez, teknika ona da, makina ez da txarra, *sólo un poco rebelde.* Gizakiak makina heztea lortuko balu, espirituaren zerbitzari leiala bilakatuko litzateke.

Makina gizakiaren agindupera ekartzea gizakia espirituaren menpe jartzea bezalaxe litzateke. Santamariaren iritziz, horrek gizakiaren kontzeptua berrikustera bultzatuko gaitu. Makinaren aurrean, honako galdera hau bururatuko zaio gizakiari: ni neu ere beste makina bat ote naiz? Kinka horretan, *gizakia está en trance de redescubrir el espíritu.* Horrela denean, makinak, materialismoaren zoritxarrerako, giza balioen mailaketan dagokion kokagunera itzuliko dela espero du Santamariak. Teknikari, gizakiaren bizimodua errotik aldatzeko gizakiaz gaindiko ahalmena esleitzen dion ikusmolde materialistaren aurrean, kristauak teknika gizatiartzen saiatu behar du.

Teknika, giza adimenaren emaitzarik gailurrenetakoa izanik, gizakiaren hobekuntza integralerako lanabes bilakatzea da Santamariaren ikusmolde kristau-pertsonalistaren xedea. Horrela, pentsamendu espiritualista kristauak ez du teknika arerio legez hartu behar, baizik eta gizakiaren berezko izaeraren ildotik urrunduz joan den eta, berriz ere, gizakiarenganatu eta hezi beharreko ekarpen onuragarri legez. Santamariaren arabera, behin baino gehiagotan aipatu dugunez, teknika bera ez baita txarra edo kaltegarria, gizakiak harekin egiten duen zenbait erabilera baizik.

Zentzu horretan, pentsamendu kristauaren baitan, teknikarekiko okerrak iruditzen zaizkion zenbait joera sumatzen ditu Santamariak. Batetik, sistematikoki aurrerapen tekniko guztien aurka kokatzen direnak leudeke:

Pero no es signo de un cristianismo sano, sino al contrario, de un cristianismo raquítrico esa especie de rigidez senil con que algunos se colocan sistemáticamente en contra de los adelantos modernos, que ellos creen radicalmente pecaminosos y a los que culpan en gran parte del escepticismo religioso que se ha extendido por el mundo («El cristiano ante la eficacia técnica», *Documentos* 11, 1952).

Ikuspegi horren arabera, Santamariaren aburuz, gizateriaren zoriontasuna aurrerapen guztiei uko egitearekin batera letorke.

Bestalde, beste muturrean, teknikak gidatutako ordenu kristau lurtar perfektuaren etorreraren itzaropena duenik ere badago kristauen artean. Baina, Santamariak azpimarratzen duenez, kristautasunarentzat ordena perfektua munduko bizitzari ez dagokiola ahaztu gabe, teknikak berak ezin du besterik gabe gizakiaren zoriontasuna ziurtatu:

La verdad es que la técnica no puede hacer por sí misma la felicidad de los hombres, tanto si nos conduce con los marxistas hacia el paraíso de la sociedad sin clases, como si nos lleva con ciertos cristianos falsamente proféticos, al mito irrealizable del perfecto y definitivo orden social cristiano. Pero, ¿no sería posible que nos colocásemos en una actitud realista, evitando todo lo que fuese sacar de quicio el problema de la técnica? (Ibidem).

Beraz, Santamariak baieztatzen duenez, kristauak teknikaren aurrean jarrera baikorra eta, aldi berean, errealista hartu behar du. Kristauak ez dauka aurrerapen teknikoaren eraginez zertan larritu. Santamariak badaki kristau askorentzat egungo zientzia eta teknikaren alorreko hainbat saiaketa asaldagarri direla. Ezezaguna zaienaren aurrean beldurtu egiten dira, beraien sinesmen intimoenak kolokan sentitzen dituzte:

Algunos se preguntan, sin embargo, si todo este mundo no debe causarnos miedo. Si la pretensión técnica no será una nueva aventura prometeica, la obra de la soberbia del hombre queriendo construir una nueva torre de Babel. Y se arrebujan y esconden bajo las sábanas de la pusilanimidad, como los niños que se asustan de los fantasmas nocturnos.

Mas yo me digo si este miedo no es compatible con la creencia cristiana. Si cabe un cristianismo que no sea capaz de afrontar las enormes perspectivas de la hora presente («Civilización del trabajo», *El Diario Vasco*, 1960-02-14).

Adibide gisa, bizitzaren sintesi artifiziala lortzeko sobietarrek aurrera eramandako saiaketak aipatzen ditu «Seres vivos artificiales» (*El Diario Vasco*, 1958-06-08) artikuluan⁴¹. Santamariaren ustez, saiaketa horiek ez dute sinesmen kristaua hondatzen, dogma erlijiosoak ez baitu bizitza artifizialaren aukera ez baieztatzen ezta ukatzen ere. Aitzitik, fede kristauak sorkuntzaren handitasunaren ikuskeraz adierazten diguna aintzat hartuz, ikertzailearen jarduera goraiatzeko arrazoiak aurki ditzakegu.

Santamariaren iritziz, egia da zientziak gizakiaren oinarrizko sinesmenak zapuzteko duen indarra gero eta harrigarriago eta ikaragarriago agertzen zaigula. Baina, hala eta guztiz ere, kristauak ez du zientzia-aurrerapenaren ahalmenaren aurrean ikaratu eta larritu behar. Santamariak, ondorio gisa, A. Bauchau jesuitaren ondorengo hitzak bere egiten ditu:

Sea como quiera, un cristiano no tiene por qué experimentar ni angustia ni inquietud frente al progreso científico contemporáneo. El poder que el hombre adquiere con sus descubrimientos no hace sino subrayar la amplitud de las responsabilidades que Dios le ha confiado. El mundo no nos ha sido dado solamente para que vivamos en él, sino que nos ha sido encomendado para que acabemos con el Señor lo que El había empezado sin nosotros. Todo progreso científico desemboca, pues, no en una actitud de autosuficiencia y de soberbia, ni en una posición de timidez y de asustamiento, sino en una gran alegría: la de saber que Alguien cuenta con nuestros sudores y se interesa tanto en nuestros fracasos como en nuestros éxitos frente a la enorme empresa del hombre de ciencia (Ibidem).

Bazter bitza gizakiak, beraz, harrotasun merkeak eta ikara inozoak; Santamariaren arabera, aurrerapenak alaitasunez eta, aldi berean, erantzukizunez agurtu behar dira.

Laburbilduz, Santamariak, aurrerapen teknikoak onartu eta horiek gizateriaren eta balio moral gorenaren zerbitzura erabiltzea ahalbidetuko duen ikusmolde berri bat proposatzea eskatzen dio pentsamendu kristauari. Ikusmolde horretan, espirituak, kontzientzia pertsonalak, teknika hezteko lortu behar du. Santamariaren proposamena, azkenik, kristau-pertsonalista kutsua izango duen jakituria berri baten, hau da, humanismo teknologikoaren hezkuntza-egitasmo zabalean gauzatzen da: espirituak, teknika helburu gizatiarretara gidatuko duen gorengo jakintza bat sortu behar du; pentsaera zientifiko-teknikoaren eta betidaniko giza esperientziaren fruitu den jakituria kristau zaharraren sintesia, teknikaren eta espiritualtasunaren batasuna.

1. Ikus balioen tipologia baterako, Echeverría, J.: 1995, *Filosofía de la ciencia*, Madril, Akal, IV. atala.
2. Merton, R.: 1973, *The Sociology of Science*, New York, The Free Press (gazt. *La sociología de la ciencia*, Madril, Alianza, 1977).
3. Horrela, Bieberbach-en eta matematikari nazien programak matematika formalista, 'abstraktuegia' eta 'hutsegia' zena, baztertzen zuen iraultza nazional-sozialista, matematika alemaniarraren mesedetan, intuitiboagoa eta arazo 'errealai' zein irudi geometrikoei lotuta zegoena. Ikus honetaz, Mehrtens, H.: 1987, «The Social System

- of Mathematics and National Socialism: A Survey», *Sociological Inquiry* 57, 159-182; 1987, «Ludwig Bieberbach and Deutsche Mathematiker», in E.R. Phillips (arg.): *Studies in the History of Mathematics*, MAA Studies in Mathematics 26, The Mathematical Association of America, 195-241.
4. Estornes Lasa, J.: 1970, *Los vascos y la Universidad (antecedentes y realizaciones)*, Donostia, Auñamendi; Barriola, I.M.: 1985, *Gestiones guipuzcoanas por una universidad oficial en el País Vasco, 1963-1979*, Leioa, EHUko Argitalpen Zerbitzua.
5. 1935ean Hezkuntza arloari Espainiako Estatuko aurrekontuaren %6,6 bazegokion, 1943an, adibidez, %3,6raino jaitsi zen. Hori bai, frankismoaren bigarren (50eko hamarkada) eta hirugarren (60ko hamarkadatik aurrera) epealdietan nabarmen igotzen dira ehunekook, beti ere Europako gainerako Estatuak Hezkuntzari emandakotik urruti geratzen badira ere: adibidez, batez beste, 1960an %8,57 eta 1970ean %14,47. Ikus Giner, S.: 1977, «Libertad y poder político en la universidad española», in P. Preston (arg.): *España en crisis*, Madril, FCE, 303-355, 332.
6. Dedijer, S.: 1968, «Underdeveloped Science in Underdeveloped Countries», in E. Shils (arg.): *Criteria for Scientific Development: Public Policy and National Goals*, Cambridge, Mass., MIT Press, 143-163, 161.
7. 1992ko elkarrizketa batean, Santamariak Oñateren eta beraren matematikaren oinarritze xedeaz mintzo zaigu: Oñatek axiometria lantzen zuen eta axiomatika matematikan txertatzea zuen helburu. Santamaria, berriz, matematikaren oinarritzeko arazoez arduratuta zegoen, logikaz edo geometriaren postulatuez («Karlos Santamaria: zientzia eta kontzientzia bat eginik», *Elhuyar. Zientzia eta Teknika* 60, 1992, 55-58).
8. Rey Pastorri buruzko ikerketa areagotu egin da azken urteotan. Ikus, adibidez, L. Españolek argitaraturiko ondorengo lan bildumak: *Actas I Simposio sobre Julio Rey Pastor*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 1985; eta *Estudios sobre Julio Rey Pastor*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 1990. Horiez gainera, Rey Pastorren heriotzaren inguruan emandakoak aldizkari zenbaki monografikoetan: adibidez, Babini, J., González Domínguez, A., Santaló, L.A. (zuz.): 1962, «Julio Rey Pastor», *Revista de la Unión Matemática Argentina y de la Asociación de Física Argentina* 21, 3-55; eta *Revista Matemática Hispano-Americana* aldizkarian emandakoa (22, 1962, 57-120). Rey Pastorren lan aukeratuak ondorengo obretan ikus daitezke: Rey Pastor, J.: *Selecta*, S. Ríos, L.A. Santaló eta E. García Camareroen ardurapean, Madril, Fundación Banco Exterior, 1988; eta Rey Pastor, J.: *Escritos de las dos orillas*, L. Españolen ardurapean, Logroño, Gobierno de La Rioja, Biblioteca Riojana 4, 1993.
9. Ikus Ausejo, E., Millán, A.: 1989, «La organización de la investigación matemática en España en el primer tercio del siglo XX. El Laboratorio y Seminario Matemático de la Junta para Ampliación de Estudios e Investigaciones Científicas (1915-1938)», *Llull* 12, 261-308.
10. Horretarako posibilismoa bilakatuz bere jokamolde politikoaren ardatza, helburu zientifikoak lortzeko asmoz. Rey Pastorren Primo de Riverarenganako atxikimenduaz, ikus, Vera, F.: 1962, «Algunos rasgos inéditos de Rey Pastor», *Revista de la Unión Matemática Argentina y de la Asociación Física Argentina* 21, 22-26. Halabeharrez, gerra ostean eta espainiaratu ondoren posibilismo hori areagotuko da; ikus Español, L. (arg.): 1990, *Estudios sobre Julio Rey Pastor*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, liburuan honako lan hauek: de Castro, A.: «Historia del Instituto de Cálculo», 195-208; García Camarero, E.: «El grupo español de historia de la ciencia a través de la correspondencia de Rey Pastor de 1934», 141-150; Hormigón, M.: «El pensamiento de Rey Pastor», 43-70; eta Roca, A.: «De la regeneración a la involución: Terradas y Rey Pastor, 35 años de amistad científica», 71-104.
11. *Laboratorio y Seminario Matemático-k Junta para Ampliación de Estudios* zelakoarekin zuen harremanean oinarrituz, Mintegiak atzerriko ikerketa zentrorik ospetsuenetarikoa bidaltzen zituen bertan lan egiten zuten ikertzaile gazteak.
12. Ekimenon xehetasunentzat, ikus Llombart (1995).
13. Barínagaz ikus, Cuesta Dutari, N.: 1966, «Don José Barínaga Mata, *In Memoriam*», *Gaceta matemática* 18, 63-86.
14. Garai horren ikuspegi orokorrerako, ikus Garma, S.: 1991, «Las matemáticas en España en la primera mitad del siglo XX», in C.A. Braumann, M.P. Rilhó (arg.): *XV Jornadas Luso Espanholas de Matemática*. Actas, 6. liburukia, Évora, Universidade de Évora, 6-65; Hormigón, M.: 1988, «Las matemáticas en España en el primer tercio del siglo XX», in J.M. Sánchez Ron (arg.): *Ciencia y sociedad en España: de la Ilustración a la Guerra Civil*, Madril, CSIC-El Arquero, 253-282.
15. Ikus García Camarero, E.: 1985, «Los últimos años de Rey Pastor», in L. Español (arg.): *Actas I Simposio sobre Julio Rey Pastor*, Logroño, Instituto de Estudios Riojanos, 19-39.
16. San Juan izan daiteke, Santalórekin, gerra ostean, 1970era arte ekoizpen matematiko handiena izan zuen espainiar matematikaria. Ikus, Ríos, S.: 1969, «El matemático Ricardo San Juan (1908-1969)», *Revista Matemática Hispano-Americana* 29, 175-185.
17. «Poliedros proyectivos elementales» (12. zkia., 1934, 2-4) eta «División del plano por quebradas proyectivas» (17. zkia., 1934, 1-3).
18. Ikus, Beaulieu, L.: 1993, «A Parisian café and the proto-Bourbaki meetings (1934-1935)», *Mathematical Intelligence* 15, 27-35.

19. Askotan, propietate estrukturalen ikerketa azpimarratzen duen ikusmoldea ikuspuntu formalista batekin lotzen da. Bourbakiren kasuan horrela bada ere, ez du halabeharrez horrela izan behar. Ikus Corry, L.: 1992, «Nicolas Bourbaki and the Concept of Mathematical Structure», *Synthese* 92/3, 315-348.

20. Bourbaki taldeak matematika osoaren berreraiketa konjuntistari ekin zion, faszikulu gisako *Elements de Mathématique* liburukietan berreraiketaren berri emanez 1936. urtetik aurrera. Ikus Bourbaki, N.: 1977, *Éléments de mathématique. Théorie des ensembles*, Paris, CCLS.

21. R. Thom-ek, esaterako, gogorki kritikatu zuen 'matematika modernoak' irakaskuntzari lekarkiokeen kaltea. Ikus Thom, R.: 1978, «¿Son las matemáticas 'modernas' un error pedagógico y filosófico?», in J. Hernández (arg.): *La enseñanza de las matemáticas modernas*, Madril, Alianza. Abstrakzioa eta orokortasuna ez dira berez positiboak. Ondo daude ez bagaramatzate matematikaren kontzeptuek duten eduki intuitiboa gabeko mundu formal hutsalera. Platonista izanik, Thomek egitura matematikoen existentzia aldarrikatzen du, existentzia hori abstraktua bada ere. Orokortzea, hots partikularretik orokorrera edo orokorretik orokorragora igarotzea, ondo dago. Egoki ez dena, abstrakzio eta orokortasun hutsak bere horietan burubidetzat hartzea da, jokamolde horrek matematikan egiazko arazo eta problemak daudela ahantzarazten baitigu, eta, ondorioz, matematikariaren jarduera sasiarazoetan murgildu.

Esan dugunez, 70eko hamarkadan Bourbakiren eragina ahulduta zegoen matematikarien artean, Vancouver-eko 1974ko Nazioarteko Kongresuan nabarmen agertu zenez.

22. «Algunas orientaciones de Klein sobre la enseñanza de la Geometría» (12. zkia., 1934, 4-5) eta «Algunas opiniones de Enriques sobre la enseñanza de las matemáticas» (14. zkia., 1934, 3-4) izenik gabe argitaratu ziren *Revista del CEC* aldizkarian, baina Llombartek Santamariari dagozkiola berretsi du (ikus Llombart, J.: 1995, «Catálogo de las revistas del Centro de Estudios Científicos», in Llombart 1995, 167-181). Zalantzan jartzen dugu bigarren artikuluxka Santamariarena denik. Badirudi Enriquesen beraren testua dela. Hala ere, inolako kritikarik gabe, bere horretan argitaratuta dagoenez, aldizkariaren zuzendaria zen Santamaria bere edukiarekin bat datorrela pentsa dezakegu.

23. Duela gutxi Erlangengo Programa honen azken bertsioa itzuli da gaztelerara: «Consideraciones comparativas sobre nuevas investigaciones geométricas», *Mathesis* 11, 1995, 331-370.

24. Mac Lane, S.: 1986, *Mathematics: Form and Function*, New York, Springer, VIII. kap.

25. Erlangengo Programan, Kleinek, egitura mantentzen duten transformazio-taldeetan oinarrituriko geometrien sailkapena proposatu zuen. Horrela, geometria ezberdinak bereiz daitezke: geometria proiektiboa, afina, metrikoa, analagmatikoa, topologikoa, euklidentarra, lobatxeviskiarra, eta abar.

26. Platon: *Platon I: Oturuntza, Protagora, Menon*, Usurbil, Izarra, 1975 (itzul. Jokin Zaitegi).

27. Azpimarra dezagun Rey Pastor, Enriques eta ziur asko Santamariaren ikusmoldean ere geometriaren sailkapena, bakoitzari dagokion jarduera fisiko-psikologikoen konplexutasuna ezaugarritzen duen jite fisikodun matrize batera bideratzen dela. Transformazio-talde batek definitutako geometria bakoitzari hautemate fisiologikoen konplexu ongi definitu bat esleitzen zaio. Gertakari horrek geometriaren berezko iaera empirikoa azaltzen du, eta, beraz, zientzia naturalarekiko haren lehentasunezko erlazioa eta zeregina (analisiaren aurrean). Horrela, bere «Systématisation de la Géométrie au moyen de la Théorie des Groupes» (*Scientia* XII, 1918, 413-422) artikuluan, Rey Pastorek geometria proiektiboari buruz baieztatzen duenez: «Par opposition à la géométrie tactile, métrique, quantitative des Grecs, est née, au commencement du XIX siècle, la géométrie visuelle, dite projective. C'est à l'école de Poncelet et Chasles qu'on doit l'introduction systématique de l'idée du point à l'infini, de la droite et du plan à l'infini, du cercle imaginaire à l'infini, etc. [...] Il y a d'autres relations géométriques qui subsistent, même si nous projetons les figures d'un point quelconque; ce sont les propriétés dites projectives» (416. or.). Eta geometrien tipologia fisiologikoki ezaugarritzen du: «Si l'on nous permet de matérialiser l'idée, nous dirons que l'espace de la métrique, aussi bien de l'euclidienne que des non-euclidiennes, est un espace indéformable, cristallisé; celui de la géométrie affine un espace articulé, parallélogrammique; celui de la géométrie projective est un tissu de droites entremêlées; l'espace de la topologie est un espace amorphe, un espace gélatineux» (Idem, 420).

28. Hiru puntu bikoitz dituen bere baitako zuzen baten proiektibotasuna identitatea da, hau da, hiru puntuen irudia ezagutuz transformazio proiektiboa erabat zehaztuta dago. Horrela, adibidez, Staudtekin frogapenean prozesu infinituak erabiltzen ditu, hots, zuzen errearen jarraitutasunaren arazoa ere hortxe dago; propietate honen erabilera intuitiboak, bere esanahiaren formulazio kontzeptualki argirik gabe, oinarritze hori hobetzeko ondorengo ikerketei irekitzen die bidea, Rey Pastoren lanaren eta Santamariaren tesiaren ildoan bideratzen duen geometria proiektiboaren zorrotasun-prozesuarekin identifikatzen den ikerkuntz lerroaren baitan.

29. Rey Pastorekin, Santamariak geometria proiektiboaren oinarritzko teorema gisa Staudten teorema hartzen du, Hilbert, Veblen eta Young-ek aukeratutako Pascal-en teoremaren aurrean.

30. Kleinek azaldu zuenez, geometria proiektiboari ezinbestekoa zaio jarraitutasun axioma bat, zuzen baten hiru puntu beste baten hiru punturekin erlazionatzea beraien arteko korrespondentzia proiektibo baten zehaztapenarentzat nahikoa baita.

31. *Revista del CEC* aldizkarian argi identifikaturik agertzen diren geometria proiektiboari buruzko bere artikulua ez bezala, gainerako bere lanak soilik bere inzialekin edo X.X. kriptikoarekin sinatzen ditu. Ezberdintasun horrek, lan horiek aurreko atalean aztertutakoekiko duten maila txikiagoa adierazten du.
32. Bourbaki taldearen eragileetako bat izandako Jean Dieudonné-k adierazpen horri emandako zentzuan ez izan arren. Ikus *Pour l'honneur de l'esprit humain. Les mathématiques aujourd'hui*, Paris, Hachette, 1987.
33. Santamariaren ikuspuntutik, hauxe izan da Vienako Zirkuluaren egitasmo metazientifikoaren helburu nagusietakoa, hots, diskurtso zientifikoaren analisi logikoaren bidez esanahi zehatzik gabeko kontzeptuak zientziaren eremutik at uztea («La claridad científica», *El Diario Vasco*, 1959-04-12). Alabaina, hori topikoa besterik ez da. Vienako Zirkuluko partaideen filosofien azken azterketak erakusten ari direnez, ezin daiteke hain sinpleki ezaugarritu. Izan ere, aipatu Zirkuluko partaiderik garrantzitsuenetariko batek, Neurath-ek, Santamariak salatzen duen aurreiritzi positibista dogmatiko berberak kritikatzeko dituzko, Popper-en *Logik der Forschung* liburuaren azterketan. Neurathen ustetan, Popperren metodologia faltsazionista sasirazionalista da, absolutismo metateorikoan erori dena, zientziaren oinarri protokolo-proposizio eta kontzeptu garbietan datzala baieztatzen baitu. Neurathentzat, ostera, oinarri hori kontzeptu ilunek, zehaztugabeek, ez puruek (*Ballungen*, «agregatuak») osatzen dute, elkarrekin hala-hola lotzen direnak eta esangura unibokoa ez dutenak (ikus Neurath, O.: 1935, «Pseudorationalismus der Falsifikation», *Erkenntnis* 5, 353-365). Esan beharra dago, hala ere, Santamariak hitzok idatzi zituenean Vienako Zirkulari buruzko interpretazioak hari lotzen zion premisetako bat Santamariak atxikitzen diona zela, alegia, kontzeptu zientifikoak zehatzak, garbiak, unibokoak eta abar direla.
34. Snow, C.P.: 1969, *The Two Cultures and a Second Look*, Cambridge, Cambridge University Press.
35. Weber, M.: 1971, *Sobre la teoría de las ciencias sociales*,artzelona, Península. Egia esan, Weberrek ez dio ukatzen zientziari ezein balio: egia baita zientziagintzan onar daitekeen balio bakarra. Eta, oro har, esan daiteke zientziari buruzko gogoeta filosofikoan, balioak sistematikoki baztertuak izan direla zientziaren 'objektibotasunetik', balio epistemikoak ezik. Badirudi egoera aldatuz doala eta filosofoak aintzat hartzen ari direla balioen —ez soilik balio epistemikoak— azterketa zientziaren ikusmolde integral egokiagoa lortzearen. Ikus, adibidez, lehenengo oharrean aipatutako Echeverría (1995).
36. Ikus, esate baterako, Mitcham, Carl: 1994, *Thinking Through Technology. The Path Between Engineering and Philosophy*, Chicago-Londres, The Chicago University Press.
37. Santamariaren planteamendua zientziari buruz errealista garbiarena da: zientziaren helburua egia baita. Egungo zientziaren filosofia postkuhndarrean zaila da, ordea, horrelako planteamenduari atxikitzea kalifikaziorik gabe. Horrela, errealismo mota asko dago: errealismo zientifiko aletikoa (Quine, Davidson eta jarraitzaileak), errealismo ontologikoa edo erreferentziala (Kripke, Putnam, Boyd), errealismo konbergentista (Popper, Miller, Niiniluoto, esate baterako)... Antierrealistak ere ugaltu ohi dira. Horien ustetan, zientziaren helburua ez da egia lortzea, beste zerbait baizik: adibidez, 'fenomenoak gordetzea', 'funtzionatzen duten teoriak' lortzea... Tesi antierrealisten egungo ordezkariak garrantzitsuenetakoa van Fraassen-en enpirismo eraikitzailea da. Edo, bestetik, korrante erlatibistak ere baditugu, zeinen arabera zientziagintzaren helburuek xede ontologiko eta epistemologiko klasikoekin zerikusirik ez duten; korrante erlatibistarik hedatuena Latour, Woolgar, Mulkay eta Knorr-Cetina zientziaren soziologoaren konstruktibismoa eta Edinburgoko Eskolaren (Barnes, Bloor, McKenzie) erlatibismoa dira.
38. Egungo teknologiaren filosofiaren esparrutik ere irizpide metateknikoen aplikazioa aldarrikatzen da teknologien azterketan, eta ez soilik teknologiari hertsiko dagozkion barne irizpideena. Ikus, adibidez, 36. oharrean aipatutako Mitcham (1994). Mitchamek teknologiaren filosofia humanistaren alde jotzen du teknologiaren ingeniartzazko filosofiaren aurrean, lehena kritikoa izan ez ezik, teknikaren azterketa filosofikoa testuinguru zabalagoetan kokatzen baitu. Teknikaren jite bikoitzaren (onuragarri/kaltegarri) auziaren aurrean ere, Santamariak bezala, Mitchamek razionaltasun teknologiko soila labur eta herren gelditzen dela azpimarratzen du. Beraz, erabaki teknologikoen kontrola eta pluralizazioa ahalbidetuko duen razionaltasun zabalagoaren (jakituria, Santamariaren hitzetan) ezarpena defendatzen du.
39. Egungo enpresa munduak teknikaren aurrerapenarekin duen harremana bereziki azpimarratzen du Santamariak. Haren iritziz, teknikaren etorkizuna, hein handi batean, jarduera industrialen ardura eta zuzendaritza dutenek haren erabilerari ezartzen dioten norabidearen menpe dago. Era horretan, aurrerantzean teknikaren eragina gizartearentzat onuragarri ala kaltegarri izatea, neurri handi batean, produkzio-guneetako zuzendari teknikoen jarrerak baldintzatuko du. Tamalez, egungo gizartearen, zuzendari gehienak gorago aurkeztu dugun pentsaera teknizistaz kutsatuta daudela uste du Santamariak.
40. Santamariak Estatu-egituraren baitan gertatutako mekanizazio prozesua ere salatzen du. Estatu bera makina bilakatu da, arima, espiritua zigortzen duen munstro erraldoia. Estatu modernoa erabat automatizatu da, gizakiaren zerbitzari ez ezik haren ugazaba ustiatzaile bihurtzeraino. Beste artikulua batean azaltzen duenez («Ciencia Nueva», *El Diario Vasco*, 1957-05-05), Estatu-makina hau razionalizatu eta normaldu behar da, ongizate orokorrerako oztopo bihurtu ez dadin. Santamariaren iritziz, zientziaren metodoak (ikerkuntza operazionala eta matematika antolatzailea, hain zuzen), jakituria humanista orokorrerako baten babespean, lanabes ezin hobeak lirateke egin behar honetarako, zientzian eman diren azken aurrerapenak antolaketa estatalaren hobekuntza eragin baitezakete.

41. Garai bereko beste artikulu batean («Horror a lo desconocido», *El Diario Vasco*, 1958-05-09), egungo kristauak bizi dituen larritasunak, Berpizkundearen aroan, iraultza kopernikarraren tesi heliozentristik kristautasunean eragindako hondamendi-sentsazioarekin erkatzen ditu.