

# ***EZAGUTZA ERREPRESENTAZIO GISA: ZIENTZI EZAGUTZAREN KATEGORIZAZIO ERREPRESENTAZIONALA***

*Juan Bautista Bengoetxea  
Xabier Eizagirre  
EHUko Logika eta Zientziaren Filosofia Saila*

Kanten ezagutzaren karakterizazio errepresentazionaletik abiatuz, egungo zientziaren filosofiaren esparruko ikusmolde semantikoetan eskaintzen den zientzi ezagutzaren eta, are zehatzago, zientzi teoriaren ikuskera errepresentazionala zertan datzan azaltzea da artikulu honen helburu nagusia. Horretarako, zubi gisa, neurriaren arazoaren bilakaera teorikoa aurkezten dugu, neurriaren teoria errepresentazionalera iritsi arte. Teoria honek, neurria errepresentaziotzat jotzen duenez, ikusmolde semantikoekiko paralelismoa ahalbidetzen du. Azken finean, errepresentazio kontzeptu honen bidez, hala neurriaren nola zientzi ezagutzaren zerizana argiago uler daitekeelakoan gaude.

The main goal of this paper is to explain, starting from Kant's representational characterisation, the meaning of the representational view of the scientific knowledge offered by the semantics in the area of philosophy of science nowadays, or more precisely, of the representational view of the theory of science. With this aim we present, as a possible bridge, the theoretical development of the problem of measure, so that we can get to the representational theory of measure. Since this theory takes measure as a representation, it is possible to make parallels with the semantics. In summary, we think that the nature of measure and scientific knowledge can be understood more clearly through this representational concept.

## Sarrera

Azken bolada honetan, zientziaren teoriaren esparruan asko erabiltzen dugun kontzeptua da *errepresentazioa*, berria ez izan arren bertoko adituentzat. Kontzeptu honen historia zientziaren teoria edo zientziaren filosofiaren esparrutik kanpo irteten da, bere tokia filosofian, zientzian, artean, hizkuntzan eta abarretan kokatzeko; eta zabaltasun horri esker, maila handiko aberastasun eta konplexutasuna bereganatzeko ere bai.

Alabaina, guri interesatzen zaigun eremuan, erabil al dezakegu hain malgua den kontzepturik? Noski, erantzuna ezezkoa da. Egungo zientziaren filosofian ezin dugu zilegitzat jo anbiguotasun kontzeptualaren antzeko alferkeria intelektualik: xede askoren artean, bat argitasunarena da, batez ere filosofia eta zientzia harremanetan jartzen ditugunean. Esan dezakegu, orduan, artikulu honen helburu nagusia errepresentazioaren *explicatum* bat ematea dela, hau da, zientziaren filosofiari esker kontzeptu horretaz beti izan dugun irudi lausotua argitzea.

Garapen honen abiapuntua filosofian kokatuko dugu<sup>1</sup>. Lehenengo eta behin, errepresentazio kontzeptuak Kanten *Kritik der reinen Vernunft*-en ('Arrazoimen hutsarekiko kritikan') hartzen duen forma aztertuko dugu –Kant zientziaren filosofo bezala ikusita, noski–, ondoren XX. mendean esplizituki *filosofia analitikoa* izendatutakora jotzeko. Hemen, Vienako Zirkuluaren ordezkariak izango dira

errepresentazio kontzeptuaren egungo ulerpenera gehien hurbilduko direnak, batez ere *neurriaren teoriarekin* eta zientzia enpiriko eta formalekin izan zituzten harremanak direla eta. Adibide nabarienak Hempel eta Carnap ditugu. Autore hauen –eta beraien inguruko beste batzuen– jarrera antimetafisikoa eta disziplina desberdinen zedarriketa-irizpidea oinarri lez hartu izan ziren esparru baten *ezagutza* baliozkotzat onartzeko edo ez onartzeko. Sortu zen eztabaida eta ondorengo erregelak zientzietan, nahiz filosofia zientifikoan, aplikatu behar zirela uste zuten, eta hori betetzen ez zuten disziplinak *baliozko ezagutzatik* at leudeke. Beharbada, estrategia txarra ez izan arren, konplexuegia zen, irizpide-finkaketa ez baita batere eginkizun erraza.

Haatik, nahiz eta kontrako –gehien bat filosofoen artean– edo axolagabekeri azko –zientzilarien aldetik– jarrerak jasan, ikusmolde *positibistak* pisu espezifikoa lortu zuen. Jaio nahian dauden disziplinak, zientzitasuna bereganatzeko eta zientzilarien elkarte ospemandikoa sartu asmoz, oro har onartutako irizpide metodologiko, soziologiko eta abarretara hurbildu nahi izaten badute, orduan, psikologiak zientziaren filosofoek eta zientzilariak jarritako arauak zergatik onartu zituen ulertzea ez da hain zaila. Paradigma konduktistak zientziaren filosofiaren baitako urrats fisikalistak barneratu zituen, nahiz eta, tamalez, muturreko jarrera batera heldu ziren. Honela, konduktistek ez zituzten barne-sentipenak edota egoera psikologikoak behatzen eta neurtzen, ez baitzituzten zientziaren objektutzat

---

1. Artikulu honen asmoa ez da iharduera guztietako –arte, antropologia, eta abarretako– *errepresentazio* kontzeptua analizatzea, zientziaren teoriaren eta inguruko disziplina –matematika, zientzia enpirikoak, filosofia– baizik.

jotzen: horregatik, konduktisten araberan, magnitude hedakorrak soilik ziren neurgarri.

Goian susmatu dugun hariari lotuta, fisikarien nahiz psikologoen lanak aurkitzen ditugu. Campbell-en kasua paradigmatikoa izan zen fisikaren esparruan, baita Stevens-ena ere psikologian, edota aipatutako zientziaren filosofoena. Beraz, 1920-1946 epean, filosofian, zientzian eta psikologian garatutako errepresentazioaren kontzeptua neurriaren teoriarekin erlazionatuta zihoan. Oinarri horretatik aurrera, aldaketak ugariak izan dira, batez ere ikusmolde positibista itxi hori zabaltzeko eta erre-presentazio kontzeptuaren tokia benetan finkatzeko asmoaren inguruan. Hor ditugu, berriro ere, eta beste ikuspegietatik ikusita, errepresentazioaren kontzeptu inplizituak: zientziaren ikusmolde semantikoetan (estrukturalismoan, van Fraassen-en ikusmoldean, ...) <sup>2</sup>, mintzairaren filosofiaren baitan (situazioen semantikan, ...), eta abarretan; eta, bereziki, batez ere psikologia matematikoaren inguruan garatutako *neurriaren teoria errerepresentazionalean*. Azken honen azterketaren bitartez, gure eginkizuna, hots, egungo zientziaren filosofian errepresentazio kontzeptuaren *explicatuma* ematea, askoz ere argiago eta eraginkorrago bihurtuko zaigu.

## Errepresentazioaren explicandum filosofikoa

Egungo ikuspegi filosofikoek begi onez ikusten dute Kanten obra. Bere eraikuntza sistematikoa –arkitektonika–, Aristotelerenarekin batera, zorioneko ongi etorria jasotzen ari da azken urteotako pentsamenduan: bere forma zurrinak, ziurrak, sistematikoak, jite metafisikoa izan arren zorrotzak, Kanten lana guztiz erakargarri bihurtzen dute edozein esparrutako pentsalariontzat, filosofo nahiz zientzilari enpiriko, erlijio-gizaki nahiz marxista. Horregatik, filosofiaren zutabe garrantzitsuenetatik –Aristotele, Kant, Hegel– gu erdikoarekin geratuko gara, batez ere errepresentazioaren ideia Kanten baitan aberasten delako.

Horrela, esperientziaren beharrezko baldintza den matematika baten gainean, non judizioak, *arrazoimen hutsaren* ikuspuntutik, *a priori* sintetikoak diren, Kanten errepresentazio kontzeptuak jite iraunkor eta oinarrizkoa bereganatzen du egun kontzeptu horretaz dugun ikusmoldearekiko. Ezagutzak, hala *a priori*-zko intuiziozkoak nola esperientziazkoak, ez garamatza objektura, soilik berataz egiten dugun errerepresentaziora baizik:

Intuizioa eta kontzeptuak, beraz, gure ezagutza ororen elementuak dira, non kontzeptuek, nolabait ere dagokien intuiziorik gabe, ezagutzarik ezin duten eskaini, ezta intuizioak ere kontzepturik gabe.

(KANT, 1781/1993: 92. or.)

---

2. Zientziaren ikusmolde semantiko hauen izaera errerepresentazionala zertan datzan laugarren atalean azalduko dugu. Ikusmolde hauetan gehiago sakontzeko, ikus Baztarrika, P., Eizagirre, X., Ibarra, A. eta Oianguren, J. (1992), *Zer da zientzi teoria delako hori? Egungo zientziaren filosofiarako sarrera*, Bilbo, EHUko Argitarapen Zerbitzua: 227-308.

Ez da objektuaren natura gure ezagumena bideratzen duena, alderantziz baizik. Gauzari, errepresentatuari buruzko gure errepresentazio-prozesuek adierazten dutena soilik ezagut genezake. Esperientziatik at edo *a priori*-zko ezagutzan, edota judizio *a priori* sintetikoaren ezagutzan sartu gabe, Kantek sentikortasuna eta ulermena erro ezezagun eta amankomun horretan ezartzen ditu. Sentikortasunaren *a priori*-zko forma diren espazio eta denbora direla medio, objektuak ezagutzeko gure berezko moduaren intuizioa barneratzen dugu, baina ez bere baitango objektuak. Sentikortasunaren bidez *fenomenoak* ezagut ditzakegu, ez, ordea, *noumenoak*; hau da, errepresentazio-prozesuan bi eremu susmatzen ditugu, bata, objektuena eta, bestea, objektuen errepresentazioetatik eratorritako gure ekoizpena. Hauen artean errepresentazioak bakarrik du lekurik, zeinaren balioa subjektiboa (subjektuaren intuizio eta ulermenera murriztua), subjektu-arteakoa (Carnapek *Aufbau*-ean aurkeztuko duen bezala) edo, besterik gabe, hemen azaltzen saiatuko garen legez, objektiboa izan daitekeen.

Dena den, errepresentazio hori zertan datzan, eremu batetik besterako igarotzea nola gertatzen den, ez digu Kantek argitzen. Ezagutzen duguna errepresentazioaren emaitza dela baieztatzera mugatzen da, benetako korrelatu eskuragaitz eta interes gutxikoaz arduratu gabe.

(...) bere baitango objektuak ezezagun zaizkigu eta (...) guk kanpotiko objektuak deitzen ditugunak gure sentikortasunaren errepresentazio soilak besterik ez dira, zeinen forma espazioa den eta zeinen benetako korrelatua –bere

baitango objektua– ez zaigun, eta ezin zaigun izan, errepresentazio horien bitartez ezaguna. Baina inork ez du galdetzen ere, esperientzian, korrelatu horretaz.

(KANT, 1781/1993: 73-74. or.)

Haatik, baldin eta korrelatu horretaz ez badugu galdetzen ere, oinarriko objektuaren ezagutza eza guretzat kontzientea ez delako da. Normalean, erabiltzen dugun errepresentazioa gauza bera (objektua) dela uste dugu, eta ez dugu susmatzen soilik irudi bat izan daitekeenik. Kantentzat, objektua ezagutzea ezinezkoa da; errealistak edota idealistak, objektua –objektu desberdina, baina dena dela, objektua– aurki dezakegula baieztatzen du. Dena den, ez bata, ez besteak, ez du argi uzten *errepresentazioaren* prozedura.

1928an, Carnapek *Der Logische Aufbau der Welt* liburuan ezagutzaren konstituzio-sistema orokorra nahi izan zigun aurkeztu. Ezagutzaren teoriaren arazoa ukitzen zuen, baina eraikuntza logiko batean oinarrituta, non ezagutza batzuk besteetara murrizten ziren. Liburua idatzi zuenean, Carnapek oraindik ez zuen esplizituki neurriaren arazoa ukitu. Horregatik, une horretan bere errepresentazioaren ideia ez zetorren guztiz bat geroxeago neurriaren teorian agertuko zuenarekin.

Beste askoren artean, *Aufbau*-ean nahikoa aztarna kantiar aurki dezakegu benetako liburu filosofikoa dela inongo beldurrik gabe esateko. Errepresentazioari dago-kionez, Carnapentzat ezin dugu bere baitango objektu baten zerizanaz galdetu baldin eta ez badugu nahi gure burua metafisikaren esparruan

murgildu<sup>3</sup>. Königsberg-eko pentsa-  
lariaren asmoa metafisikaren status  
zientifikoa argitzean bazetzan  
–metafisika zentzu kantiarrean  
ulertuta–, Carnapek alderantziz,  
metafisika zientziatik –eta filosofia  
zientifikotik– kanpo ikusten du. Bi  
filosofoen arabera, objektua ezin dugu  
ezagutu, soilik errepresentatu egin  
dezakegu. Bestalde, objektua eta  
objektuaren esentzia edo zerizana  
bereizten dute. Kantentzat, azken  
hau ezin dugu inoiz ezagutu;  
Carnapentzat, azken honek ez du  
existitzen.

Zehaztasunez adieraziz gero,  
zientziak ezin du inola ere objektu  
baten zerizana hitz egin, kons-  
tituziozko zerizana ere hitz egin ezin  
duen legez, eta horregatik ezta  
berorretaz galdegin ere. Ez-benetako  
zentzu batean soilik du objektu batek  
zerizana.

(CARNAP, 1928/1988: 294. or.)

Gainera, objektuak (edo *errefe-  
rentea*, hau objektuaren ez-benetako  
zentzuan ulertzen badugu), gure  
errerepresentazioen oinarriak, berezko  
existentzia du, baina guk eraikitako  
berezko existentzia. Nola justi-  
fikatzen du Carnapek jarrera hain  
neutroa, Kantenarekin bat ez  
datorrena? Epistemologikoki, *Aufbau-*  
-ean garatutako konstituzio-sistemari  
esker. Gerorago, eta epistemo-  
logiatik at, neurriaren teoriaren  
azalpenen bidez.

Konstituzio-sistemaren eraikuntzan,  
neurriaren teoriaren –eta ondoren,  
neurriaren teoria errerepresentazio-  
nalaren– oinarri kontzeptual eta  
metodologiko asko aurkitzen dugu.

Jada, behintzat, aurrerapausu ga-  
rrantzitsua eman dugu: objektua hor  
dago, eta bere zerizana ez da misterio  
bat guretzat –ez baitu halakorik.

Bere sistemaren oinarri gisa,  
objektu fisikoak status horretatik  
baztertu ondoren, psike propioa  
onartuko du Carnapek, non lehen  
mailako elementuak ‘oinarrizko  
bizipenak’ (*Elementarerlebnisse*)  
izango diren. Maila fisikoan, psikikoan  
edo kulturalan, objektuek elkarrer-  
lazioak eta berezitasun partikularrak  
izango dituzte. Baina errerepresentazioa  
sortzen denean, prozesu psikiko baten  
edukina eta erreferentea erlacionatzen  
dira. Kasu honetan, eremu bi ditugu:  
bata, bizipen batekin eta, bestea,  
egitura potentzialki erreal baten  
ordenarekin; errerepresentazio-prozesu  
bera bizipen psikikoa da, hots,  
oinarrizko objektua. Baina erreferentea  
ez da erlazio errerepresentazionala  
bera. Errerepresentazioa ezin dugu  
beste zerbaitetara murriztu, hau da,  
eta berriro Kantengana itzuliz,  
errerepresentazioaren ezagutzarekin  
geratzen gara. Erreferentea, bere  
aldetik, oraindik eraikitzeaz dago.  
Erlazioa bizipen baten eta bizipenen  
arteko ordena baten artean aurkezten  
zaigu baldintza hauek betez gero:

- baldin eta bizipena konstituzio-  
-sistemaren ordenaren barne  
badago
- ordena horrek konstituzio-forma  
bat izan behar du objektu  
potentzialki errealak eraikitzeko.

Honela, objektua hor egon arren,  
beti errerepresentazioa edo bi eremuren  
(objektuen ordenaren eta bizipenaren)  
arteko erlazioa aurretik ezagutuko

---

3. Metafisika terminoa erabat zentzu negatiboan adierazten dugu, alegia, Carnapen eta beste analitikoan idatzietan agertzen den bezala. Horregatik, gure asmoa ez da metafisika eta filosofia kontzeptuak era berberan erabiltzea.

dugu. Erlazio hori erlazio-egituren artean ematen da, eta *kanpoko zerbaiti* dagokio, baina *zerbait* hori ezin dugu inola ere berdintasun-erlazioaren bidez definitu.

Carnapen ekarpenen ondoren, erlazio-egituren arteko harremanak guztiz garrantzizkoak izango dira zientziaren teorian. Erlazioen teoria (matematikoa), neurriaren teoria (enpirikoa) eta errepresentazioaren kontzeptua (filosofikoa), teoria sakonago eta eraginkorrago baterantz abiatuko dira zientziaren teoriaren ildotik: neurriaren teoria erre-presentazionalerantz. Teoria honek, gainera, egungo ikusmolde meta-zientifikoen funtsezko zenbait planteamendurekin zerikusi handia du, azkenengo atalean ikusiko dugunez.

Ikusi dugun Carnapen *Aufbau*-aren aurkezpena, –errepresentazio kontzeptuari murriztuta, noski–, neurriaren teoriaren aurkezpenean ikusiko dugunaren explicandum bezala uler dezakegu. Carnapen ideiak eta berauen garapena, hain zuzen ere, erlazio-egiturei eta objektuen propietateen neurriari buruzko azalpenetan (teoriatan) kokatuko dira, hurrengo puntuan nabarituko dugunez.

### **Explicatumerantz hurbiltzen: neurriaren teoria**

Errepresentazioaren forma zehatza eta erabat zientifikoa emateko, neurriaren teoriara jo behar dugu. Teoria honetan aurkituko dugu gero ikusiko dugun neurriaren teoria errepresentazionalaren oinarritzko hainbat elementu: eremu enpirikoak, eremu matematikoak, erlazioak, erlazio-egiturak, eta abar. Neurriaren teoria zientzia enpirikoetan eta giza

zientzietan garatu da. Hasiera batean, giza zientzien inguruan eztabaida gogorrek eman ziren; hauen epizentroa, noski, zientzia hauen neurri-prozeduren baliozkotasuna eta zorrozatasuna zen. Iritzi desberdin asko zabaldu ziren, batzuek muturreko jarrera positibistak defendatuz (konduktistak), beste batzuek eredu hedakorrik gabeko neurriaren aldekoak, eta denak garrantzi handikoak neurriaren teoriaren aurrerapausuei begira.

### **1. Neurriaren teoria klasikoa: Campbell**

Lehendabizikoen arteko kasu paradigmaticoa, Campbellena izan zen. Fisikari, 1920an argitaratutako *Physics: The Elements* liburuaren egile, ez zuen onartu sentipenak metodo ez-fisikoak erabiliz neurgarri zirenik. Hots, berarentzat, edozein objektu neurgarri modu hedakor batez batutako unitateen bitartez ezagutu behar dugu. Horrela, soilik luzera, masa, erresistentzia elektrikoaren eta antzekoen inguruko behaketa fisikoak eta dagozkien areak, bolumenak, dentsitateak eta abar dira neurriaren objektu. Ikusten dugunez, psikologoek kontrako jarrera argi hori hartuta, Campbellek ez zuen sentipenen intentsitateen neurriari buruzko ezer entzun nahi, era horretako ahaleginak psikologoek neurri fisikoaz zuten ezezagutzaren ondorioztat jotzen zituelarik.

Neurriaren teoria klasiko honetan ere –eta orohar, guztietan– *oinarrizko neurri* eta *neurri deribatua* bereizten dira: edozein neurri, baldin eta ez badu aurreneurririk, oinarritzkoa dela diogu. Haien menpe badago, orduan neurri deribatua da. Era berean, neurri-

-prozedurek ere bereizketa berbera jasaten dute. Zientzi esparru honetan, gai epistemologikoek ez dute, Kantengan legez, inongo garrantzirik. Arazo metodologiko hutsa sortzen da: gauzak (Carnapekin batera, gauza kontzeptua era zabal batean ulertuta) hor daude, guregandik at objektiboki existitzen dute, eta gure lana berauek neurtzean datza.

Alabaina, psikologiaren eremuan sartzen garen honetan, arazo epistemologikoak sortzen zaizkigu. Nola ezagutzen ditugu sentipenak? Nola neurtzen ditugu? Zein da beraien status ontologikoa? Nabari denez, arazo epistemologiko, ontologiko eta metodologikoak eztabaida berberan jausten dira.

Hortik irtetearren, erantzun orokor bi eman ziren: lehendabizikoa, fisikalista, positibista, une horretan zientifikoena, ingenuoena beharbada, Campbellena, hau da, goian aipatutakoa. Besteak zera baieztatzen du: gizakiok erabiltzen ditugun kontzeptuak eta hortik sentitzen ditugun esperientziak, soilik *errepresentazioak* dira; modu hedakor batez neurgarriak diren gauzenak ezezik barne-prozedurenak ere. Eta errepresentazioaren kontzeptu hau, gure ustez, neurriaren teoria errepresentazionalan gauzatzen da modu egoki batez.

Campbellen ikusmoldeei egindako kritikarik gogorrenak, hasiera batean, Stevensen eskutik etorri ziren eta, era sistematikoagoan eta pixka bat beranduago, *neurriaren teoria formalaren* aldetik. Honek ez zuen onartzen oinarritzko neurriaren soilik magnitude hedakorrekiko aplikazioa, zeren, bestela, giza zientzien esparruko magnitude ez-hedakorren

moldagarritasuna ez baitzen posible izango. Campbellen jarrerak, aitzitik, jite positibista mantentzen zuen edozeren gainetik: bere ustez, psikologia, soziologia edota ekonomiaren esparruko propietateek (adibidez, adimenak, erabilgarritasunak, ...), neurri-objektu lez hartuta, ezin dute islada enpirikorik aurkitu batuketaren eragiketa numerikoarentzat.

Dena den, magnitude hedakorren oinarritzko neurriari buruzko problematika gero eta zabalagoa bihurtzen zaigu, *neurria* bera inplikatu arte: mintza al gaitzeko neurriari buruz giza zientzietan? Neurriaren teoria formalaren teoriagileentzat erantzuna baiezkoa da. Baina kasu horretan, Campbellen terminoetan, zein lirateke beharrezko baldintzak giza gertakariaren edo giza jokamoldearen neurria behaketa fisikoekin egiten den bezala aurrera eraman ahal izateko?

Termino guztiz positibistetan, erantzunak ondoko hau baieztatuko luke: baldintza horiek magnitude hedakorren oinarritzko neurriarenak izango lirateke, non konkatentazio-eragiketa nozio primitibo lez ulertuko genukeen. Bestelako erantzunek bi bide desberdin hartu zituzten: bata, Carnap eta Hempelena, zientziaren filosofiaren ikusmolde positibistarekin bat zetorrena, errepresentazioaren ideia neurriaren teoriarekin azalduz. Bestea, neurriaren ikusmolde axiomatikoa (neurriaren teoria errepresentazionala barne), psikologo ez-konduktisten jarrera eta lanaren alde kokatzen dena, metodo zientifikoaren zorrotzasuna galdu ez arren. Matematika, psikologia eta beste zientzietatik hartutako neurriaren teoriak lan amankomuna egingo dute errepresentazioaren kontzeptu zabal eta zehatza taxutu ahal izateko.

## 2. Kontzeptuak eta neurriaren teoria zientziaren filosofian

Ikusi dugunez, Carnap, Hempel eta beste filosofo eta zientzilari batzuen lanak ildo neopositibistatik jarraituko zuen *ikusmolde heredatuak* iraun zuen bitartean, hau da, hirurogeiko hamarkadan biraketa historizistaren kritika heldu arte.

Lehenengo eta behin, zientziaren filosofo hauek kontzeptuen sailkapen teorikoa aurreratu ziguten. Haiek nolakotasunezkoetan, konparaziozkoetan eta zenbatekotasunezkoetan bereizten dira, alegia, intuitiboki objektu bat klase batean kokatzen dutenen artean, bi objektu nola erlazionatzen diren esaten digutenen artean eta mintzaira arruntarekiko egokitzapenik ez dutenen artean, hurrenez hurren. Stegmüller, Hempel edota Carnapek garatutako neurriaren teoria, von Helmholtz eta Campbellen teoria klasikoaren aberasgarri bihurtzen da, batez ere, neurriaren aurrebaldintza kontzeptualen axiomaketari esker.

Sailkapen horren gainean eraikiko zuten, beraz, neurriaren ideia orokorra. Horrela, hiru mota horietatik garrantzitsuena zenbatekotasunezko kontzeptuena izango da. Baina, hala eta guztiz ere, beste biek ere badute toki berezi bat zientzian. Sailkapen kontzeptuak (izenak dioen bezala) sailkapenaren funtzioa betetzen du. Zerbait errepresentatzen al du? Bai, ikerketaren pean dagoen esparruko objekturen baten nolakotasun bat errepresentatzen du. Hobeto ulertzeko, zientzi iharduera behaketazko agerketen deskribapenean eta orokorpen enpirikoen formulaketan parte hartzen du. Honen adibide, beste askoren artean,

zoologiako eta botanikako kontzeptu taxonomikoak izan daitezke.

Alabaina, sailkapen kontzeptuekin lortzen dugun informazioa ez da nahikoa. Horregatik, berau gehitu edo hobetzekotan, beste kontzeptu batzuetara jo beharra daukagu, hots, zenbatekotasunezko kontzeptutara. Haatik, bitartean, zubi legez, sailkapenezko eta zenbatekotasunezko kontzeptuen arteko konexio-paperaren antzekoa betetzen duten konparaziozko kontzeptuen irudia agertzen zaigu. Horregatik, sailkapen kontzeptuek baino lan eraginkorragoa garatzen dute, batez ere helburu deskribakor, auresankor eta azal-korretan. Zenbatekotasunezko kontzeptuen aitzindaritzat ere jo genitzake; *beroago* kontzeptuaren kasua, gero *temperatura* kontzeptu bihurtuko zena, klasikoenetariko bat da. Aipa dezagun Carnapek landutako pisuaren adibidea (1966/1985: 53. or.):

Har dezagun pisuaren kontzeptua zenbakizko baloreak esleitu ahal izan baino lehenago. Soilik konparaziozko kontzeptuak ditugu: astunago, arinago eta pisu berdineko. Zein prozedura enpirikoren bidez har dezakegu edozein objektu-bikote eta beren erlazioa hiru kontzeptu hauen arabera ezarri? Balantza bat eta bi erregela hauek besterik ez ditugu behar:

- 1) Baldin eta objektu biak balantzan berdintzen badira, orduan pisu berdinekoak dira.
- 2) Baldin eta objektuak ez badira berdintzen, jaitsitako platertxoko objektua igotzen den platertxoko objektua baino astunagoa da.

Zehatzago esanez, oraindik ezin dugu esan objektu batek besteak baino *pisu handiagoa* duenik, ez baitugu oraindik pisuaren zenbatekotasunezko kontzeptua sartu; praktikan, ordea, mintzaira hori erabil daiteke,



nahiz eta oraindik kontzeptuari zenbakizko balorerik emateko inongo metodorik ez izan.

Konparaziozko kontzeptuari Hemepek *kuasi-segida* deitzen zion, non erlazio eta klase zehatz batzuk eman behar ziren. Baina, hemen sakondu behar ez ditugun gaietan sartu barik, kontzeptu-mota honen zenbait adibide mineralogian aurki ditzakegu. Bat aukeratzekotan, Mohsen mineralen gogortasun-eskala gogora genezake:  $x$  minerala  $y$  minerala baino *gogorragoa* da baldin eta  $x$ -k  $y$  gainmarratzen badu; *gogortasun berdina* dute baldin eta elkar ezin badute marratu.

Hemepek 1952an zientzia enpirikoaren kontzeptuen eraketaren oinarriak eskaini zizkigun eta, Campbellen ideiatik hurbil, psikologian eta soziologian erabiltzen diren kontzeptuen eraketaren balizko izaera metrikoa ez zuen onartu. Mintzairaren eta konbentzionalismoaren inguruko arazoak alde batera utzita, esan beharra dago zenbategotasunezko kontzeptuak prozedura batzuen beharra duela naturaren deskribapena eraikitzeko, horien artean ximpleena *zenbaketarena* delarik.

Konparaziozko kontzeptuekin eremu ez-metrikotan geunden bitartean, zenbategotasunezkoekin, aldiz, metrikoetan sartzen gara. Urrats hau emateko, eremuko objektuei zenbakizko baloreak esleitu behar dizkiegu. Orain  $M$  gorputza ez da  $N$  baino astunago, baizik eta  $M$ -ren pisua 20 kilokoa dela eta  $N$ -rena 10 kilokoa dela baieztatzen dugu (nahiz eta, inplizituki, 20 10 baino handiago izanik,  $M$   $N$  baino astunagoa dela baieztatu). Honela, zenbategotasunezko kontzeptua (kontzeptu

metrikoa) sartzerakoan objektu-eremu baten *metrizazioa* gauzatzen dugu. Prozedura honen bidez objektu horien propietate baten manifestazio desberdinak neurtzeko aukera izango dugu. Eta honekin batera, propietate horrekiko eremuko objektu bati dagokion zenbakizko balore zehatza ezartzeko prozedura enpirikoari, *neurria* deitzen diogu. Baina, zertan datza prozedura hori? Lehenik eta behin, erlazioen eraldaketan: objektuen arteko erlazioak zenbakien arteko erlazio bihurtzen dira. Hurrengo puntuan ikusiko dugun errepresentazioaren ideia lehen aldiz hemen agertzen da: erlazio sistema enpiriko batetik zenbakizko erlazio-sistema batera igarotzen gara, zeinek aurrekoa errepresentatzen duen. Honetarako,  $f$  funtzio baten laguntza behar dugu, zeinek esparru enpiriko eta matematikoen arteko harremanak ezarriko dituen. Funtzioa (kontzeptu metrikoa) *homomorfismo* bat dela baieztatzen dugu, eta bere bi alderdiak erlazio sistemak, bata enpirikoa eta bestea zenbakizkoa edota matematikoa. Guzti honi, hau da, bi erlazio-sistemei eta homomorfismoari, *eskala* deitzen diogu. Honela, argi dago neurriaren teoria errerepresentazionalaren kontzeptuekin ari garela "jolasean", kontzeptu hauek ordurarteko zientziaren filosofiaren baitako neurriaren teoriar argitu izanari esker. Errepresentazioaren arazoa, beraz, testuinguru honetan zentzu osoz kokatuko da.

### **3. Neurriaren teoria eta erre-presentazioaren arazoa**

Neurriaren teoria errerepresentazionalak, neurriari buruzko aurreko ikusmoldeekiko benetako aurrerapausoa suposatzen du, neurri beraren

funtsezko izakera eta zerizanaren karakterizazio erabat berritzailea eskaintzen baitu. Neurketa -prozesu orok duen jite errepresentazionala lehen aldiz azpimarratu zuena Stevens psikofisikaria izan zen, 1946ko "On the Theory of Scales of Measurement" artikuluan. Haren proposamen intuitiboak, urte batzuk beranduago, Krantz, Luce, Suppes eta Tversky-ren 1971n argitaratutako eta neurriaren teoria errepresentazionalaren obra paradigmatico gisa kontsideratuta dagoen *Foundations of Measurement* liburuan sistematikoki landuak eta garatuak izan ziren. Azal ditzagun, bada, ahalik eta modu sintetiko eta ulergarrienean, neurriaren teoria honen kontzeptu eta tesi oinarrikoenak, beti ere gure idazkiaren helburu nagusia bete asmoz, hau da, zientzi ezagutzaren karakterizazio errepresentazionala zertan datzan argitu nahian. Horretarako, neurriaren teoria errepresentazionalak egungo zientziaren filosofiako hainbat ikusmolde semantikorekin duen antzekotasunaz ohartuko gara, lehenak neurria errepresentazio gisa ulertzen duen bezalaxe, bigarrenek ere zientzi teoriak errepresentazio gisa karakterizatzen baitituzte. Era honetan, bi eremu erabat desberdin hauen arteko paralelismo hori azpimarratzearekin batera, errepresentazio kontzeptu beraren espezifikazio eta azalpen zehatz eta zorrotzago batera hel gaitzkeelakoan gaude.

Neurriaren teoria errepresentazionalaren mami teorikoa funtsezko bi kontzepturen gain eraikitzen da. Alde batetik, *erlazio-sistemak* ditugu, hots, objektu-multzo batez eta multzo horretan definitutako erlazioez osatutako egiturak. Formalki, erlazio-sistema bat  $\langle A, R_1, \dots, R_n \rangle$  segida bat da, non  $A$  objektu eremu ez-hutsa

den eta  $R_1, \dots, R_n$   $A$ -ren elementuetan definitutako erlazioak diren; erlazio-sistema bat enpirikoa dela esango dugu baldin eta beraren objektuak izakera enpirikoa badute (pertsonak, pisuak, ...), eta formala dela esango dugu baldin eta izate formalak badira (zenbakiak, puntuak, ...). Bestetik, berriz, erlazio-sistemen arteko *homomorfismoak* ditugu. Une honetara iritsirik, neurriaren teoria bere osotasunean eraiki genezake.

Ondoren beste funtsezko kontzeptu bat barneratu behar dugu teorian, metrizazioarena hain zuzen ere. Metrizazioa, objektu-eremu batean kontzeptu metriko baten barneratze legez definitzen dugu. Kontzeptu metrikoaren bidez, objektuen propietateren baten agerpenak neurtu ahal izango ditugu. Kontzeptu metrikoa barneratzeko, objektuen arteko erlazioak zenbakien arteko erlazio bihurtzen ditugu; alegia, erlazio-sistema enpiriko batetik zenbakizko erlazio-sistema batera igarotzen gara. Har dezagun, adibidez,  $a = \langle A, B, P \rangle$  erlazio-sistema enpirikoa, non  $A$  objektu-eremua den eta  $B$  eta  $P$ , hurrenez hurren,  $A$  eremuko objektuen gain definitutako baliokidetzak eta aurrekotasun-erlazioak diren. Horrela, bada, kontzeptu metrikoaren barneratzeari esker,  $a$  erlazio-sistema *erre-presentatuko* duen  $b = \langle \mathbb{R}, =, > \rangle$  zenbakizko erlazio-sistemara igarotzen gara, non  $\mathbb{R}$  zenbaki errealeen multzoa den eta  $=$  eta  $>$  multzo horretan definitutako erlazio matematikoak diren. Urrats hau ematerakoan, dena den, egitura-baldintza garrantzitsu bat bete behar da: zenbaki errealeen arteko  $=$  berdintasun-erlazioak  $A$  eremuko objektuen arteko  $B$  baliokidetzak-erlazio enpirikoaren egitura-propietateak gorde behar ditu, eta zenbaki errealeen arteko  $>$  'baino handiago' erlazioak,

bere aldetik,  $A$  eremuko objektuen arteko  $P$  aurrekotasun-erlazio enpirikoarenak.

Zenbakizko erlazio-sistemak erlazio-sistema enpirikoaren egitura gorde dezan,  $f$  homomorfismo baten beharra daukagu.  $f$ -k  $A$  eremuko objektu orori zenbaki erreal bat esleitzen dio,  $B$  baliokidetz-erlazioan dauden objektuei zenbaki erreal berbera dagokielarik eta  $x$  objektuari  $y$  objektuari baino zenbaki erreal handiagoa dagokielarik baldin eta  $x$ -k  $y$ -rekiko aurrekotasun-erlazioa mantentzen badu. Hau da,  $f$ -k  $A$ -tik  $\mathbb{R}$ -rako funtzio bat izan behar du, non,  $A$ -ren  $x$  eta  $y$  bakoitzarentzat,

- a)  $x B y$  ( $x$   $y$ -ren baliokidea da) baldin eta bakarrik baldin (bbb)  
 $f(x) = f(y)$
- b)  $x P y$  ( $x$   $y$ -ren aurrekoa da) bbb  $f(x) > f(y)$

a erlazio-sistema enpirikotik b zenbakizko erlazio-sistamarako  $f$  homomorfismoa deritzogun kontzeptu metrikoa zehaztearekin batera, eskala bat ere ari gara zehazten. Eskala bat, beraz, a eta b erlazio-sistemek eta bien arteko  $f$  homomorfismoak osatutako multzoan datza, alegia,  $\langle a, b, f \rangle$ . Eskala metrikoaren karakterizazio honek neurriaren kutsu errepresentazionala guztiz agerian uzten digu, orainartean erabilitako kontzeptuez baliatuz, b zenbakizko erlazio-sistemak a erlazio-sistema enpirikoa errepresentatzen duela esan baitezakegu, errepresentazio hau a sistemaren egitura gordearazten duen homomorfismo bati esker gauzatzen delarik. Honela, neurria errepresentazio prototipo gisa uler genezake.

Har dezagun, orain, a erlazio-sistema enpirikoa eta b zenbakizko erlazio-sistema. Nola dakigu b-k a

errerepresentatzen duela? Edo, bestela galdetuta, zein baldintza asetu behar ditu  $f$  homomorfismoak errerepresentazio egoki gisa onartua izan dadin? Galdera hauek egiterakoan, *errerepresentazioaren arazoaren* aurrean kokatzen gara, ikusiko dugunez, bere ebazpenarekin batera, guri gehien interesatzen zaigun arazoa dena. Errerepresentazioaren arazoaren ebazpenak *errerepresentazio-teoremaren* demostrazioa eskatzen du. Kontzeptu hau erabat funtsezko bilakatuko zaigu ondoren, neurriaren teoria errerepresentazionalaren eta zientziaren filosofiaren esparruko ikusmolde semantikoaren arteko paralelismoa aztertuko dugunean, hain zuzen ere. Hots, errerepresentazio teorema neurriaren jite errerepresentazionala onesten duen bezalaxe, gero aztertuko ditugun baieztapen enpiriko eta hipotesi teoriko kontzeptuak, zientziaren ikusmolde semantikoaren baitan, zientzi teoriaren karakterizazio errerepresentazionala eskainiko digute.

Errerepresentazio teorema, bada, bi erlazio-sistemen arteko  $f$  homomorfismo baten existentziarako baldintzak ezartzen ditu, hau da,  $A$  objektu eremuaren metrizazioa gauzatu ahal dadin bete behar diren baldintzak. Baldintza horiek, a sistemaren egitura b sisteman gordeko duen  $f$  homomorfismoa eraikitzeko a-ren  $A$  eremuko erlazioez egin behar diren egitura-suposaketak (adibidez, iragankorrak, simetrikoak, konektiboak, ... ote diren) dira. Errerepresentazio teoremaren forma orokorra,  $a = \langle A, S_1, \dots, S_n \rangle$  eta  $b = \langle \mathbb{R}, T_1, \dots, T_n \rangle$  sistementzat (non, kasu honetan,  $S_j$  eta  $T_j$  erlazio bitartzat joko ditugun), honako hau litzateke:

“A multzo finitua eta  $S_1, \dots, S_n$  A-ko elementu bikote ororentzat definitutako erlazio bitarrak izanik, baldin eta  $\langle A, S_1, \dots, S_n \rangle \sim \langle C_1, \dots, C_m \rangle$  baldintzak betetzen baditu, orduan bada  $f: A \rightarrow \mathbb{R}$  funtzio bat, non,  $x, y \in A$  ororentzat,

$$1) x S_1 y \leftrightarrow f(x) T_1 f(y)$$

$$\dots$$

$$n) x S_n y \leftrightarrow f(x) T_n f(y)$$

(BADOSA, 1989: 23. or.)

Ondorioz, errepresentazio teorema-  
ren nondik norakoak aztertuz,  
neurriaren teoria errepresen-  
tazionalaren arabera neurria  
errerepresentazio-mota berezi bat dela  
baiezta genezake:

$$f$$

$$a \rightarrow b,$$

non a erlazio-sistema enpirikoa den, b, objektu eremutat zenbaki errealean  $\mathbb{R}$  multzoa duen zenbakizko erlazio-sistema den, b-k  $f$  homomorfismoaren bidez a errerepresentatzen duen eta  $f$ -k a-ren egitura b-n gordearazten duen. Eta, ikusi dugunez, errepresentazio teorema kontzeptuak eskaintzen dio neurriari bere karakterizazio errerepresentazionala, neurriaren teoriaren baitan funtsezko den errerepresentazioaren arazoa ebatztea-  
rekin batera.

Behin errerepresentazioaren arazoa ebatzirik, neurriaren teoriak eskala-  
-mota desberdinak defini ditzake. Eskala-moten tipologia erlazio-sistema enpirikoaren egitura baldintzen konplexutasunaren arabera eratzten da. Era honetan, eskalarik sinpleena (eskala nominala deritzona) sailkapen kontzeptuen metrizazioari dagokio; hau da, erlazio-sistema enpiriko hauetan objektu eremuan baliokidetzat

-erlazioa soilik definitzen da, zenba-  
kizko erlazio sistema errepresen-  
tatzailan = berdintasun funtzioa  
definitzearekin nahikoa dugularik.

$$f$$

$$a = \langle A, B \rangle \rightarrow b = \langle \mathbb{R}, = \rangle$$

Azken finean, eskala nominalen bidez A eremuko objektuen baliokidetzat-klasetan banatzen dira, ondoren klase bakoitzari zenbaki-etiketa bat ezarriz. Eskala honen adibide bat, biztanlegoa egoera zibilararen arabera sailkatzearena izan liteke, baliokidetzat-klase bakoitzari zenbaki bat esleituz.

Eskalen tipologiarekin jarraituz, hurrengo maila konplexuagoan eskala ordinalak leudeke, hots, konparaziozko kontzeptuei dagozkienak, non,  $P$  aurrekotasun-erlazio gisa definituz,

$$f$$

$$a = \langle A, B, P \rangle \rightarrow b = \langle \mathbb{R}, =, > \rangle$$

Eskala-mota hauen adibide gisa mineralen gogortasunaren Mohsen eskala berraipa genezake, non mineralak baliokidetzat-klasetan sailkatzeaz gain, bakoitzaren gogortasunaren arabera 1-etik 10-era (talkotik diamanterara) ordenatzen diren.

Baina orain arte, gehienez ere, errepresentazioak sailkapen ordenatu bat eskaintzen digu. Kantitatearen nozioaz jabetzeko, eskala metrikoetara igaro behar dugu, zeinak zenbategotasunezko kontzeptuei dagozkien. Eskala metrikoen adibide bat eskala razionalena da. Hauetan, erlazio-sistema enpirikoan objektuen

konkatenazio fisikoari dagokion o eragiketa enpirikoa definitzen da, ondoren adierazitako errepresentazio-mota eraikitzen delarik:

$$a = \langle A, B, P, o \rangle \xrightarrow{f} b = \langle \mathbb{R}, =, >, + \rangle$$

Zientzian erabiltzen diren kontzeptu gehienak era honetakoak dira, hala nola masa, bolumena, presioa, indarra eta abar.

Eskalen tipologia eratzerakoan, errepresentazioaren arazoarekin batera, bakartasunaren eta esanahitasunaren arazoak ere planteatzen dira, alegia: bi erlazio-sistemen arteko homomorfismoa eraiki dugularik, hau bien artean eraiki daitekeen bakarra al da?, eta, zenbakizko erlazio-sistemaren egituraz baliatuz, erlazio-sistema enpirikoari buruzko zeintzu enuntziatuk dute benetako esanahia? Arazo interesgarri hauek, dena den, bigarren maila batean utziko ditugu, neurriaren teoria erre-presentazionalera jotzerakoan genuen helburu nagusia erre-presentazioaren arazoaren ebazpenarekin lortu baitugu erre-presentazio teoremaren kontzeptuari esker. Neurriaren karakterizazio erre-presentazional honetatik aurrera-pausu bat emanik, ondoren zientziaren filosofiaren alorrera jauzi bat egingo dugu. Hain zuzen ere, Mormann-ek, neurriaren jite erre-presentazionala eredu prototipikotzat hartuz, egungo

ikusmolde semantikoen arabera zientzi teoriak duen izaera erre-presentazionala azpimarratu du. Azkenengo atalean, beraz, eta Mormannek garatutako ikuskera semantiko erre-presentazionalari jarraituz<sup>4</sup>, neurriaren teoria erre-presentazionalaren eta ikusmolde semantikoen arteko analogia aztertuko dugu.

### **Zientzi ezagutzaren karakterizazio erre-presentazionala: zientzi teoria erre-presentazio gisa**

Aipatu dugunez, neurriaren karakterizazio erre-presentazionalak neurriaren teoria erre-presentazionalaren eta zientziaren filosofiaren esparruko ikusmolde semantikoen arteko analogia interesgarri bat ezartzea ahalbidetzen du. Ikusmolde semantiko guztiak ez dira homogenoak, gutxienez bi bertsio desberdindu baitaitezke: alde batetik, metateoria estrukturala, zeinaren lehen ordezkaria Sneed den eta berarekin batera Stegmüller, Balzer, Moulines eta abarrek garatu duten<sup>5</sup>; bestalde, van Fraassen-en ikusmolde semantikoa dugu<sup>6</sup>. Beraien arteko desberdintasunak nabarmenak izan arren, gure helburuentzat interesgarria den antzekotasunik ere badute: alde batetik, zientzi teoria eredu-multzo gisa definitzen dute eta, gainera, beraien modelizazioaren ikuskera zentzu erre-presentazionalan ulergarria da, bi bertsioek zientzi

---

4. Ikus Mormann (1994). Honek, zientzi teoriaren ikusmolde semantikoen arteko desberdintasun metateorikoak haren karakterizazio erre-presentazionalaren bidez gainditzen ditu.

5. Ikus, batez ere, Sneed (1971), ikusmolde estrukturalistaren abiapuntu izan zena, eta Balzer, Moulines, Sneed (1987), estrukturalismoaren baitako problematika guztiei erantzun sistematikoa ematen saiatu dena.

6. Ikus van Fraassen (1980 eta 1989).

teoriak errepresentazio gisa ezaugarritzen dituztela baieztatu dezakegularik.

Ikusmolde estrukturalistak *baieztapen empiriko* kontzeptua barneratzen du.  $T$  teoria baten baieztapen empirikoak,  $T$ -ren aplikazio propo-satuen multzoko (bere aldetik,  $T$ -ren eredu potentzial partzialen  $M_{pp}$  multzoaren azpimultzokoa) aplikazio orori,  $T$ -ren eredu aktualen  $M$  multzoan sardadin, hedadurazko  $h$  morfismo bat aplika dakiokela baieztatzen du. Hau da, baieztapen empirikoak, aplikazio proposatu ororentzat, hedaduraz, eredu aktual bat bada-goela ziurtatzen du. Hedadurazko morfismo honek eredu potentzial partzialari termino  $T$ -teorikoak erantzen dizkio, printzipioz, eredu hori termino ez- $T$ -teoriko soiluz eraikia baitago. Beraz, ikusmolde estrukturalistak modelizazioaz eta teorizazioaz duen ulerkeraren arabera, eredu 'empirikotik' beratu erre-presentatzen duen eredu teorikora igaro gaitzke morfismo baten bidez.

Van Fraassenen ikusmolde semantikoa, bestalde, *hipotesi teoriko* kontzeptuaz baliatzen da teorizazioa karakterizatzeko. Beraz,  $T$  teoriaren hipotesi teorikoak,  $M_R$  sistema errealean klaseren bat  $M_T$  eredu teorikoen klasearen partetzat modu egoki batez edukia dela baieztatzen du.

Ondorioz, neurriaren teoria errepresentazionalaren (NTE), ikusmolde estrukturalistaren (IE) eta van Fraassenen ikusmolde semantikoa (VF) artean honako analogia erre-presentazionalaren aukerari guztiz egoki erizten diogu:

			$f$
NTE	Errerepresentazio teorema	$a \rightarrow b$	
			$h$
IE	Baieztapen empirikoa	$M_{pp} \rightarrow M$	
VF	Hipotesi teorikoa	$M_R \rightarrow M_T$	

Ondorioz, bai neurria (erre-presentazio teorema kontzeptuaz) bai teorizazioa (baieztapen empiriko eta hipotesi teoriko kontzeptuez) eremu empiriko baten eremu teoriko baten bidezko errepresentazio gisa ezaugarritu ditugu. Honela, neurriaren teoria errepresentazionala oinarritzko eredutzat hartuz, zientzi ezagutzaren eta, zehazki, zientzi ihardueraren lehen mailako ekoizpen den zientzi teoriaren ikusmolde errepresentazionalak zientziaren filosofiaren eta, maila orokorrago batean, epistemologiaren esparruan ere zeresan handia duelakoan gaude, errepresentazioaren kontzeptua eta, bide batez, zientzi ezagutzaren zerizana argitzerakoan aurrerapausu nabarmena ahalbidetzen baitu.

## Bibliografia

- Badosa, X.M., (1989), "La metrización y las ciencias sociales", *Arbor* 525: 9-64.
- Balzer, W., Moulines, C.U., Sneed, J.D., (1987), *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Dordrecht, Reidel.
- Baztarrika, P., Eizagirre, X., Ibarra, A., Oianguren, J., (1992), *Zer da zientzi teoria delako hori? Egungo zientziaren filosofiarako sarrera*, Bilbo, EHU-ko Argitarapen Zerbitzua.
- Campbell, N.R., (1928), *An Account of the Principles of Measurement and Calculation*, New York, Longmans Green.
- Carnap, R., (1928), *Der logische Aufbau der Welt*, Berlin, Welkreis-Verlag (Gazt. *La construcción lógica del mundo*, Mexiko, UNAM, 1988).
- Carnap, R., (1966), *Philosophical Foundations of Physics*, New York, Basic Books (Gazt. *Fundamentación lógica de la física*, Bartzelona, Orbis, 1985).
- Hempel, C.G., (1952), *Fundamentals of Concept Formation in Empirical Sciences*, Chicago, The University of Chicago Press (Gazt. *Fundamentos de la formación de conceptos en ciencia empírica*, Madril, Alianza, 1988).
- Kant, I., (1781), *Kritik der reinen Vernunft* (Gazt. *Crítica de la razón pura*, Madril/Bartzelona, Alfaguara, 1993).
- Krantz, D.H., Luce, R.D., Suppes, P., Tversky, A., (1971), *Foundations of Measurement*, I bol., New York, Academic Press; II bol., 1989; III bol., 1990.
- Mormann, Th., (1994), "Incompatible Empirically Equivalent Theories. A Structural Explication", *Synthese-n* argitaratzeaz.
- Narens, L., (1985), *Abstract Measurement Theory*, Cambridge, Mass., MIT Press.
- Sneed, J.D., (1971), *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel (1979ko 2. argitarapena, zuzendu eta osatua).
- Stevens, S.S., (1946), "On the Theory of Scales of Measurement", *Science* 103: 677-680.
- van Fraassen, B.C., (1980), *The Scientific Image*, Oxford, Oxford University Press.
- van Fraassen, B.C., (1989), *Laws and Symmetry*, Oxford, Clarendon.