

Nanoteknologia eta 'teknologiaren eraikuntza soziala'. Egungo bibliografiari gainbegirada

STEPHEN H. CUTCLIFFE
CHRISTINE M. PENSE

Lehigh University-ko Zientzia, Teknologia eta Gizartea
Programaren zuzendaria
Lehigh University-ko Gizarte Zientziak Saileko irakaslea

Zientzia eta Teknologiari buruzko Ikerketen (ZTI) arloan oso eztabaida bizia sortu da nanoteknologiaren inguruan, eta sei elkarrizketa-gune agertu dira nagusiki. Lehenbizikoa etikari buruzkoa da: zein nanoteknologia garatu behar ditugu, eta zergatik? Ikerlariak zera galdetzen dute: zer irakatsi behar da nanoteknologiari buruz? Esaterako, tekniken irakaspenak eta aurrerapenen bilaketak etikaren eta ondorioen auziak barneratu behar dituzte? Bigarren multzo batean, egile batzuk erregulazioei buruz hausnartzen ari dira: nola egin behar da erregulazioa? Askok idatzi da auzi hauetaz: gobernuaren erregulazioak ikerkuntza nola gidatu behar duen edo nola oztoka dezakeen, eta zer eredu erabili beharko genituzkeen garapena eta erregulazioa kudeatzeko. Hirugarrenik, mota askotako egileek nanoteknologiaren abaguneak eta mehatxuak zein eta nolakoak izan daitezkeen pentsatu dute, eta beren artikulua maiz erregulazioaren ingurukoei gurutzatzen dira. Laugarrenez, nanoteknologiaren perzeptzio publikoaren inguruko ikerketa dago, batez ere arriskuak kontuan izanik. Publikoari kontsultatu behar zaio nanoteknologiaren araudiak garatzerakoan? Bosgarren elka-

rrizketa-mota nanoteknologiak sorturiko etorkizunaren utopiei eta distopiei buruz ari da. Eta, azkenik, badago nanoteknologiari buruzko eztabaida bat 'teknologiaren eraikuntza sozialaren' (TES) teoria erakusten duena.¹ Jakina, elkarrizketa horiek gainjarri egiten dira puntu askotan, baina badute zerbait komunean: alegia, kontuan hartzen dute kontrol eta ondorio nozioak auzi garrantzitsuak direla, eta oraindik, gainera, ongi gauzatu ez direnak nanoteknologiaren babesleen inguruetan. Elkarrizketa mota bakoitzean agertzen dira markoak eta ereduak —batik bat erregulazio berriak eta publikoaren eta zientzialarien arteko eztabaida forma aberatsak bultzatzen dituztenak—.

Hamabost artikulu hartu ditugu kontuan azkeneko elkarrizketa-mota erakusteko: nanoteknologiaren garapenak TES teoria nola ilustratzen duen.² 2002-2008 epea besarkatuz, artikulu bakoitzak nanoteknologiaren ikerketaren helburuak gauzatzeko eta kontrastatzeko testuinguru soziala aztertzen du. Batzuek ikerlarien helburuen eta erabilitako ebidentzien eta tresnen arteko elkarreragina analizatzen dute. Beste batzuek agentzia desberdinen artean komunikazioa garatzeko bide berriak proposatzen dituzte. Baina TES teoriari buruz idazten duten guztiak bat datoz kontu batean: publikoaren prestakuntza beharrezkoa da. 'Goi-elizaren' (teorikoak) eta 'behe-elizaren' (aktibistak)³ lehentasunak begi bistakoak dira, baina nahasirik agertzen zaizkigu maiz. Hortaz, artikuluan laburpena aurkeztuko dugu ordena kronologikoan.

2002an, Michael Gorman-en «Levels of Expertise and Trading Zones: A Framework for Multidisciplinary Collaboration»⁴ artikulua «esperientziaren eta aditutasunaren (*expertise*) ikerkuntza» kontzeptua —Collins eta Evans-ek⁵ deskribatu zuten bezala— komertzio-guneekin lotu zuen, ondoren emaitza nanoteknologiari aplikatuz, AEBetako National Science Foundation erakundeak antolatutako 'Converging Technologies (NBIC) for Human Performance' bileran. Gormanen arabera, aditutasun maila desberdinak daude, eta horiek interakzio maila desberdinak sortzen dituzte

teknologiak garatzerakoan. ‘Super-soldadua’ armatzeko eta babesteko kasuan, esaterako, Gormanek dio soldaduak berak teknologia berri horietan inplikatu beharko lukeela (935. or.). Eta gauza bera etikariarekin: teknologiak garatzen badira, etikariak inplikatu beharko luke teknologia horietan, ikerketa-taldeetan zein garapena kanpotik jarraituz.

2002. urtean, orobat, «Nanoscience and Nanotechnology: Assessing the Nature of Innovation in These Fields»⁶ artikuluan, Michael Mehta-k dio nanoteknologia auzi sozial eta teknikoekin lotzeko prozesuan dagoela zalantzarik gabe. Diru-laguntza gehienak estatuen kontua dira, eta horregatik da hain beharrezkoa agentzien, unibertsitateen eta industriaren arteko koordinazioa. Horrela izango dute aukera zientzialariek zientziaren eta teknologien norabideak gidatzen dituzten faktoreak aztertzeko.

Aurreko bi artikuluek marko desberdinetan dagoen jendearen arteko ideia trukaketa barneratzen duen berrikuntza eredu defenatzen dute. Gune edo maila desberdinen arteko koordinazio planifikatuak behar du egon, zeren, egileen araber, badaude soilik gobernuek, ez merkatuek, defini ditzakeen arazoak, ‘merezki duten’ arazoak, eta kontsiderazio etikoa kontuan hartu behar ditugu arazook hautatzerakoan.

2003an, Aldrin Sweeney, Sudipta Seal eta Pallavoor Vaidyanathan-ek zientzia eta teknologiaren garapenaren ikuspegi teoriko laburra aurkeztu ziguten «The Promises and Perils of Nanoscience and Nanotechnology: Exploring Emerging Social and Ethical Issues»⁷ testuan. TES teoriaren auziak eskolara bertara eramanez, University of Central Florida-n egileek beraiek antolaturiko nanoteknologiaren inguruko etika mintegi batzuen berri ekarri ziguten. Ikasle gehienak ingeniariak ziren, eta nanoteknologia aztertzeko eskatu zieten hiru talderi, baina ezaugarri berezi bat kontuan izanik: Jacques Ellul-ek proposaturiko auziak erabili behar zituzten. Laburbilduz, honakoa azpimarratu zuten: «nahiz eta ingeniariak beren ikerkuntzan modu etikoan portatzeko beharra ongi ikusi, ez zuten hain ongi onartu emaitzen erabilera ‘ona’

edo 'txarra' beren ardura izan behar zuenik» (241. or.). Hau da, ingeniari eta zientzia ikasle horiek ez zeuden prestatu-rik ikerkuntzaren ondorio sozialekin erlazionatzeko; «euren interesa zientzia eta ingeniari zen —bilaketa intelektual gisa ulertuta—, eta ez helburu politiko 'nahasiak'» (241. or.). Egileen ustez argi zegoen, beraz, zientziaren eta etikaren kontzeptualizazioa aldatu behar direla.

2005. urtean lau artikulu desberdin agertu ziren TES teoriaren inguruan. Euren helburu nagusia *zientziaren ulerkuntza publikoa* da. Gai horri buruz bibliografia asko dago, baina hain zuzen 2005ean lotzen da bibliografia hori TES teoriarekin argiroago.

Alexander Arnall eta Douglass Parr-en «Moving the Nanoscale and Technology Debate Forwards: Short-term Impacts, Long-term Uncertainty and the Social Construction»⁸ idazkiak nanoteknologiaren kostuen eta mozkinen ponderazio publikoaren alde egiten du. Era berean, Phil Macnaghten, Matthew B. Kearns eta Brian Wynne-k, «Nanotechnology, Governance and Public Deliberation: What Role for the Social Sciences?»⁹ artikuluan, zientzialari sozialek ere arriskuari buruzko eztabaidan parte hartu beharko luketela baieztatzen dute. Bi artikulu horien arabera, teknologien inguruko auzi ugari dago oraindik argitzeke, eta horiei erantzun baino lehenago ez litzateke komeniko teknologia horiek diru publikoa erabiliz garatzea.

Arnall eta Parren arabera,

NST (Nano Eskalako Teknologia) esparru zabaleko diziplina konplexua da, eta bere etorkizuna ziurgabetasunak bideratzen du. Eztabaida publikoak aurrera egitea nahi badugu, ikuspegi zabala eman behar diogu egungo NSTen inguruko hausnarketari [...]. Sortzen ari den teknologia baten eraikuntza soziala funtsezkoa da NSTri buruzko kostu eta mozkinen zentzuzko eztabaida sortu gura badugu (25. or.).

Hori dela eta, egileek galdera multzo bat aurkeztu digute nanoteknologia berriaren eraikuntza soziala zertan datzan uler dezagun (34. or.): nork zuzentzen du? Non lor dezaket

informazio fidagarria? Zein arrisku dakartza? Zeinentzat? Nora doaz posibleak? Arriskuak eta posibleak jende bera-
rengana doaz? Nor da arazo posibleen erantzule?

Macnaghten eta enparauek AEBetako eta Erresuma Batu-
ko politika zientifikoaren dinamika aztertzen dute, gizarte
zientziek nanoteknologiaren garapenean duten ustezko era-
gina erakutsiz. Zera galdetzen digute:

Zergatik teknologia horiek eta ez beste batzuk? Nork behar
ditu? Zein giza helburu dituzte? Nork kontrolatzen ditu apli-
kazio baldintzak? Nork irabazten du? Fida gaitetzke teknolo-
gia horietaz? (270. or.).

Ahalik eta lehen sortu behar ditugu 'ZTI' moduko galdera
klasiko horiek; egileek gizarte zientzietako ikerketa jardue-
ren bost ildo proposatu dituzte: irudigintza, publikoaren
konpromisoa, gobernantza, globalizazioa eta emergentzia.

Gizarte zientzietako beste ikerlari batzuk publikoak tekno-
logia berrien aurrean erantzuteko daukan gaitasunaz aritu di-
ra. Chul-Joo Lee, Dietram A. Scheufele eta Bruce V. Lewen-
stein-ek publikoak arazo teknologiko konplexuen aurrean
bere iritzia nola moldatzen duen aztertu dute. Modu parale-
loan, Michael Cobb-ek arriskuaren markoak ikertu ditu.

«Public Attitudes toward Emerging Technologies: Exami-
ning the Interactive Effects of Cognitions and Affect on Pu-
blic Attitudes towards Nanotechnology»¹⁰ testuan, Lee eta
enparauek diote hiritarrek lasterbideak —heuristika— era-
biliko dituztela teknologiaren aurrean beren jarrerari forma
ematerakoan. Izan ere, 'heuristika emozionalak' eragina du
nanoteknologiaren aurrean jendeak dituen erreakzioetan.
Nanoteknologiari buruz *jakiteak* ez dauka hainbesteko era-
gina jarrerak moldatzerakoan, ez bederen 'erreakzio emo-
zional gogorrekin' erkatzen baldin bada. «Framing Effect on
Public Opinion about Nanotechnology»¹¹ saioan, Cobbek
teknologia aztertzeke bi proposamen egin ditu: arrisku po-
tentzialak onurekin erkatzea, eta zientziaren merituei buruz
diharduten marko filosofikoek iritzietan eraginik ba ote du-
ten analizatzea. Bere emaitzek erakusten dutenez:

arriskuaren markoak askotan onuren markoak baino eragin-korragoak dira, baina hori soilik gertatzen da marko mota bakoitza modu isolatuan aztertzen denean. Informazioaren ingurune orekatu batean [arriskuei eta onurei buruzko informazioaz ari da], anbibalentzia da gailentzen den jarrera, ez iritzi-aldaketa (233. or.).

Eta amaitzen du: «hemen aurkeztutako emaitzek estatubatuarren iritziak moldakorrak direla iradokitzen dute, baina baita beren iritziak aldatzeko mugak dituztela ere» (235. or.).

2005eko bukaeran, Yongtae Park, Byungun Yoon eta Sungjoo Lee-k ikerketa bat argitaratu zuten patenteen aipuetan oinarriturik. Euren aburuz, «berrikuntza teknologikoaren patroiak sektore industrialekiko idiosinkrasikoak eta denboran dinamikoak dira».¹² Egileek arlo berri baten premia dagoela uste dute, baina azterketa historiko zehatzak kontuan hartuko dituenak. AEBetako patenteen erakunde eta NBER (Trademark Office's National Bureau of Economic Research) patenteen datu-basea aintzat hartuz, hiru galdera mahaigaineratu dituzte:

(a) berrikuntza teknologikoaren patroiak industrien artean desberdinak badira, zein dira desberdintasun nagusiak ezaguri industrialen eta/edo teknologikoen arabera? (b) berrikuntza patroiak ezegonkorak eta dinamikoak badira, zein dira aldaketa ildoak denboran zehar?, eta (c) industria-sektoreak sare teknologikoan interkonektatuta badaude, zein da sarearen forma orokorra? (472. or.).

Park eta enparauen tesiaren arabera, zientzian oinarrituriko industrietan irekiagoak eta konektatuagoak izateko joera dute. Patenteen eskaeren kopurua nahiko zabala da nanoteknologiaren industrian. Konpainien arteko informazio fluxua —patenteak erabiliz— ere azertu dute, eta hor informazioan oinarritutako zientziak eta zientzia kimikoetan oinarrituriko industrietan izan dira gehien ekarri diotenak eza-gutzaren fluxuari. Azkenik, gainera, bioteknologia sektore itxia dela erakusten ari da, bere patenteak aipatzen baititu, baina ez beste industrietakoak.

Cyrus Mody-ren «Corporations, Universities, and Instrumental Communities: Commercializing Probe Microscopy,

1981-1996»¹³ (2006) lanak Park eta enparauena osatzen du, nahiz eta Modyren xedea instrumentazioaren bilakaera izan. ‘Tunel-esplorazioko mikroskopioen’ (TEM) historia egiten du —funtsezko tresnak nanoteknologiaren aplikazio askotan— eta unibertsitateko diseinu esperimentalak enpresen aplikazio mugatuetatik bereizten ditu. Hasierako TEM erabiltzaileek mikroskopio malguak egiteko prestatzen zituzten ikasleak, eta soilik ondoren erabilera jorratzeko. Prestakuntzak mikroskopioen diseinua bultzatu zuen gehienbat, eta zeuzkaten tresnekin mikroskopioak testatzera eramane zituen ikasleak. Beraz, ikasleek ez zituzten etxeko landareen hostoak, argazki propioak, izotza, Coca Cola versus Pepsi Cola lehiaren elektrokimika eta antzeko espezimen-kapritxo ‘zientifikoak’ erabili; horiek, gainera, tresnak egiteko brikolajea zekarten. Tresnak ekoiztutako irudiak, Modyren ustez, ulertzeko zailak ziren eta unibertsitateek TEM adituak hautatu zituzten mikroskopioak egin eta horien iruditeria ongi azal zezaten. Modyk ezagutzaren, tresneriaren eta jarduera zientifikoaren azpitik dauden lotura profesionalak eta pertsonalak azpimarratzen ditu.

Erik Fisher laborategi baten baitan sartu da eta zientziaren jardun erreala aztertu du «Midstream Modulation of Technology: Governance from Within»¹⁴ saiakeran. Berak eta beste egileek zientzia eta teknologiaren gobernantzaaren historia bat proposatu dute, teknologiaren garapenaren mailen ulertuntzaren bidez etika bat barnera daitekeela iradokiz. Artikuluak «teknologiaren ibilbideen maila ertaineko modulazioaren dimentsio praktikoak eta kontzeptualak» (486. or.) aurreratzen ditu. Egileek uste dute maila ertaineko modulazioa tresna oso eraginkorra dela teknologoekin lan egiteko,

erabakitze-prozesu handi, antolatu eta dinamikoaren inplementazioari baitagokio. Sinpletasunagatik, goi mailako modulazioak hartzen dituen erabakiek baimentzen dute zer ikerkuntza onartuko den, modulazio ertainak I+G agendak nola inplementatuko diren esaten duen bitartean. Behe mailako modulazioek, azkenik, teknologia garatuak onartu ala ez erabakiko dute (490-91 or.).

Jakina, jarraitzen dute, «maila ertaineko erabakiek ez dute goi mailakoek duten pisu edo ikusgarritasun berbera, baina gobernantzarako abagune ederra dira» (491. or.). Goi mailako agendaren erabakiak beharbada goizegi ailega daitezke, eta behe mailakoak beranduegi. Inplementazioa hasten denean beharrezkoa da auzi etikoak eztabaidatzea, baina arazo posibleak zein izan daitezkeen garbi dagoenean.

Laborategian oinarritutako Fisherren lanaren aurrean, Matthew Kearnes-en «Chaos and Control: Nanotechnology and the Politics of Emergence»¹⁵ (2006) teknologien sorreraren inguruko testu filosofikoagoa dugu. Kearnesek Deleuzeren (1925-1995) ontologia molekularren eta konplexutasun-konbergentziaren arloen arteko loturak aztertzen ditu. Egilearen arabera, nanoeskalako emergentziaren egungo politikak tentsioan daude: kontrola dezakete zientzialariek auzia? Kearnesek arlo horretan Feynman eta Drexler-en artean izandako eztabaida dakar. Zientzialari horiek bizia zerbait mekanikoa bailitzan ikusten zuten. Beste zientzialari batzuen arabera, aldiz, nanoeskalako prozesu horiek beraiei probetxua ateratzeko urratsak baizik ez lirakeke, eta horretarako beti kontrolpean eduki behar ditugu. Deleuze azken ikuspegi horren aurka zegoen; bere aburuz, materiaren errepresentazio artistikoa beti ari da fluxuan eskala txikienetan. Eta Kearnesek dioen moduan, «egitura horiek sortzeko beharrezko diseinua, kontrola eta zehaztasuna egitura berorien barnean sortzen dira». Ikusten denez, Kearnesen ideiek eta Mehtarenak (goian ikusitakoak), 'goi-elizako' proposamena dakarte (teorikoena) TES teoria eta nanoteknologia ulertzeko.

2007. urtean, Kenneth Keller-en «Nanotechnology and Society»¹⁶ (2007) *Journal of Nanoparticle Research* aldizkari berrian argitaratu zen, eta politika zientifikoaren, erregulazioaren eta segurtasunaren gaiak dakartza. Bestalde, Christine Pense eta Stephen Cutcliffek, *Bulletin of Science, Technology and Society* aldizkarian,¹⁷ TES teoriaren auziak nola egokitu planteatu zuten. Ikus ditzagun bi artikulua.

Teknologiaren eta gizartearen arteko interakzioak hobeto uler ditzagun, Kellerrek uste du hobe dela ikusmolde sistemikoak erabiltzea.

Interakzio horiek bi norabidekoak dira. Batetik, teknologia berriek eragina dute gizartearen egitura ekonomiko eta politikotuan, balio-auziak sortuz. Bestaldetik, instituzioak eta politikak egituratzeko —baita teknologien segurtasuna epaitzeko ere— gizarteak duen moduak izugarritzko eragina du horien garapenean (5. or.).

Nanoteknologiaren promesek eta soslai publikoak argi uzten dute oraindik erregulazioa izango dela nanoteknologiaren garapenari forma emango diona; izan ere, «misio itxurako jarduerara murriztutako ikerketa-jarduera anitzen multzo» gisako zerbait dira (9. or.). Arlo horretan, dena dela, gehiegizko promesena da arazo nagusi bat. Eta bukatzen du Kellerrek:

... nanoteknologia misio gisa ikustea esperimendua den heinean, teknologiaren dimentsio sozialekin maneiatzeko ikusmoldea bera ere denbora errealeko esperimendua da, adituenganako delegazioa eta publikoaren parte-hartzea ulertu behar baitira (10. or.).

Pense eta Cutcliffek, bestalde, gehiegizko promesen gaiari ekiten diote. Diote teknologoek fisikako oinarrizko propietateen ulerkuntza eraldatuko dutela, baita ere manufaktura-zioaren oinarrizko teknikak aldatuko ere, eta, azkenik momentuz, gaixotasunen diagnosiak hobetuko dituztela. Baina badirudi kontakturik ez dagoela nanoteknologia modu baikorrean babesten duten zientzialari eta ikerlarien, batetik, eta publikoaren beldurren eta produktuen ekoizleen artean, bestetik. Marko berri bat beharko genuke nanoteknologiaren inplikazio sozialak aztertu ahal izateko eta talde interesatuen arteko elkarrizketa egon ahal izateko. Marko horrek hiru galdera erronka izango lituzke: (1) nola bilakatzen dira arazoak ikusgarri teknologiaren moldaketan parte hartzen dutenentzat? (2) Zer hizkuntza-mota erabili behar du te gizarte taldeek? Nolako eragina du arriskuaren normali-

zazioak teknologiaren egonkortzean? Erantzunaren bila, marko horretan egileek arriskuaz eztabaidatzeko aplikazio militarren, garbitzeko makinaren eta karbono-nanotuboen kasuak erkatzen dituzte.

Arriskuaren auzi horrekin jarraituz, Mary F. E. Ebeling-en «Mediating Uncertainty: Communicating the Financial Risks of Nanotechnology»¹⁸ (2008) artikulua 'mugako objektuei' buruzko TES teoriar barrena izandako elkarrizketa aipatzen hasten da, objektu mota hori baita esparruen arteko koherentzia eta ziurtasuna sortzeko bidea. Ebelingen ikerketak hiru gai ukitzen ditu: informazio zientifikoaren, ekonomikoaren eta marketinaren zirkulazioa, nanoteknologiaren sorrerak ekar ditzakeen arriskuak eta onurak eta aurreko bi gaiek komunikabide finantzieroetan duten indarra (338. or.). Lanaren ondorio bat honakoa da: inork ez daki argi eta garbi nanoteknologia nola definitu. Norbera gehiegi goratzea, hortaz, kezkatzekoa egiten zaie denei. Halaber, dio Ebelingek,

nanoproduktuak onartzeko egiten den marketin garden-tasunaren erabilpen zinikoa egiten du. Komunikazio-estrategia horiek ez dira hedatzen arriskua arintzeko, publikoaren beldurrak arintzeko baizik. Gainera, aurrerantzeko emaitza finantzieroa egiteko behar diren komunikazio esparruak kontrolatzeko balio dute (353. or.).

Baina nanoteknologia etengabeko fluxuan doan arloa da. Ebelingek dioen moduan:

nanoteknologiaren definizioaren inkoherentzia, hautemateko duen arriskua eta ireki dituen itxaropen puztuak, behar-bada hain zail bihurtu dira maneiatuak izateko —edo sari ekonomikoak hain mukerrak— ezen nanomerkatari aitzindari bat hasi baita nanoteknologiaren merkatua birkalibratzen. Lux Research-ek berrizendatu egin zuen enpresa 2007an, ikerkuntza forma emanaz, eta teknologia emergenteetara dedikatu izan da harrezkero, ez nanoteknologiatar. Konpainiaren *nanotech* definizioa ez da dagoeneko erabiltzen (357. or.).

Kontuan izan ezazue Lux nanoteknologiaren sustatzaile garrantzitsuenetarikoa izan dela, eta biraketa hori nanotekno-

logiaren arriskuaren seinale izan daiteke, inbertitzaileek ikusten dutenaren arabera.

Azkenik, Schutz eta Weidemann-en «Framing Effects on Risk Perception of Nanotechnology» artikuluak zera aztertzen du: arriskua hautemateko markoak aldatzen badira, publikoak ere eralda dezake nanoteknologiak izan ditzakeen arriskuen hautematea.¹⁹ Arriskuaren hautematea eskuarki abaguneen gaiarekin lotzen da, auzi nagusia hala osasuna edo ingurumena nola ekonomia izan, eta arriskuaren ezagutza, intentzioa edo kontrola bezalako ezaugarriekin azaltzen da. Alabaina, goian aipaturiko Cobbi (2005) jarraituz gero, Schutzek eta Weidemannek nahiago izan dute arriskuaren markoaren azterketari bultzadatxo bat eman eta publikoa ere kontuan hartu. Nanoteknologiaren arriskuak etekin posibleen arabera taxutzeak ez du eraginik apenas ebaluaturiko taldeen arriskuaren pertzepzioan, harrigarria iruditu arren. Berriz, arriskuaren gune posible horietan arriskuaren sorburua zein den identifikatzeko moduan bada, orduan talde bereberek subjektuen erantzunak 'testuinguru soziala' hartzen du kontuan. Enpresa txiki edo ertainak baldin badira nanoteknologiaren onuradun posibleak, eta ez arriskua jaso dezaketenei garrantzia kentzen dieten multinazionalak, orduan probabilitate ebaluazioak arriskuaren ebaluazio gehienetan txikiagoak izaten dira (376. or.). Hori dela eta, egileen arabera, «arriskuaren istorioak memoria kolektiboan daude grabatuta» (378. or.), edo erabakiak hartzen dituenaren «emozionalki margotutako erabakitze-markoan» (372. or.).

Denak batera, ikusitako hamabost saiakerek interes berezia dute teknologiaren aztertzaile sozialarentzat. Egileek berrikuntza, instrumentazioa, erregulazioa eta pertzepzio publikoaren gaiak ukitzen dituzte. Esaten badugu erregulazioak eta pertzepzio publikoak TES teoriaren 'behe elizaren' ikusmoldera garamatzala, orduan baita ere esan dezakegu aktibismo-teoria konplexua hobeki ulertzen dela elkarrizketa horretan, eta ez soilik teoriaran arreta jarritz. Elkarrizketa multzoa zabaltzea espero dugu TES teoriaran, nanoteknologia garatuz

doan heinean behintzat. Kontsumo publikorako produktuak direnez, TESeko marko horiek kontuan hartzen dituzten kasu-ikerketak egitea garrantzi handikoa iruditzen zaigu.

Eskerronak

Eskerririk asko bibliografiaren datu basea biltzen lagundu digun Holly Kent-i (Lehigh University-ko Historia Saila). National Science Foundation-en laguntza ekonomiko parzial bati esker egin ahal izan dugu artikulurako ikerketa (CNS SES 0531146).¶

[Juan Bautista Bengoetxeak euskaratua]

-
1. Gure tesi sailkatzaile hori Zientzia eta Teknologiaren Ikasketekin (ZTI) erlazionaturiko iturrietan (aldizkarietan) oinarritzen da, besteak beste *Bulletin of Science, Technology and Society*; *Nanotechnology*; *IEEE Magazine of Technology and Society*; *Journal of Nanoparticle Research*; *Issues in Science and Technology and Medicine*; *Nature Nanotechnology*; *Public Understanding of Science*; *Risk Analysis*; *Science and Engineering Ethics*; *Science Communication*; *Science, Technology and Human Values*; *Social Studies of Science*; *Technology in Society*; *Technology Review*. ZTIri buruzko artikulua garrantzitsuen datu-base bat hementxe aurki dezakezue: <http://cf1.cc.lehigh.edu/nano/JournAuthorList.cfm>
 2. TES teoria ulertzeko abiapuntu klasikoa honakoa da: Wiebe Bijker, Trevor Pinch eta Thomas P. Hughes, arg.: *The Social Construction of Technological Systems* (Cambridge: MIT Press, 1987). Cutcliffen *Ideas, Machines, and Values: An Introduction to Science, Technology, and Society Studies* (Lanham, Md.: Rowman & Littlefield, 2000) liburuak ZTIren ikuspuntu orokorra ematen digu, eta Edward J. Hackett et al., arg.: *Handbook of Science and Technology Studies*, 3. arg. (Cambridge: MIT Press, 2007) testuak ZTIko artikulua bilduma eguneratua dakar. Azken liburu horretan oso interes handikoa da Daniel Barben, Erik Fisher, Cynthia Selin eta David H. Guston egileek idatzitako «Anticipatory Governance of Nanotechnology: Foresight, Engagement, and Integration» idatzia.
 3. Bereizketa horretarako, ikus Steve Fuller: «STS as Social Movement: On the Purpose of Graduate Programs», *Science, Technology & Society Curriculum Newsletter* 91 (1992ko iraila): 1-5, eta ondoko *Philosophy, Rhetoric, and the End of Knowledge: The Coming of Science and Technology Studies* (Madison: University of Wisconsin Press, 1993).

4. Michael Gorman: Levels of Expertise and Trading Zones: A Framework for Multidisciplinary Collaboration, *Social Studies of Science* 32 (2002): 933-38.
5. Harry M. Collins eta Robert Evans: The Third Wave of Science Studies: Studies of Expertise and Experience. *Social Studies of Science* 32 (2002ko apirila): 235-96.
6. Michael Mehta: Nanoscience and Nanotechnology: Assessing the Nature of Innovation in These Fields. *Bulletin of Science, Technology and Society* 22 (2002ko apirila): 269-73.
7. Aldrin Sweeney, Sudipta Seal eta Pallavoor Vaidyanathan: The Promises and Perils of Nanoscience and Nanotechnology: Exploring Emerging Social and Ethical Issues. *Bulletin of Science, Technology and Society* 23 (2003ko abuztua): 236-45.
8. Alexander Arnall eta Douglass Parr: Moving the Nanoscale and Technology Debate Forwards: Short-term Impacts, Long-term Uncertainty and the Social Construction. *Technology in Society* 27 (2005): 23-38.
9. Phil Macnaghten, Matthew B. Kearns eta Brian Wynne: Nanotechnology, Governance and Public Deliberation: What Role for the Social Sciences? *Science Communication* 27 (2005eko abendua): 268-91.
10. Chul-Joo Lee, Dietram A. Scheufele eta Bruce V. Lewenstein: Public Attitudes toward Emerging Technologies: Examining the Interactive Effects of Cognitions and Affect on Public Attitudes towards Nanotechnology. *Science Communication* 27 (2005eko abendua): 240-67.
11. Michael Cobb: Framing Effect on Public Opinion about Nanotechnology. *Science Communication* (2005eko abendua): 221-39.
12. Yongtae Park, Byungun Yoon eta Sungjoo Lee: The Idiosyncrasy and Dynamism of Technological Innovation across Industries: Patent Citation Analysis. *Technology in Society* 27 (2005): 471-85.
13. Cyrus Mody: Corporations, Universities, and Instrumental Communities: Commercializing Probe Microscopy, 1981-1996. *Technology and Culture* 47 (2006ko urtarrila): 56-80.
14. Ikus Erik Fisher, Roop L. Mahajan eta Carl Mitcham: Midstream Modulation of Technology: Governance from Within. *Bulletin of Science, Technology and Society* 26 (2006ko otsaila).
15. Matthew Kearnes: Chaos and Control: Nanotechnology and the Politics of Emergence. *Paragraph* 29 (2006): 57-80.
16. Kenneth Keller: Nanotechnology and Society. *Journal of Nanoparticle Research* 9/1 (2007): 5-10.
17. Christine M. Pense eta Stephen H. Cutcliffe: Risky Talk: Framing the Analysis of the Social Implications of Nanotechnology. *Bulletin of Science, Technology and Society* 27 (2007ko urria): 349-66.
18. Mary F. E. Ebeling: Mediating Uncertainty: Communicating the Financial Risks of Nanotechnology, *Science Communication* 29 (2008ko martxo): 335-61.
19. Holger Schutz eta Peter M. Wiedemann: Framing Effects on Risk Perception of Nanotechnology. *Public Understanding of Science* 17 (2008): 369-79.