

Errepresentazioaren teoria orokor batentzako ekarpen -xume- bat

(A -modest- contribution for a general theory of representation)

Ibarra, Andoni
Euskal Herriko Unib. – CSIC
Zientziaren Filosofia Unitatea
1249 Posta Kutxa
20080 Donostia

BIBLID [1137-4411 (1999), 5; 109-127]

Artikulu honen abiapuntua honako leloan laburtu daiteke: "ezagutza errerepresentazioa da". Haatik, ez dago argi 'errerepresentazio' terminoaz zer ulertzen den. Errerepresentazioaren hainbat ezaugarritze beste hainbat esparrutan, zientzian, filosofian eta mintzaira arruntean, aztertu ondoren, errerepresentazioaren kontzeptu egingarri batentzako egokita -sun baldintzak jarzen dira. Jarraian, errerepresentazioaren kontzeptu orokor batentzako estrategia posibleak aztertzen dira eta, azkenik, errerepresentazioaren teoria orokor baten esparruan kontzeptu pluralista baten eraikuntzarako hautagai bat aurkezten da.

Giltz-Hitzak: Errerepresentazioa. Egitura. Eredua. Datuak. Eraikidura teorikoak. Inbariantza. Kobariantza.

El punto de partida de este artículo puede resumirse en la consigna: "el conocimiento es representación". Sin embargo, no está claro qué se entiende por 'representación'. Tras analizar distintas caracterizaciones de la representación en diversos ámbitos de la ciencia, la filosofía y el lenguaje común, se explicitan las condiciones de adecuación para un concepto plausible de representación. A continuación se analizan distintas estrategias posibles para un concepto general de representación y, finalmente, se presenta un candidato para un concepto pluralista de representación en el marco de una teoría general de la representación.

Palabras Clave: Representación. Estructura. Modelo. Datos. Constructos teóricos. Invariancia. Covariancia.

Le point de départ de cet article peut être résumé par la devise suivante: "la connaissance est représentation". Cependant, le sens du terme 'représentation' n'est pas toujours défini de manière explicite. Après avoir analysé plusieurs caractérisations de la notion de représentation dans quelques domaines de la science, la philosophie et le langage commun, nous précisons les conditions d'adéquation à la formulation d'un concept qui soit plausible. Nous analysons ensuite différentes stratégies possibles permettant de définir un concept général de représentation et, finalement, nous présentons un candidat à un concept de représentation pluraliste dans le cadre d'une théorie générale de la représentation.

Mots Clés: Représentation. Structure. Model. Donnés. Constructs théoriques. Invariance. Covariance.

SARRERA

Ohiko jarrera batek, gainera jakintzaren banaketa instituzional desegoki batean islatzen dena, filosofi gogoeta zientzi jardueratik banantzera jotzen du, filosofia Humanitateen eremu zehaztugabera lotuz. Bananketa honen erroetan murgildu gabe, jarrera horren aztarna kaltegarriak jakintza alorren arteko harremanak saihesteko ohiko jarreran zertzen dira. Bestetik, egungo zientziaren filosofian, zientzialariak eta filosofoak amankomunean aztertu beharreko arazo "ekumenikoak" badirenaren ideia hedatzen ari da, eta haiek hauetaz ere zeresan interesgarriak badituztela. Zientziaren filosofiaren zeregina, horrela, gauza horiek molde eta esparru bereziki filosofikoetan berrartzea eta interes orokorreko ekarpenak egiten saiatzea da. Zentzu honetan, zientzi errepresentazioaren kasuak, ikusmolde filosofiko ezberdinen artean ezezik, areago, zientzian diharduten horiekiko beraiekiko elkarlanaren beharraren adibide garbia eskaintzen du. Izan ere, ikusmolde filosofiko bakoitzak errepresentazioaren zenbait alderdi azpimarratzen ditu; gure zeregina, bada, alderdi horiek modu natural batez erlazionatuko duten kontzeptu batean orokortzean datza.

Baina, zergatik merezi du zientzi errepresentazioaren azterketa filosofikoari ekitea? Tradizionalki ez zaio zientziaren filosofian arreta gehiegirik jarri. Izan ere, zientziaren filosofia alderdi sintaktikoez eta semantikoez arduratu da, duela bi hamarkada arte nagusi izan den zientzi teoriaren ikusmolde linguistikoak ezarritako arazo esparruaren ildotik [1]. Hala ere, egun argi dago teoriaren osagai errepresentazionala haren funtsezko osagaia dela: eredu teoriko jakinek errealitatearen zati jakinak teorikoki errepresentatzen dituzte -oraingoz ez dut gehiago zehaztuko [2]. Teoriaren ezaugarri errepresentazionalista honetaz ohartzeak, zientziaren ikusmolde modelistikoaren baitan semantikak betetzen duen eginkizunaren antzekoa beteko lukeen errepresentazioaren teoria bateranzko ikuspuntu berriak irekitzen ditu.

Horrela, bada, zientzi teoria errealitatearen zatiren baten errepresentazioa da berez. Jakina, zientzi diziplina bakoitzak, azken buruan, teoria bakoitzak, berezko errepresentazio-erakuntza moduak ditu. Errepresentazio horien zenbait alderdik zientzi errepresentazioaren mekanismo gehienekin bat egiten du. Beste batzuk, aitzitik, errepresentazio teoriko edo diziplinar bakoitzari berezkoak zaizkio. Bi alderdi multzo horiei, komunei eta idiosinkratikoei, arreta jartzeak errepresentazioaren teoria orokor batentzako elementu interesgarriak bilakatzen lagun dezake. Artikulu honetan, teoria orokor horren bilakaerari sistematikoki ekitearren -zeregin honi ez diot hemen eta orain erantzungo, teoriaren izaeraren diseinua eskaintzera mugatuz- informalki aztertu beharreko aurretiko zenbait gai proposatuko ditut. Izan ere, oraintsu hainbat filosofok aldarrikatu du teoria horren formulaketa [3,4,5].

Artikulu honek aurreratzen duen ondorioa honako hau da: errealitatearen esparru ezberdinetan gertatzen diren fenomenoek ulerkuntzak errepresentazioaren kontzeptu pluralista bat eskatzen du. Ez dago errepresentazioaren kontzeptu unibokorik bereizterik, zerbaiten "egiazko" errepresentazioa, azkena, erabatekoa, identifikatu ezin den bezalaxe. Gertakari bat, bai edukiarri eta bai errepresentazio motari dagokionez, errepresentazio posible anitzekiko irekita dago beti. Beraien arteko erlazioen azterketak, interes gehigarria duten alderdiak eskaintzeaz gain, errepresentazioen arteko preferentziak ustez objektiboak diren irizpideetatik abiatutako apriorizko erabakietan ezin direla oinarritu ere agertzen du. Horrela ulertutako pluralismoak errepresentazioarentzako kontzeptu orokor baten proposamena ere gorpuztu behar du.

Artikuluaren eskemak honako ildoari jarraitzen dio: lehenik, hainbat esparruetako errepresentazioen berezko alderdiak identifikatuko ditut informalki, errepresentazioen tipologia (informal) bat eskainiko dut eta zenbait zientzi esparruetako errepresentazio adierazpenen

funtsezko ezaugarriak aztertuko ditut; ondoren, bigarren atalean, errepresentazioaren teoria orokor baten eraikuntzarako estrategia posibleak aztertuko ditut eta, azkenik, hirugarren atalean, errepresentazioaren kontzeptu pluralista izateko hautagai onargarri baten esparrua zirriborratuko dut intuitiboki.

1. ERREPRESENTAZIOA EDO ERREPRESENTAZIOAK. GOGOETA INFORMALA

Nire abiapuntua honakoa da: ezagutza, oro har, errepresentazioen, errepresentazio erduen gain ezartzen da. Ezagutzara heltzeko era ezberdinak dauden bezalaxe, badira errepresentazio anitzak ere: ikustezkoak, hitzezkoak, logikoak, intuitiboak eta informalak, matematikoak, eta abar. Jarraian errepresentazio modu anitz horien baitako alderdirik orokorrenak aztertuko ditut. Has gaitezen aurretiko argibide batzuekin.

'Errepresentazio' terminoak, oro har, ez zientziaren eremuan soilik, esanahi ezberdinak ditu literaturan eta mintzaira arruntean: (i) eredu espezifikoa bat edo eredu klase bat adieraz dezake, (ii) sistema baten (sistema honen errepresentazioaren) eredu legeaz uler daiteke, baina errepresentazio estrategia eta prozesua ere adieraz dezake. Azkenik, hirugarren esanahi batek (iii), batik bat zientzia kognitiboetan, "barne" errepresentazioa adieraz dezake. Eskuarki bi esanahi haien eta azken honen arteko ezberdintasuna honako hau da: azken hau subjektiboa dela ulertzen da, bi lehenetan errepresentazioa objektiboa den bitartean. Ondorengo nire gogoetak zientzi errepresentazioaren kontzeptua testuinguru zabalagoan nahi du kokatu. Testuinguru honek barne errepresentazio kontzeptuaren analisiari ere oinarria eskaini diezaiokie, nahiz eta hori ez izan lan honen asmo zehatza. Horren arrazoia errepresentazioarentzako orokortasun handieneko kontzeptua zehazteko saioan datza. Saio honek, bestalde, errepresentazioa diziplinarteko ikergai bilakatzen du.

Hasteko, aipatutako esanahi orokor guztiek bereizi behar den zerbait amankomunean dutelako gertatzen da hori: errepresentazioen ezaugarri espezifikokoak eta erabilera sistematikoko moduak ezberdinak izan arren, badago horietan guztietan osagai kognitiboari hertsiki atxikitako alderdi bat: errepresentazioak beren ahalmen azalgorrarenatik eraikitzen dira eta esparru horren baitako etekinaren arabera dira aukeragarri (Gierek azpimarratu duen legeaz [6]).

Azalpen eta ulerkuntza fenomenoak jarduera bereziki kognitiboak dira, hain zuzen ere jarduera kognitibo nagusiak. Hori dela eta aztertzen dituzte errepresentazioak sistematikoki psikologiak eta zientzia kognitiboak [7,8,9], gogamenaren filosofia eta "neurofilosofia" ahantzi barik [10,11]. Zientziaren filosofian, haatik, ez da oraindik zientziaren analisi filosofikoa errepresentazioarentz bideratuko lukeen uztardura izan, ikusmolde semantikoa delakoaren baitako filosoforik entzutetsuenen arreta piztu duen arren [12,13]. Zientziaren filosofiatik, beraz, beste esparru horietako emaitzak behatzea egingarri izan daiteke; eta, ikuspuntu berri batetik abiatuz, errepresentazio objektiboen analisi filosofikoak barne errepresentazioaren argitzapenari lagundu diezaiokie. Dena dela, errepresentazioaren kontzeptu orokor baten eraikuntzan, ez dirudi analisi filosofikoaren arreta bere esparruan aztertutako fenomeno errepresentazionalerara soilik murriztea zentzuzkoa denik.

Errepresentazio aniztasunak (objektiboak eta barnekoak, aurreko terminologiari eustearren) nahasketa eta gaizki-ulertu ugari eragiten ditu, errepresentazio ezberdinak beren artean nahastearekin batera errepresentazio mota bati berez aplikatu dakizkiokeen argudioak beste errepresentazio mota bati esleitzen baizaitzkie. Horregatik aldarrikatu izan du hainbatek errepresentazioaren teoria orokorren beharra [3,5]. Ez naiz hemen teoria orokor horren eraiketa

diseinuan bertan murgilduko (horretarako, ikus [14]). Labur bada ere, zerbait esango dut horretaz nire aurkezpenaren amaieran. Orain, analisi filosofikoaren berezko estrategia informalki aplikatzeari ekingo diot: gauzatze epistemiko anitzak gure ezagutzaren (zientifikoa izan ala ez) aldamiotan nola erabiltzen diren aztertzeari. Hau da, orain guri dagokigunari buruz, errepresentazioak (aurrerantzean, beti "objektiboak", bestelakorik adierazten ez bada) zientzian erabiltzeko (edo erabili ahal izateko) moduak aurkeztera mugatuko naiz, batik bat arazo ebazpenaren jardura bereziki zientifikoa agertzen diren errepresentazioen berezko izaera askotarikoa azpimarratuz.

Intuitiboki honakoa esan genezake: labur adieraziz, sistema errepresentatzaile bat, "objektuen" eta berori eraikitzeko eta berarekin eragiteko erregela, agindu eta baldintza mota jakinen multzo bat da. Argi dezagun osagai horien izaera.

(i) Lehenik, sistema errepresentatzaile bat "objektu" edo banakoen multzo bat da. Eskuarki, eredu teoriaren ildotik, aniztasun hau multzo egituratu edo erlazio sistema legez barneratzen da, baina terminologia konjuntistarik arruntena ere erabil daiteke [15]. "Objektua" edozer gauza izan daiteke. Baldintza bakarra honako hau da: zerbait "errerepresentatu" behar du (*stand for*-en zentzuan, hots, zerbaiten lekuan egon, zerbaiten ordeztu egon). Hodi bateko ur korrante batek, adibidez, korrante elektrikoa errerepresentatzeko balio dezake. Gure eguneroko bizitzan eskuarki baliatzen dugun mekanismo hau zientziaren eremura orokor genezake, non, jakina, objektuak izatez abstraktuagoak eta formalagoak diren.

Sneed eta bere kideen ikusmolde semantiko estrukturalarentzat [15], objektu multzo hau oinarri multzo legez izendatutakoan pean geratzen da. Adibidez, partikulen mekanika klasikoaren errepresentazio estrukturalan, oinarri multzoak P, T, S multzoak dira, hau da, hurrenez hurren, partikula, denbora tarte eta eskualde espazialen multzoak.

Multzo hauei hainbat baldintza mota aplikatzen zaizkie:

(ii) lehenik, eragiketa baldintzak direlakoak; objektu berriak (adibidez, masadun objektuak) sortzeko objektuekin nola jardun genezakeen eta egin ezin diren konbinaketak deskribatzen dituzte. Baldintza hauek, eredu potentzialki eraikigarriak eredu mekaniko klasiko legez-mekanikaren adibidearekin jarraituz- taiutzen dituzte. Eredu potentzial hauek bokabularioa ezezik errepresentazioaren gramatika ere eskaintzen dute. Esate baterako, p partikularren posizioa t denbora tartearen halakoa dela esan genezake, baina ez p -ren masa t -n hau edo bestea denik.

(iii) eragiketa baldintzetan identifikatutako hertsadurak ez dira nahikoak adibidez sistema baten higadura eta jokaera *errealki* posibleak zehazteko. Bestelako hertsadura mota gehigarriak behar ditugu, legezko hertsadurak (hauek legeek barne hartzen dituzte, eta berezko errepresentazio ereduak, hau da, M eredu aktualak definitzen dituzte). Azken baldintza mota aurkeztu ondoren itzuliko naiz hauetara.

(iv) eragiketa baldintzek ezartzen dute errepresentazioaren kontzeptu esparrua, "legezko" baldintzek errepresentazioaren ahalbidea bera zedarritzen dute. Baina badu errepresentazioak beste funtsezko alderdia, hots, bere izaera intenzionala: errepresentazioa beti da zerbaiten errepresentazio. Baieztapen hau era askotara adieraz daiteke (ez diziplinaren arabera soilik, baita diziplina esparru bereko errepresentazioen artean ere). Errepresentazio mekanismoak, eraikitako sistema errepresentatzaile mota nola erabiltzen den eta nola erabil daitekeen argi erakutsi behar du; hau da, errepresentazio teoremaren frogaren bidez, zein sistema enpiriko mota errepresentatzen dituen edo sistema horietako zein fenomeno mota azaltzen dituen erakusten du, eta konfigurazio estruktural jakin bat horrelako edo halako fenomenoak

errepresentatzeko zergatik erabil daitekeen argudiatzea ahalbidetzen du. Errepresentazio mekanismoaren alderdi hau eztabaida eragile agortezina da [2,15].

Esate baterako, van Fraassenen ikusmoldean, errepresentazioa, T teoriaren ereduaren klasearekiko M_R sistema errealean klasearen (eremu errepresentatua) berezko barne hartze (ez hutsal) legez ulertzen da. Hau da, $M_R \subseteq M_T$. Ikusmolde honetan, errepresentazio teoremaren balioidea hipotesi teorikoa delakoa da: teoriaren eredu teorikoen klasea agerpenen, hau da, sistema errepresentatu errealean hedapen teorikoen bidez lor daiteke, dagozkion egiturak gordezten dituen $e: M_R \longrightarrow M_T$ hedapen aplikapenaren bidez.

Orain arte errepresentazio eskemaren funtsezko osagaiak marraztu ditugu. Baina errepresentazio kontzeptua, esan dugunez, esanahi anizduna eta bere agerraldietan nonahikoa da. Ba al dago errepresentazioaren kontzeptu orokorrik bermatzerik? Izan badiren errepresentazio mota guztiek (edo gehienek) amankomunean dituzten funtsezko alderdiren batzuk identifikatzea izan daiteke horretarako bide bat, horien gain orokortasun handieneko errepresentazio kontzeptua erakitzearren. Bigarren atalean arrazoituko dudanez, errepresentazioaren teoria orokorra eratzeko bide hau urria da. Aniztasun errepresentazionala baieztatzearekin ez dut nahi funtsezko alderdien gune batera heldu, baizik eta errepresentazioak ezaugarritzen dituzten itxura antzekotasunak informalki identifikatu.

Era honetan errepresentazio kontzeptu orokorrarentzako lehenengo egokitasun irizpidea bete nahi da: testuinguru zientifiko eta filosofiko anitzetan agertzen diren (edo ager daitezkeen) errepresentazio mota kopuru handi bat ezaugarritu ahal izateko bezain hornitua izan behar du. Jarraian, bada, zenbait errepresentazio motari begiratuko diot. Errepresentazio kontzeptua kontzeptu eztabaidatua denez (eta historian zehar hala izan denez), komeni da azterketari liskarrik gutxien sortu duten instantzietatik ekitea. Errepresentazio nozioa fisika teorikoaren esparruan garatu da modurik argienean. Aurkez dezadan labur, berrikuntza formalik barneratzeko asmo barik.

Errepresentazio kontzeptuaz fisikariek beraiek egiten duten deskribapenari helduko diot: sistema bat errepresentatzeko (modu berean, prozesu bat errepresentatzeko), propietateak -magnituteak- aldagaien bidez errepresentatzen dira. Aldagaien balioen multzoak sistemaren *egoera* osatzen du. Sistemaren aldaketak, hots, *higidura*, egoera sekuentziaren bidez, hau da, ibilbide onargariak eta onartezinak zedarritzen dituen egoera espazioaren bidez errepresentatzen dira. Aldagaiek denbora une jakin batean potentzialki ezezik efektiboki erlazionatzeko duten modua, *egoera ekuazioaren* bidez errepresentatzen da. Egoerak aldatzeko duen modua "*higidura ekuazioaren*" bidez errepresentatzen da. Hemen komatxoek fisikako termino orokortu batez ari garela adierazten dute. Higidura ekuazioak, hasiera baldintzekin eta inguru baldintzekin batera, sistema jakin baten higidura posible (orain, "errealiki posible" esan beharko genuke) guztiak barne hartzen ditu; partikula batenak, adibidez: higidura errealiki posible bat ekuazio horren ebazpen bat da; ebazpen bat partikula batentzako higidura errealiki posible bat da. Eskema hau egoera espazioen bere ikusmoldearen bidez findu du van Fraassenek [16].

Aurreko eskema hertsiki objektuen higidurak ikertzen ez dituzten Fisikako alorretara ere orokortu daiteke; esate baterako, tenperatura jakin batean gas batek sortutako erradiazio elektromagnetikora. Errepresentazio eskema gorde egiten da: errepresentazioaren gunea, gasaren historia posibleak errepresentatzen dituen egoera espazio geometriko edo geometriko orokortu -topologiko [17]- bateko egoera (lokal) eta higidura (orokor) ekuazioa da. Azpimarra dezagun errepresentazio mekanismoa ez dela errepresentazioaren eraikuntzan agortzen: ekuazio horien ebazpenak interpretatu eta ebazpen horiek erdiesteko hurbilketak aztertu behar dira, aurrerago ikusiko dugunez.

Horrela, bada, Fisikaren baitan errepresentazioak honakoen aukeraketarekin du zerikusirik: deskribatu beharreko propietateak -magnitudeak-; propietate horiei dagozkien aldagaiak; eta aukeraketa horrek espazio egoerako errepresentazioari eta egoera eta higidura ekuazioentzako ebazpenen erdiespenari eragiteko modua. Ba al dago jokamolde errepresentazional hau beste diziplinetara, Fisikatik at, orokortzerik?

Zientzi jardueraren xedea bikoitza da: lehenik, behaketapeko gure esperientziaren zatia- ren gero eta errepresentazio finagoak, hau da, M_T eredu efektibo estrukturaliki gero eta hornituagoak ekoiztea; baina, bigarrenik, zientzi garapena gure esperientziaren esparrua, M_R eremua hedatzean datza, horretarako baldintzak sortuz, esperientziak eginez, T -ren azpiegitura enpiriko gisa datu egiturak eraikiz munduan esku hartuz. Zientzi jardueraren xede bikoitz hau, errepresentatu eta esku hartu, ez da dilema gisa aurkezten [18]. Aitzitik, zientzi ezagutzaren berezko izaera errepresentazionala barne hartzen du.

Margenau fisikariaren ideia intuitibotik abiatuz [19], errepresentazioaren zientzi mekanismoaren osagai bikoitza atzematen saiatu gara [14]-n. Errepresentazioaren eskeman D "datuen" eremua eta C eraikidura teorikoen eremua bereizten ditu Margenauk. Zientzi teoria f errepresentazio legeaz ulertuz, non $D \xrightarrow{f} C$, ez da atzemanda geratzen. Horretarako errepresentazioaren izaera ziklikoa azaltzen duen eskema konplexuagoa behar dugu:

$$D \xrightarrow{f} C \xrightarrow{s} D,$$

non s , eraikidura sinbolikoentzako "agerpen" berrien esleipena ahalbidetzen duen interpretazio sinbolikoa den.

Hau da, Margenauren eskeman, datuetatik, ikerkuntza esperimentaletik hasten gara, errepresentazio bat lantzen dugu eta esperientziara itzultzen gara. Zientzi ibilbide honek ez dakar zirkulareria hutsalik: ariketa horren bidez munduaren ezagutza teorikoan sakondu egiten dugu. Jarduera errepresentazionalaren abiapuntuak ez du esangurarik. Izan ere, aurreko eskema C -tik abiatuz interpreta genezake:

$$C \xrightarrow{s} D \xrightarrow{f} C$$

Eskemaren izaera ziklikoa azpimarratzea da garrantzitsuena. Hau da: munduan esku har dezakegulako errepresenta dezakegu; mundua errepresentatzen dugulako esku har dezakegu bertan.

1.1. Errerepresentazio motak

Itzul gaitezen errerepresentazio aniztasunera. Aipatu dugunez, errerepresentazio kontzeptua ez argitzeagatik edo errerepresentazio mota bati esleia dakizkiokeen zenbait ezaugarri beste bati esleitu ezin zaizkiolako sortu izan dira errerepresentazioaren inguruko eztabaida gehienak. Beraz, egoki irizten diogu errerepresentazio moten arteko sailkapenen bat ezartzen saiatzeari.

Hainbat tipologia ezar daitezke [20,21]. Hemen erabiliko dugun ikuspuntua errepresentazioaren eraikuntzan egindako urratsena da. Urratsen segida ez da hertsiki sekuentziala (aurreko urratsetara itzul daiteke), baina urrats bakoitzarentzat berezko errerepresentazio moduak daudela azpimarratu behar da. *Grosso modo* lau urrats identifika genitzake:

(1) Lehen urratsa *datuena* da, hau da, erlazio, inbariantza edo egonkortasun estruktural- ezko beste bideren batetik lortutako behaketa, gertakari edo oro har datuena. Kasurik mutu-

rrekoenean, datuak soilik hautematearen bidez lortzearenean, haietara iristeak errepresentazioa eskatzen du, hautematearen psikologiak erakusten digunez. Eskuarki, haatik, datuen lorpenak bide instrumentalak sartzen ditu tartean ditu, hau da, instrumento edo lanabesen bidez egindako errepresentazioez eraikitzen dira. Hala ere, lehen urrats honetan, ez dago errepresentazio teorikorik, edo hau oso mugatua da [18], honako zentzuan: zientzilaria jarrerak eta sinesmenek ez dute urrats honetan datuen azpian egon daitezkeen sistema edo prozesu analisirik eskatzen; nahikoa da erabilitako lanabesetan gauzatzen diren errepresentazio partzialak kontrolatzearekin.

(2) Bigarren urratsa *fenomenoena* da, hau da, fenomenoak gertatzeko esanguratsuak diren datuen eta "gauzen" (objektuak, baldintzak, eragileak) identifikazioaren gain errepresentazio sistematikoa eraikitzearena. Azterketa honek lanketa estatistikoa, datuen formulaketa matematikoa eta abar hartzen ditu. Prozesu hauei, tradizionalki, ez zaiei esangura epistemologikorik aitortu -filosofiaren ikuspuntutik ere hutsaltzat jo izan dira. Baina ez da horrela, izan ere lanketa teorikoa handia da eta bere azterketa epistemikoki esanguratsua da, zientziaren berezko prozesu idealizatzaileak ulertzeko aukera eskaintzen baitu [22,23].

Har dezagun, adibidez, kurbaren doikuntzaren arazoa delakoa. Pentsa dezagun planeta baten orbita datuen multzo finitu batetik abiatuz azaldu nahi dugula. Datu (puntu) multzo horretatik kurbarik onena estrapolatzean datza arazoa. Jakina denez, puntuetatik hurbilen dagoena dirudi kurbarik onena, hau da, emandako puntuen eta kurbak auresandako puntuen arteko diferentzien karratuaren batuketaren metodotik lortutakoa. Baina intuizio honek huts egiten du, lehenik, ebazpen gehiegi onartzen dituelako eta, bigarrenik, ebazpen okerrak eragiten dituelako. Datuen (puntuak) eta fenomenoen (kurbak) arteko erlazioa intuizio horrek iradokitakoa baino konplexuagoa da, eta orokorpen, prozesaketa matematikozko eta abarrezko arazoak hartzen ditu bere baitan [24].

Zenbait ikusmolderen arabera datuek eta fenomenoek ezartzen dute prozesuen oinarri enpirikoa. Zientziaren filosofia estandarrean datuak (behaketazko enuntziatuen multzoa) lehenesten dira oinarri enpiriko legez; ikusmolde semantikoetan, berriz, oinarri hori "agerpenei" atxikitako errepresentazio fenomenikoan ezartzen da.

(3) Hirugarren urratsa *ereduena* da, hau da, erlazioen eta funtzioen eraikuntza eta horien arteko konbinaketan (eredu teorikoak) ezarpenarena. Eraikuntza honek ahalbidetzen du errepresentazio teorikoaren funtsa: gorputzen higidura (hain zuzen, erlazio eta funtzio zinematiko bidez ezarritakoa), hauengan hainbat indarrek (funtzio dinamikoak) eragiten duelako da posible. Eraikuntza honen mekanismoa honakoa da: egitura teorikoa, funtzio (eraikidura) teorikoak barneratzearen poderioz egitura fenomenikoa hornituz lor daiteke.

Haatik, errerepresentazioak, urrats honetan (eredu singularraren eraikuntza), ez dakar osagai dinamiko horien benetako azalpenik, ez eta horiek gorputzetan nola inplementa daitezkeenaren ere. Fisikariren baten arabera auzi hauek ez zegozkion Fisikari [25]. XIX. mendetik aurrera, dena den, diziplina honen garapena hertsiki loturik dago aurretik arazotzat hartu izan ez ziren oinarritzko arazo hauen ebazpenarekin. Beharrezkoa da indarren ekintza errealean gauzapenerako ahalbideen espazioa, hau da, bere errepresentazio geometrikoa -orokortua- eraikitzea [26].

(4) Errepresentazioaren eraikuntzaren hurrengo urratsean, hau da, estrukturalan, (3)-n planteatutako arazoei erantzuten zaie. Hau da, indarrek sistema erreal batean benetan nola eragiten duten. Mekanika klasikoaren eraikuntza errepresentazionalaren hirugarren urratsean higiduraren fenomenoak indarren aplikapenari lotu zaizkio, baina horiek arautzen dituzten fisika matematikoaren printzipioekin erlazionatu gabe. Adibidez, energiaren kontserbazioaren

printzipioarekin edo Hamiltonen printzipioarekin. Printzipio hauek teoriaren egitura matematikoa ezartzen dute eta berarekiko interpretazio aniztasuna azaltzen dute.

Urrats honi dagokion errepresentazio geometriko orokortuan, Kleinek eta Liek geometriari baneraturako ikuspuntua hartzen da: geometria, transformazio talde baten azpiko inbarianteen azterketa da. Era berean, fisika, transformazio taldeen (talde galilearra, Lorentzen taldea, eta abar) azpiko inbarianteen azterketa da. Higiduraren fenomenoaren azterketa, era honetan, simetriari eta inbariantzari lotzen zaio. Hau gertakari arruntza da fisikariarentzat, Poincaréren ondoren bederen [27]. Zientziaren filosofoarentzat, haatik, erlazio hau ez da gaur arte filosofikoki esanguratsua izan, eta ondorioz, gisa honetako arazo estrukturalak, onerako edo txarrerako, zientzilaria beraren analisiari igorri izan zaizkio [2].

Errepresentazioaren lau mailon arteko erlazioek ondorio epistemologiko garrantzitsuak eskaintzen dizkigute. Esate baterako, (3) mailako errepresentazio modelistikoaren eta datu eta fenomenoaren (1) eta (2) mailen arteko erlazioa azalpena da. Zientzi azalpena, funtsean, gure ezagutzaren bateraketan datza, hau da, fenomeno multzo bat, zeinaren egitura ereduaren azpiegitura enpiriko motaren bat legez identifikatzen den, M_T eredu teoriko batean murgiltzean [28]. Izan ere, errepresentazio teorikoa 1 eta 2 urratsetan egindako errepresentazioen gain eraiki genezake. Bi urrats horietan txertakuntza mekanismo bat ere agertzen da: neurtutako datuak eredu fenomeniko batean txertatzen ditugu. Baina ez dago azalpenik. (1) eta (2) urratsetako errepresentazioa (3) mailari dagokion errepresentazioan murgiltzerakoan soilik gertatzen da azalpena, hau da, fenomenoaren egitura abstraktu eta hornituago batean murgiltzerakoan.

Baina, gainera, ez da zuzena azalpena eredu partzial, singular legez identifikatutako datu egituraarentzat soilik eskaintzen dela ulertzea. Errepresentazio geometrikoak (4 urratsa) azalpenaren izaera organikoa agertzen du. Indarrak sistema zinematikoa jakin baten higidura eragiten duela esan genezake, baina ez da horrelakorik gertatuko sistemari atxikitzen zaizkion datu ereduaren artean zein hauek teorikoki errepresentatzen dituzten ereduaren artean hertsadura estruktural (geometriko) jakin batzuk gauzatzen ez badira. Higidura ez du indarrak bakarrik baldintzatzen, indarrak eta datu ereduaren zein eredu teorikoen arteko erlazio onargarriak zedarritzen dituzten baldintza gehigarri jakinek (inbariantzia, simetria, eta abar) batera baizik. (4) maila honetako egitura baldintzak -(3) mailakoak ez bezala- errepresentazio eredu posible guztien multzoarentzat definitzen direla azpimarratu behar da -ikuspegi orokorra. Gero itzuliko gara errepresentazioaren alderdi holista honetara.

Errepresentazio maila ezberdinen arteko aipatutako erlazioez gain beste batzuk ere identifikatu daitezke. Adibidez, fenomenoak ez dira soilik fenomeno mekaniko legez errepresentatzen, aplikapenezko irismen murriztuagoko lege bereziak eslehi dakizkiekeen mota jakinek fenomeno mekaniko legez baizik. Nolabait esatearren, errepresentazio teorikoak, sare hierarkikoen modura antolatutako unitate epistemiko konplexuagoak eratuz batzen dira. Sare horiek, egiten dituzten sailkapenen arabera ahalbidetzen dute errepresentatzea egokitu zaien munduaren zatiaren deskribapena. Hau da, beren aplikapen esparruko alorrak (baita sistema baten eta bere inguruaren egoera posibleak ere) eredu klaseetan sailkatzen dituzte, hertsadura espezifikoak jartzen dituzten irizpide jakinen arabera. Adibidez, mekanika klasikoaren kasuan, hertsadura horiek denboren edo posizioaren menpeko indarrei buruzkoak dira. Sarearen lehenengo elementu teorikoari -adibidez, $f=ma$ legearekin identifikatutakoa- atxikitako errepresentazioak ez du izatez sailkapenik ezartzen -edo oso zakar ezartzen ditu: sistema klasikoak eta ez-klasikoak-; baina sistemaren (edo prozesuaren) jokaera behatzea eta bertan egin ditzakegun sailkapenez galdetzea ahalbidetzen du. Prozesuari buruzko informazio gehiago izanez gero, hau da, lege bereziei atxikitako errepresentazioak izanez gero, sailka-

pen finagoak egin eta sailkatze lanarekin jarrai dezakegu, ikergai diren fenomenoei indar mota jakinak esleituz. Azpimarratu beharrekoa esleipen honen izaera hierarkikoa da. Hots, grabitate indar bat esleitzeko, bere jokaera partikulen posizioaren menpe dagoela ziur jakin behar dugu. Indar guztiak ez daude partikulen arteko distantzien menpe (esaterako, marruskadura indarrak abiaduraren menpekoak dira).

Badago oraindik errepresentazioen arteko beste erlazio motarik bereizterik. Adibidez, zientzi murriztapena, intuitiboki, agregazio maila ezberdinetako bi errepresentazio teoriko erlazionatzeko prozesuaren emaitza legez interpretatzen da. Mota honetako erlazioaren adibide klasikoa termodinamika eta mekanika estatistikoarena da. Tradizionalki, termodinamikaren legeak mekanika estatistikoarenenetatik -zenbait betekizun gehigarriekin batera- erator daitezkeela ulertu izan da. Interpretazio hau ez da zuzena [15]. Izan ere, bi teorien arteko egokitzapena, bion egitura matematikoak aztertuz eta, hertsadura jakinen bidez, gas baten presio makroskopikoa, talka molekularrak eta tenperaturaren eta molekulen batezbesteko energia zinetikoaren emaitza den talde ondorioarekin erlazionatuz ezartzen da. Egokitzapen bat ezartzeko modu honek ez du inola ere adierazten tartean sartutako errealitateen konplexutasun handiago edo txikiagoari buruzko konpromiso ontologiko jakinen baten froga edo onespenik. Presioa eta tenperatura prozesu zinetiko molekularren emaitza direnentz galde dezakegu. Erantzunik arruntenak baietz dio. Baina interesgarriena horretaz zer ulertzen den erabakitzea da. Zuzenago litzateke, agian, mekanika klasikoaren eredu teorikoaz, errepresentazioak berak eskatutako baldintza jakinen arabera eredu zinetiko baten errepresentazioaren emaitza legez jardutea. Errepresentazio baldintza horiek ez dute xede ontologikorik, epistemologikoa baizik; beren xedea maila ezberdineko egitura jakinen arteko funtzioen existentzia ezartzea da, lege zinetikoak lege estatistikoen arabera azaltzeko asmoz.

1.2. Errepresentazio kontzeptu batentzako egokitasun baldintzak

Orain arte errepresentazio kontzeptuaren eraikuntzaren gure eginkizunean lehen egokitasun baldintza aurkeztu dugu: kontzeptuak, hainbat esparru kognitiboetako errepresentazio mota kopuru nahikoa -idealki, maximoa- atzeman behar du. Jarraian beste diziplina batzuetan eskatzen diren baldintzak bereizten saiatuko naiz. Baldintzok, agertzen diren diziplinekiko guztiz berezkoak ez izan arren, horietan esangura bereziz hartzen dute parte.

Ikuspuntu formaletik, errepresentazioaren kontzeptu matematikoak adibide paradigmatikoa eskaintzen du. Idealki, errepresentazioak kontsistenteak eta osoak dira. Labur adieraziz, errepresentazioaren eraikuntza, matematikan, adibidez espazioak edo taldeak osatzen dituen elementu multzo -finitu edo infinitu- batetik abiatzen da, multzo horretako elementuen arteko erlazioen arabera. Espazioen adibidetzat, dimentsio askotako espazio euklidear ezagunak ditugu. Hauetatik abiatuz, espazio errepresentatuen berezko egitura -partzialki- gordetzen duten errepresentazioak eraiki genitzake. Espazio bat emanik, hainbat errepresentazio eraiki daitezke, proposatutako xede anitzten arabera: guri arduratzen zaizkigun alderdiei hobekien erantzuten dien hura lehenetsiko da.

Errepresentazioaren kontzeptu matematikoak ongi zehaztuta daude berez: D esparru errepresentatuaren eta C errepresentatzailearen egiturak -partzialki, bederen- mantentzen dituzten f egituren aplikazio gordetzailak dira:

$$f: D \longrightarrow C;$$

f , homomorfismoa, murgilketa edo antzeko beste aplikazioen bat izan daiteke, funktorea, eta abar [29].

Ekin diezaiogun ondoren "fisika fenomenologikoa" -edo hobe, fenomenikoa- delakoaren esparrua aztertzeari. Izaera fenomeniko honetan datza, hain zuzen ere, errepresentazio matematikoaren eta fisikoaren arteko ezberditasuna. Matematikan ez bezala, fisikako errepresentazioak ez ditu bere eraikidurak Hilberten erara, hau da, axioma sistema baten esparruan baldintzatzen, esperientziaren munduarekin, saiaketekin egokituz baizik.

Errerepresentazio fisikoen funtsezko ezaugarria bere hurbilketazko izaera da. Arazo teoriko esanguratsua da Fisikan fisikoki onargarriak diren hurbilketak zedarritzea, eta ondorioz errerepresentazio teorikoa esperientziatzko emaitzei edo saiaketetan lortutakoei nahikoa egokitzaren zaien ebaluatzea. Eskuarki, hurbilketek, hasierako idealizazio bat edo batzuetatik abiatuz, behezko jauzi konkretatzaile prozesu bati jarraitzen diote [30]. Gas idealen teoria zinetikoa ezin hobe islatzen du prozesu hau. Hasierako errepresentazioek bi akordio idealizatzaile onartzen dituzte: (i) ez dago molekularterako indarririk eta (ii) gas baten molekula materia puntuak dira. Boyleren edo gas idealen legearen errepresentazioak hurbilketaz baino ez ditu errerepresentatzen gasak baldintza errealetan, hau da, Kelvin temperaturaren 273 gradu eta atmosfera baten presioaren baldintza idealak betetzen ez dituzten gasak. Van der Waalsen legea edo birialaren ekuazioak direlakoek, hasierako baldintza idealizatzaileak konkretatzen dituzten koefizienteak eranstean dituzte. Baina horiek guztiek gas errealean jokaera hurbilketaz errerepresentatzen dituzte.

Biologiaren esparrua bereziki esanguratsua da errerepresentazioarentzat. Izan ere, bertan beste esparruetan baino hobeto islatzen da zientzi errepresentazioak ahalbidetzen dituzten argudioen subrogaziozko izaera, hau da, esparru errerepresentatzaileari dagozkion irudietan, eremu errerepresentatuarentzat lortutako ondorio esanguratsuen inferentzia. Biologiak errepresentazioaren zeregin subrogatzaile honen adibide paradigmaticoak eskaintzen dizkigu. Esate baterako, banako organismo baten eta bere heredentzia faktoreen arteko erlazioa ulertzeko, Hardyren legeak, hartutako propietateak populaziozko mailaren errepresentazio esparruan errerepresentatzen ditu [31]. Era berean, geometrikan analitiko kartesiarrean, arazo geometrikoak, ekuazio bidez errerepresentatuak, algebrakiki ebazten dira [32]. Bi kasutan horrek ez du jarduera errerepresentazionalaren interpretazio murriztatzaile eustea arrazoitzen. Beraz, ez du hedadura neurria, geometria algebrara murriztea arrazoitzen. Aitzitik, algebraren bidezko geometriaren kontzeptuzko berreraiketa berri bat adierazten du, lehenaren esparruan azken honentzako ebazpen interesgarriak erdiestearren. Errerepresentazioak subrogaziozko arrazoiaketa, hau da, egitura soilenaren eremuan egitura hornituagoan lortutako ebazpenen aplikapena, justifikatzen du.

Amai dezagun atal hau errerepresentazioaren kontzeptu egingarri baten egokitasunerako zehaztutako baldintzak laburtuz:

- (i) hainbat esparrutako instantzia errerepresentatzaileen kopuru egokia atzeman behar du;
- (ii) egitura gordetzen duen aplikapen motaren bat izan behar du;
- (iii) errerepresentazioen hurbilketazko izaera islatu behar du; eta
- (iv) subrogaziozko arrazoiaketa ahalbidetu behar du.

2. ERREPRESENTAZIOAREN TEORIA OROKOR BATENTZAKO IKUSMOLDEAK

Nola bideratu errepresentazioaren kontzeptu egoki baten bilaketa? Analisi kontzeptual hau filosofiari dagokio berez, Carnapek ongi azpimarratu legez: filosofiaren eginkizun nagusia *argitzapena* da ('explication', ingelesez), esanahi eta adiera anitzeko kontzeptu ilun eta zehaztugabeak kontzeptu doi eta zehatzen bidez ordeztzea [33]. Hau da, Carnapen beraren

hitzetan, *explicandum*-aren ordeztzeko *explicatum*-a jartzea. Carnapen kontzeptu analisi mota hau ote da hemen eta orain behar duguna?

Carnapek *explicatum*-arentzat lau egokitasun baldintza ezartzen ditu: (1) *explicandum*-aren antzekoa, (2) zehatza, (3) emankorra, eta (4) sinplea izan behar du. (2)-(4) baldintzak egingarriak diruditen arren -zehatz formulatuta ez badaude ere-, (1) betekizunaren zehaztapenak arazoak sortzen ditu. Argi dago beharrezko baldintza bat gauzatzen duela: ikuspuntu intentsionaletik, eta argitzapenak analisi enpirikoaren eta esanahiaren analisiaren alderdiak barne hartzen dituen neurrian, Carnapen arabera argitzapenak ez du berez kontzeptu berririk sortzen, dagoeneko badena findu baizik. Haatik, ezantzekotasunaren onargarritasunarentzako irizpideak ezartzea ez da erraza; bada beti lortu beharreko antzekotasun maila zehazki ezartzea eragozten duen osagai konbentzionalik. Hori dela eta, Carnapek antzekotasuna zentzu estentsional edo hedakorrean interpretatzen du: *explicatum* *explicandum*-aren antzekoa da baldin eta aurretik *explicandum* erabiltzen zen kasurik gehienetan *explicatum* erabili badaiteke; hau da, *explicatum*-aren eta *explicandum*-aren hedadurak neurri onargarria batean ondoan ezar daitezkeenean. Carnapek, horri dagokionez, tolerantzia espediente eskatzen du.

"Arrain" *explicandum*-aren *explicatum* lege eskaintako adibidea "piscis" da; zientzi kontzeptu zoologiko honek aipatutako lau baldintzak betetzen ditu. Hots, (1) "piscis" *explicatum* "arrain" *explicandum*-aren nahikoa antzekoa da beren hedadurek ia bat egiten dutelako -hau da, *arrain* gehienak *piscis* dira hain zuzen, guztiak ez diren arren: horrela, balea mintzaira arruntean arraintzat jotzen da baina ez dagokio *piscis* espezieari; alderantziz, *piscis* gehienak ere arrainak dira, baina ez beti: horrela, itsas zaldiak *piscis* dira, mintzaira arruntean arrain lege sailkatuta ez egon arren. (2) *Piscis explicatum* zehatza da, zoologoak *piscis* espeziea eslehi dakiekeen animaliak bereizteko metodo taxonomiko doiak titulako. *Explicatum* adibide honek (3) eta (4) betekizunak ere asetzen ditu: izan ere, argi dago animalia espezien sailkapenean proposatutako xedeentzako *piscis* kontzeptu eraginkorra dela.

Piscis explicatum-aren adibideak, aurrekaririk entzutetsuenatzen oinarriko aritmetikaren kontzeptuen Frege eta Russellen aurkezpena duen argitzapen kasu bat gauzatzen du -Carnapen ustez, arrakastaz lortutakoa eta, horregatik, bere ikusmolde azalkorarentzako arketipikoa. Aurkezpen horretan, "ez", "edo", "bada" eta abar bezalako adierazpen logikoekin eraikitako definizio esplizituak argitzen dituzte adierazpen aritmetiko guztiak. Carnapek posibletzat jo zuen *explicanda* esplizitagarri guztiei argitzapen eredu hau orokortzea: argigarri diren kontzeptu guztiak, logika tradizionalaren esparruan, *explicata* egokien ezarpen unibokoaren bidez dira hain zuzen ere argigarri.

Haatik, argitzapen eginkizuna ezin da berreraiketa logiko hutsarekin parekatu. *Explicatum*-a *explicandum*-aren ordeztzeko kontzeptu zehaztugabeei atxikitako sasiarazoen ezabaketa eragiten du. Izan ere, kontzeptu zaharren nahaste eta ambiguitasunik gehienak, arazo faltsuak estaltzen dituen mintzaira zehaztugabe baten erabileratik datoz. Kontzeptu argitzapenak, beraz, sasiarazo horien ebazpena baino horien ezabaketa du helburu. Era honetan, kontzeptu analisiaren funtsezko zeregina horrela birdefinienez gero: kontzeptu analisia, adierazpen ilun bat ordeztzeko nozional jakin baten bidez ordeztzeko datza; ordeztzeko kontzeptu honek auzi zahar askoren zentzugabekeria azaleratzen du, eta alderdi ilunon analisia da hain zuzen ere, aurretik *explicandum*-ari esleitu ez zitzaizkion konnotazio berriak dituen *explicatum* berria ezartzea ahalbidetzen duena.

Quine izan da, dena dela, argitzapenaren alderdi ezabatzailea gehien azpimarratu duena. Bere ustez, "analisi" (argitzapen) filosofikoaren kasu paradigmatikoa bikote ordena-

tuaren nozioarena da [34]. Quinek, bikote ordenatuaren izaera zehazteko, Hausdorff, Wiener, Kuratowski eta enparauen ahaleginak hartzen ditu argitzapenaren bere ikusmolde ezabakorraren adibide legez. Bikote ordenatuaren $\langle x,y \rangle$ kontzeptua erabili beharrean, era berean $\{\{x\}, \{y,\emptyset\}\}$ edo $\{\{x\}, \{x,y\}\}$ erabil ditzakegu, horrela $\langle x,y \rangle$ -ren erabilerak eragiten dituen zailtasunak ezabatuz. Bikote ordenatuaren argitzapena ez zaio aurretiko ideia intuitiboari hertsiki egokitu behar. Argitzapen hau testuinguruzkoa da, erabilerazkoa: helburu bakarra, kontzeptuzko objektu berria bikote ordenatuak jardungo lukeen legez jardutea da.

Argitzapenaren kontzeptu honek zenbait kritika jasan behar ditu. Lehenik, argitzapen hori bikote ordenatuaren kasuarentzat arrakastatsua izan daitekeen arren, zaila da hura oro har argitzapenaren paradigma gisa onartzea. Zenbait kasu soilik atxiki dakizkioke aipatutako kasu paradigmakoari (Quinek berak aipatzen ditu hauetako batzuk: deskribapen singularrei, indikatiboko baldintzei, "ezerez", "zerbait" nozioei eta abarrei lotutako 'ezbaiak', koantifikazioaren, identitatearen eta abarren erabilera egokiaz ezabatutakoak). Argitzapen gehienak *explicanda* horiei lotutako 'ezbaien' ezabaketa hutsera besterik gabe murrizterik ez dagoela pentsatzea onargarriago dirudi. Aitzitik, argigarri den kontzeptuaren aplikapen ahalbide berriak eta zabalagoak eskaintzen dituzten alderdi berrien sarrerarekin zerikusi gehiago izan dezake argitzapenak. Jakina, aplikapenezko hedapen honek, kontzeptuak iluntzen dituzten adiera zehaztugabeen ezabaketaren aurretiko betekizuna eskatzen du.

Baina, gainera, bada beste zailtasun bat kontzeptuen esplizitazioa beren alderdi ilun eta zehaztugabeen ezabaketa huts legez ulertzeko. Wittgensteinek adierazi zuenez, kontzeptu batenzat ezin da hedadurazko gune bat identifikatu, zeinaren arabera saihestu daitezkeen ezaugarri aporetikoak ezar daitezkeen. Bere *Philosophical Investigations* liburuan, kontzeptu bat ez zaio existitzen ez duen funtsezko gune horri semantikoki atxikitzen, haren aplikapen kasuen esparru zabalari baizik, jokoaren adibide ezagunak adierazten duenez [35]. Aniztasun hau ez dago deskonektatuta, ez da soilik hautazkoa. Aplikapen kasuak elkarri lotuta daude familia antzekotasunen bat dela eta: jokoak behatuz "gainjarri eta elkar gurutzatu egiten diren antzekotasun sare konplexu bat ikusten dugu". Aplikapenen kopuruak ematen dio sendotasuna, beraz, kontzeptuari. Adibidez, zerbait zenbaki izendatzen dugu, ez beste zenbaki motekin amankomunean duen bereiztasun intentsionalik esleitzen diogulako, baizik eta orain arte zenbaki izendatutako beste batzuekiko familiartasunen bat duelako. Honela, kontzeptu baten -esaterako, 'zenbaki' edo 'errepresentazio'- sendotasun semantikoa, berarentzat intentsionalki proposatutako aplikapenen multzo hazkorren menpe dago, eta ez atxiki dakiokkeen funtsezko "gune" baten identifikazioaren menpe.

Horrela, bada, kontzeptu baten argitzapena -adibidez, 'errepresentazio' kontzeptuarena-, Wittgensteinen arabera, kontzeptu hori aplika dakiokkeen objektu esparruaren hedaduraren ahalik eta deskribapenik egokienean datza. Hedadura ez dute zehazten kontzeptuaren erabilera zorrozki zedarritutako kontzeptu baten izendapen legez ahalbidetzen duten muga itxiek; hedadurazko mugarik ezak, ondorioz, kontzeptuaren izaera lausotzen du. Berau argitzeak ez du, beraz, hau zedarritzen sailatzea, honentzat berez existitzen ez duen mugarik marraztea esan nahi, kontzeptuaren aplikapen ahalbideen aniztasuna argi erakustea baizik.

Ikusmolde hau iradokorra izan arren, ez da nahikoa. Kontzeptu argitzapenak ezin du izan besterik gabe, Wittgensteinek aldeztu legez, fenomeno heterogeneo multzo baten kasu berrietarako hedapen kontingentea deskribatzen duen hedadurazko enuntziatio soila. Argitzapenak ikuspuntu funtzional -ez substantzial- batetik behatu behar ditu kontzeptuak, non kontzeptuaren aplikapen baldintzak kontzeptuaren zentzuan bertan ezartzen diren, hau da, non kontzeptuaren aplikapen baldintzak kontzeptuaren izaeran bertan txertatzea esplizitatzeko den. Kontzeptua, bada, fenomenoaren esparru jakin baterako aplikapenak, elkarren segi-

dako hurbilketak onartzeko irekita dagoen izate epistemikoa da; areago, elkarren segidako hurbilketa horien *cluster*-a da. Kontzeptu argitzapenak, beraz, hurbilketa horiek gaurkotu behar ditu; nolabait esatearren, kontzeptuaren historia marraztu behar du.

Ikusmolde hau Bachelard zientzilari eta epistemologo frantziarrak aurkeztutakoaren antzekoa da. Hainbat ekarpenetan zenbait zientzi kontzepturen argitzapena eskaintzen du hark. Zer da 'ahalmen elektrikoa', 'korpuskulua' edo 'masa'? Azken honetan, adibidez, bost 'masa' maila bereizten ditu: lehenengoan, masaren nozio errealista inozoa, batik bat astuntasunaren eta handitasunaren esperientziak eragindako eta izaera antropomorfitiko eta animista ere baduen hautemate baldarrari dagokio; bigarren mailan, enpiristan, nozioa balantzaren erabilerari lotutako objektibotze zehatzari dagokio, eta oraindik ere masaren hautemate errealistak irauten duen arren, haren razionalizazioan lehen eraldaketa bat gertatzen da: balantzaren lanabesarekiko erlaziozko uztardura. Hirugarren maila, lehendabizikoz osagai errealista saihesten duen masa newtondarrari dagokio: masa ez da dagoeneko errealitatearen kategorizazio zuzen eta arartegabekoaren emaitza, nozio multzo baten erlazio esparruan definitutako eraikidura matematikoa baizik. Laugarren maila masa erlatibistari dagokio: nozio newtondarrak, atomo nozional soil samarra, masa erlatibistari irekitzen dio atea, oinarritzko nozioa baina konplexua -nozioaren barne funtzioen kopurua hazi egiten baita: muga aplikapenetan soilik bazter ditzakegu espazio-denborazko determinazioak direlakoak; horrela, bada, kontzeptuaren konplexutasuna aplikapenaren ezarpenerako hurbilketa mailaren arabera da. Azkenik, Dirac-en mekanikan, fenomenoekiko faseak ezartzen dituen konfigurazio espazioaren osagai eraikitzailea da masa, beste batzuekin batera. Dirac-ek mekanika lagrangearrak eta hamiltondarrak hartutako norabidea burutzen du, non masa "forma mekanikoen" eraikuntza razionalaren une bat besterik ez den; honen emaitza legez, masa nozioa zatitu egiten da: batek, aurreko lau mailetak ezaugarriak laburtzen ditu, baina, bestetik, bereiztasun berri bat eskaintzen du, masa negatiboa, kontzeptuaren beraren izaeraren analisiaren bidez baino kontzeptutik kanpoko funtzioen bidez erdiets daitekeena.

Honetaz guztiaz azpimarratu behar dena hau da: egungo masa nozioak, esperientzia antolatzeke metrika baten eraikuntza prozesuan soilik hartzen du esanahia. Prozesu honetan, nozioa, kontzeptualizazio klasikoa berrian *estruturalki txertatzeko* asmoz, teorikoki *orokortzen* da. Kontzeptuaren analisi argitzailea ez da funtsean bere alderdi zaharkituen ezabaketa; ez eta familia antzekotasun hutsaren zedarriketa. Kontzeptuaren genesiaren berreraiketa teorikoa da, esparru teoriko berri estruturalki hornituago bateko orokorpena. Esparru teoriko horretan jasotzen du kontzeptuak bere esanahi berria. Teoria orokortzaileak argitzen du kontzeptua. Atal honen hasieran erabilitako hitzetan, *explicandum* baten *explicatum*-a teoria orokortzaile bat da orain. Teoria honek, Carnapek *explicatum*-ari ezarritakoen antzeko egokitasun baldintzak bete behar ditu, hau da, (1) *explicandum*-aren kasuen behar adinako kopuruari aplikagarria, (2) zehatza, (3) emankorra eta (4) simplea izan beharko du. Baina *explicandum*-aren *explicatum*-aren bidezko ordeztapen zuzena egin beharrean, oraingo honetan teoria orokor argitzailearen eta bere aplikapen kasuen arteko erlazioa zeharkakoa izango da.

Errepresentazioaren teoria orokor honen eraikuntzari ekitea honako lan honen mugetatik at geratzen da. Ondorengo atalean, errepresentazio kontzeptuaren orokorpen eskema bat eskainiko da oraintsu erakutsitako ildotik.

3. ERREPRESENTAZIOARENTZAKO KONTZPTU OROKOR BAT

Errepresentazio terminoa nonahikoa da zientzia, matematika, filosofia eta mintzaira arruntaren esparruetan. Ikusi dugunez, esanahi anitz ditu. Zerrendatu ditzagun orain arte aipatu ez ditu-

gun batzuk: (i) zientzia kognitiboan benetako edukia duen gogamen egoera legez interpretatzen da errepresentazioa; (ii) filosofia alemaneko *Vorstellung*-ak (Kant, Herder) prozesu kognitiboan multzoarekin identifikatzen du; (iii) filosofiaren esparruan bertan, batik bat fenomenologian, erre-presentazio gisa ere interpretatu izan da '-erre' aurrizkiak, kasu honetan, ez du funtzio errepikakorra, batez ere intentsionalizataile baizik. Baina errepresentazioaren esanahi hauen eta beste batzuen azpian badira orain azpimarratu nahi ditugun beste bi zentzu orokorrago:

(a) Lehenik, errepresentazio egitura gordetzeko bide gisa (*Darstellung*). Eskuarki erre-presentazio sinbolikoarekin lotu izan da (*Bild*). Errepresentazioak bere objektuekiko antzekotasun sinbolikoa -hots, sinboloen eraketa erregeletan oinarritutako antzekotasuna- duenaren ideiak filosofiaren historia zeharkatu du [37]. Baina errepresentazio guztiek ez dute zentzu honetan sinbolikoak izan behar, hau da, sistemen 'konstituitzaileen' barne erlazioak gordetzen dituen erre-presentazioa, ez eta errepresentazioaren bi errelatoen artean aplikapen motaren bat definitzen bada ere (ikusmolde sinbolista konputazionalaren kasuan bezala). Errepresentazioaren kontzeptu matematikoak gertakari hau atzematen du. Hainbat errepresentazio bide edo euskarriren ahalbidea errepresentazio abstraktu matematikoen '-antzekotasun espazioak'- bidez ezartzen da, non errepresentazio euskarri espezifikokoak txertatzen diren. Zientzia modernoaren sorreran, dagoeneko, haren berezko alderdi bat da hau. Horrela, Leibnizek errepresentazioa ez du definitzen bi sistemen elementuen arteko egokitzen legez, baizik eta "sistema batez eta besteaz esan daitekeenaren arteko erlazio konstante eta erregulatua" legez [38]. Era horretan eskain dezake monaden jarduera kognitibo errepresentazionalaren printzipioaren interpretazio epistemiko bat: substantzia ez espazial eta zatirik gabeko batek (monadak) materia eta espazio aniztasuna nola errepresenta dezakeen. Horrela ebazten du Leibnizek 'antzekotasun' estrukaturalaren betekizuna, errepresentazioaren teoria sinbolista, isomorfikoa bere egin gabe.

(b) Bigarrenik, errepresentazioaren bikario ikusmoldea: errepresentazioak beste sistema bat "erre-presentatzen" duen sistema bat eskaintzen du, 'bere lekuan dago' adierazpenaren zentzuan (*stands for*). Kasu honetan errepresentazioaren errelatoen arteko antzekotasun postulatuturik ez da onartzen. Interpretazio hau Hobbesek aurkeztu du jatorriz [39]. Hobbesen arabera, gauza edo pertsona bat beste gauza edo pertsona *baten lekuan dagoenean* existitzen du errepresentazioak.

Zer erakusten digu historiak kontzeptu honetaz? Lehenik, ezin dela errepresentazio mota bat errepresentazioarentzako benetakoa eta jatorrizkoa legez bereizi. Errepresentazioaren aniztasun semantikoak *fiat* hutsean agortu ezin den historia luzea du. Honek ez du terminoaren erabileraren eta bere eduki semantikoaren arteko egokitzena ziurtatzearen, erre-presentazioaren erabilerak eduki legez (sistema erre-presentatzailea) edo egitura gordetzeko aplikapen legez bereiztearen eta, azkenik, 'zerbaiten lekuan egon' erlazioaren errelatoak zehazki nabarmentzearen beharra saihesten. Baina horrek guztiak ez gaitu errepresentazioaren kontzeptu "zuzen" *bat*, nolabait esatearen oinarritzko eta funtsezkoena, bilatzera bideratu behar. Errepresentazio kontzeptuaren analisia, aldiz, aurreko atalean aipatu dugunez, kontzeptua errepresentazioaren teoria orokor baten esparruan orokortzen saiatzen da. Jarraian, orokorpen honen norabidea erakustera mugatuko naiz.

Errepresentazioari buruzko bi ikusmoldek taiutu dute historikoki, sistematikoki landuak izan ez diren arren, zientziaren filosofian kontzeptu horren analisi teorikoa. Ikusmoldeok *sinboliko* eta *holista* legez ezaugarrituko ditut.

(i) *Ikusmolde sinbolikoa*

Tradizionalki, errepresentazio mintzaira bateko sinbolo gisa kontzeptualizatu izan dira errepresentazioak. *Zientziaren azterketa filosofikoa*n, ikusmolde sinboliko hau, hirurogeiko

hamarkada arte nagusitutako ikusmolde estandarrarekin uztartu daiteke berez [1]. Ikusmolde honen arabera, errepresentazio sistema teoriko bat, hainbat sistema enpiriko errepresentatzea -eta azaltzea- ahalbidetzen duen sinbolo abstraktuen sistema batez osatuta dago. Sistema sinbolikoen gauzagarritasun anizkunaren printzipio honetan datza ezagutzaren sistema enpirikoekiko autonomiaren baldintza -non zientziaren emankortasun kognitiboa oinarritzen den-, sinboloen irismena partzialki baino ez baitago bere gauzatze fisiko espezifikoaren menpe.

Sistema errepresentatzaileak, esanahien euskarri legez ager daitezkeen sistema sinbolikoaren gauzatzeak dira, hau da, semantikoki interpretagarriak dira. Horrela, bada, sistema horien erabilera ez dago eduki espezifiko baten menpe, beren propietate formalen -sintaktiko- menpe baino. Errepresentazio eraikuntzaren erregelak errepresentazio egituratu, hots, erlazionalaren printzipio isomorfitzako arautzen ditu, zeinak errelato errepresentatzaileari bere objektuak egokitzen dizkion, gainera horien arteko erlazioak gordez. Errepresentazio sinbolikoa, egitura enpirikoa gordetzeko propietateak dituen neurrian da errepresentazio.

(ii) *Ikusmolde holista*

Zientzi errepresentazioa beste modu batera ere uler daiteke, beti ere zientziaren filoso-fiaren esparruan. Ikusmolde sinbolikoari 70eko hamarkadan sortutako ikusmolde holista kontrajartzen zaio: errepresentazioa ez dute unitate singularrek zertzen, eredu familiek baizik. Planteamendu hau egungo ikusmolde semantizisten baitan aurki genezake maila ezberdinetan; adibidez, Giere eta van Fraassenen bertsioetan [6,16], teoriaren eredu klasearen identifikazioa teoriaren *definizio teorikoa* delakoaren bidez burutzen da. Definizio teoriko honek, dena den, ez du teoriaren deskribapen osoa eskaintzen. Izan ere, teoria ez dugu eskuarki eredu edo egitura legez soilik ulertzen; gainera, hari buruz egiazkoa, faltsua, enpirikoki egokia, eta abar dela ere baieztatzen dugu. Teoria, definizio teorikoaren arabera, eredu klase soil gisa ulertuz gero ezin izango genuen horrelako baieztapenik egin. Beraz, teoriaren deskribapenean bigarren osagai bat sartu behar dugu, eredu matematikoen (egituren) eta sistema errealen arteko lotura ezartzen duen *hipotesi teorikoa*. Honen arabera, sistema errealen M_R klase jakin bat, definizio teorikoaren bidez identifikatutako M_T eredu klasearen barnean dago -edo klase honekin egoki erlazionatuta egon daiteke.

Bi eredu moten arteko erlazioa, van Fraassenen aburuz, isomorfiarena da. Hipotesi teorikoak sistema errealen errepresentagarritasun baldintza atzematen du: teoriaren eredu klasea, egitura gordetzen duen hedapen aplikapen jakin baten bidez, sistema errealen hedapen teorikoetatik abiatuz lor daitekeela baieztatzen du. Giereren kasuan, sistema errealen eta eredu arteko erlazioa, aplikapen matematiko batera murriztu ezin den antzekotasun erlazioa da. Hipotesi teorikoak, orduan, eredu eta sistema errealen arteko antzekotasun -handiago ala txikiago- motaren bat baieztatzen du.

Giereren eta van Fraassenen ikusmoldeek, "orotasunak" lehenesten dituen errepresentazioaren ikuskera holista aurkezten dutela azpimarratu nahi genuke. Errepresentazioaren errelatoen arteko egokitzapena ez da entitate singularren artekoa, egituren artekoa baizik. Errepresentazio holista, gainera, ez dago ikusmolde sinbolikoan bezain egituratuta; ikusmolde holistaren terminoa ez da egokitzapen erregelen bidez zuzenean semantikoki interpreta daitezkeen sinboloa. Aldiz, bere semantika errepresentazio sistemaren esparruaren baitako haren determinazio prozedurek baldintzatzen dute.

Orain arte hainbat errepresentazio mota identifikatu ditugu. Ondoren errepresentazioaren arazo orokorrari lotuko gaitzaizkio: ba al dago, errepresentazio moten aniztasunari dagokio-

nez, adibidez ikusmolde sinbolikoaren araberako errepresentazio egituratuak eta van Fraassen eta Giereren ikusmolde semantikoen araberako errepresentazio holistik barne hartzen dituen errepresentazioaren kontzeptu *orokorrik*?

Lehen aurkeztutako ikuspuntuetatik, bikario kontzeptua orokorpenari ekiteko hautagai egokia da. Baina, hala ere, jarduera enpirikoan irizpide aplikagarria izan dadin, hau da, 'erre-presentatzaile' onargarri baten aurrean noiz gauden eta noiz ez zedarritu ahal izan dezan, hornitu egin behar da. Oinarrizko kasu batzuetan soilik, hain zuzen ere errepresentazio sistematik sistema enpirikoetatik eraikitzen ditugunean, jakin dezakegu "erre-presentatzaileak" "erre-presentatutako" sistemak zein diren. Adibide paradigmaticoa kearena da: keak ararte gabe "erre-presentatzen" du suaren errealtatea. Baina hau ez da egoerarik arruntena. Eskuarki, bikario erlazioa enpirikoki ezarri behar da, hau da, sistema erre-presentatzaileak zein sistema enpiriko erre-presentatzen dituen erakutsi behar da, hots, noiz dagoen *benetan* A erre-presentatzaile bat B erre-presentatu baten lekuan. *Kobariantza* kontzeptua hautagai ona da esplizitazio honetarako: erre-presentatzailearen eta erre-presentatuaren arteko kobariazioa, errelatuen artean erre-presentazio funtzio bat badenaren irizpide enpiriko onargarria da.

Enuntziatu bat kobariantea da baldin eta edo erreferentzia esparru guztietan egiazkoa bada edo inon ez bada. Kobariantza kontzeptu hau Einsteinen kobariantza kontzeptuarekiko ezberdina da [40]: tentsore analisiaren mintzairan ekuazio bat kobariantea da baldin eta bere forma ('formaren inbariantza') koordenatu transformazio guztietan gordetzen badu. Kobariantzaren adibiderik ezagunena momentuaren kontserbazioaren legearena da. Masa konstanteak dituen sistema isolatu batean, momentu totala ez da transformazio gaillearren azpian dagoen magnitude inbariante bat. Haatik, momentu totala kontserbatu egiten denaren enuntziatua kobariantea da: edo sistemarentzat erreferentzia esparru guztietan egiazkoa da edo ez da inon egiazko [41]. Kobariantzaren nozioa da erre-presentazioaren azken determinantea.

Horrela, bada, gure kasuan ereduak edo sistemek beste batzuen *zeinu natural* legez jarduten badute erre-presentatzen dutela uler genezake intuitiboki. Hau batik bat bi eratarata gerta daiteke: (i) sistema erre-presentatzailea, zuzenean -adibidez, kausalki- dagozkion sistema erre-presentatuen menpe dagoelako (kea eta suaren aurreko adibidea) edo (ii) aipatu berri dugun lege horiek in kobariatzen duelako. Azken hau hala den ala ez, hurbilketa muga onargarrien barnean enpirikoki soilik egiazta daiteke.

Kobariantza nozioak, 1. atalaren amaieran aurkeztutako erre-presentazioaren teoriaren bestelako egokitasun baldintzak asetzeko hautagai egokia dirudi. Horrela, matematikaren eremuan, funktore kobariantearen -edo *funktore*, besterik gabe- kontzeptuak zehazki atzematen du kobariantza betekizun hau [29]. Gainera, kobariantzia irizpidea erre-presentazio holistaren kasuei aplika dakieke eta ikusmolde sinbolikoaren ordezkariak ere onartuko lukete. Izan ere, kobariantza nozio honek, teoria logikoa hemen aurkeztutako ildo beretsurik birformulatzeko Carnapen zenbait saiakerekin badu zerikusirik. Haren 'determinazio logikoaren' kontzeptua *grosso modo* gure kobariantzari dagokio [42] -interpretazioen transformazioak (eredu logikoak) ezaugarritzen baditugu eta, izaera hura, transformazio guztien pean egibaldioen gordetze gisa definitzen badugu.

Kobariantzaren teoriak erre-presentazioaren nozioa bikario erlaziotik abiatuz orokortzen duela azpimarratuko genuke hemen. 2. atalean adierazi denez, orokorpen teoriko honek, erre-presentazio nozio anitzen antzekotasun fenotipikoak bere genesiaren teoriatik abiatuz azaldu behar ditu -eta ez soilik deskribatu. Zeregin honi ekiteko modua besterik ez dut aipatuko, hura neurriaren teorian kontzeptualizatutako erre-presentazio nozioari aplikatuz.

Neurriaren egungo teoriaren alderdirik iradokorra (Stevensengandik), errepresentazioaren taxonomia garden bat aurkeztean datza [43]. Objektu enpirikoen eta 'errerepresentatzaileen' egokitzapenarekin batera, neurriaren teoriak 'errerepresentatzaileak' jasaten dituen eragiketen eta simetria kobariantezko baldintza jakinen arabera sistema enpiriko errerepresentatuek jasaten dituzten prozesu konbinatorioen arteko egokitzapena eskatzen du. Era horretan, sistema errerepresentatzaileko prozesu konbinatorioek sistema errerepresentatuko zenbait gertakari eta erlazio subrogazioz aurreratzen dituzte.

Neurriaren teoriaren ikusmolde errerepresentazionala ezin da errepresentazioaren ikusmolde sinbolikoarekin parekatu, honek eragiketa formalentzako eskatzen duen aplikapen erlazioa dela eta. Termometro batek, eredu holistik errerepresentatzen duten bezala 'neurtzen' du, hau da, neurria sistema edo prozesu fisiko batean gauzatuz, eta ez, beraz, neurriaren teoria aurreerrerepresentazioan legez, zenbait eragiketa formalen aplikapenaren bitartez. Baina, ikuspuntu epistemologikotik, neurketa sinboliko hauen emaitzak, eskalen analisi teorikoko neurritik bereiztea dagokigu. Errepresentazioa honela orokortuz, neurriaren teoria errerepresentazio-naleko errerepresentazio kontzeptua, kobariantzaren teoriako errerepresentazio kontzeptuaren forma posible bat da. Honek ez du besterik gabe zergatizko kobariantza baieztatzen; gainera, bere propietate neurtzaileekiko egibaldia gordetzea zehazten du.

Jakina, sistema errerepresentatu batekin kobariatzen duten (edo hori "neurtzen" duten) 'errerepresentatzaile' guztiak ez dira errerepresentazio esanguratsuak. Errepresentazioaren bikario bertsio orokortu honetatik eratorritako irizpideek ez dituzte esanahitasunaren propietate bereziak atzematen, nahiz eta errerepresentazio esanguratsu horrentzat nahitaezko baldintza diren.

* Xabier Eizagirri eskertzen diot lan honen burutzapenean zehar egindako ohar eta iradokizunengatik.

BIBLIOGRAFIA

- [1] BAZTARRIKA, P., EIZAGIRRE, X., IBARRA, A., OIANGUREN J. 1992. *Zer da zientzi teoria dela -ko hori? Egungo zientziaren filosofiarako sarrera*. EHUko Argitalpen Zerbitzua, Bilbo.
- [2] VAN FRAASSEN, B.C. 1989. *Laws and symmetry*. Blackwell, Oxford.
- [3] MUNDY, B. 1986. "On the general theory of meaningful representation". *Synthese* **67**, 391-437.
- [4] SUPPES, P. 1988. "Representation theory and the analysis of structure". *Philosophia Naturalis* **25**, 254-268.
- [5] SWOYER, C. 1991. "Structural representations and surrogative reasoning". *Synthese* **87**, 449-508.
- [6] GIÈRE, R. 1988. *Explaining science. A cognitive approach*. University of Chicago Press, Chicago.
- [7] FODOR, J.A. 1987. *Psychosemantics: The problem of meaning in the philosophy of mind*. MIT Press/Bradford Books, Cambridge, Ma.
- [8] PYLYSHYN, Z.B. 1984. *Computation and cognition*. MIT Press/Bradford Books, Cambridge, Mas.
- [9] RUMELHART, D.E., MCCLELLAND, J.L. 1986. *Parallel distributed processing* (2 bol.). MIT Press/Bradford Books, Cambridge, Mas.
- [10] CHURCHLAND, P.S. 1986. *Neurophilosophy: Toward a unified science or the mind-brain*. MIT Press/Bradford Books, Cambridge, Mas.

[11] CHURCHLAND, P.M. 1990. *A neurocomputational perspective: The nature of mind and the structure of science*. MIT Press/Bradford Books, Cambridge, Mas.

[12] GIERE, G. 1994. "No representation without representation". *Biology and Philosophy* 9, 113-120.

[13] VAN FRAASSEN, B.C., SIGMAN, B. 1993. "Interpretation in science and in the arts". In G. Levine (ed.), *Realism and representation*.

[14] IBARRA, A., MORMANN T. 1997. *Representaciones en la ciencia. De la invariancia estructural a la significatividad pragmática*. Ed. del Bronce, Bartzelona.

[15] BALZER, W., MOULINES, C.U., SNEED, J.D. 1987. *An architectonic for science. The Structuralist Program*. Reidel, Dordrecht.

[16] VAN FRAASSEN, B.C. 1980. *The scientific image*. Clarendon Press, Oxford.

[17] ECHEVERRIA, J. 1998. "Similitudes, isomorfismos y homeomorfismos entre representaciones científicas". *Theoria* 13, 89-112.

[18] HACKING, I. 1983. *Representing and intervening*. Cambridge University Press, Cambridge.

[19] MARGENAU, H. 1935. "Methodology of modern physics" (bi zaitan). *Philosophy of Science* 2, 48-72 eta 164-178.

[20] SHANON, B. 1991. "Representations: Senses and reasons". *Philosophical Psychology* 4, 355-374.

[21] PETERSON, D (ed.). 1996. *Forms of representation*, Intellect Books, Exeter.

[22] WOODWARD, J. 1989. "Data and Phenomena". *Synthese* 79, 393-472.

[23] LAYMON, R. 1987. "Using Scott domains to explicate the notions of approximate and idealized data". *Philosophy of Science* 54, 194-221.

[24] IBARRA, A., MORMANN, T. 1998. "Datos, fenómenos y constructos teóricos - Un enfoque representacional". *Theoria* 13, 61-87.

[25] NEWTON, I. 1726. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, 3. argitalpena, A. Koyrék eta I.B. Cohenek paratua. Harvard University Press, Cambridge, Mas., 1972 (III liburukia, <<Scholium Generale>>, 764 or.).

[26] GIEDYMIN, J. 1982. *Science and convention. Essays on Henri Poincaré's Philosophy of Science and the Conventionalist Tradition*. Oxford, Pergamon Press.

[27] POINCARÉ, H. 1887. "Sur les hypothèses fondamentales de la géométrie". In *Oeuvres*. Gauthier-Villars, Paris, 1916-1956. XI. bol.,79-91.

[28] KITCHER, P. 1989. "Explanatory unification and the causal structure of the world". In P. Kitcher eta W.C. Salmon (ed.) *Scientific explanation*. Minnesota Studies in the Philosophy of Science XIII. University of Minnesota Press, Minneapolis, 410-506.

[29] MAC LANE, S. 1971. *Categories for the working mathematician*. Springer, Berlin.

[30] NOWAK, L. 1980. *The Structure of idealization*. Reidel, Dordrecht.

[31] DOBZHANSKY, T. 1970. *Genetics of the evolutionary process*. Columbia University Press, New York.

[32] VUILLEMIN, J. 1960. *Mathématiques et métaphysique chez Descartes*. PUF, Paris.

[33] CARNAP, R. 1928. *Der logische Aufbau der Welt*. Meiner, Hamburg (*La construcción lógica del mundo*. UNAM, Mexico, 1988).

[34] QUINE, W.V.O. 1963. *Word and object*. MIT Press, Cambridge, Mas.

[35] WITTGENSTEIN, L. 1953. *Investigaciones filosóficas*. Critica, Bartzelona (arg. elebiduna alemanera-gaztelera), 1988.

[36] BACHELARD, G. 1940. *La philosophie du non*. PUF, Paris.

[37] WATSON, R.A. 1995. *Representational ideas. From Plato to Patricia Churchland*. Kluwer, Dordrecht.

[38] LEIBNIZ, G.W. 1965. *Die philosophischen Schriften von G.W. Leibniz* (C.I. Gerhardt-ek paratua). Olms, Hildesheim. II. bol., 112 or.

[39] HOBBS, T. 1995. *Leviathan*. Klasikoak, Bilbo.

[40] JAMMER, M. 1961. *Concepts of mass*. Harper and Row, New York.

[41] AHARONI, J. 1972. *Lectures on Mechanics*. Oxford University Press, Oxford.

[42] CARNAP, R. 1971. *The logical syntax of language*. Routledge & Kegan Paul, Londres.

[43] NARENS, L. 1985. *Abstract Measurement Theory*. MIT Press, Cambridge, Mas.