

## HIZKUNTZAREN SUSTRAI BIOLOGIKOEN INGURUAN<sup>1</sup>.

Itziar Laka  
Hizkuntzalaritza eta Euskal Ikasketak Saila  
ELEBILAB psikolinguistika laborategia  
UPV-EHU

### 1. BIOHIZKUNTZALARITZA?

“We may regard language as a natural phenomenon  
–an aspect of biological nature, to be studied  
in the same manner as, for instance, his anatomy.”  
E. Lenneberg 1967 *Biological Foundations of Language*

Gizakiok hizkuntza dugu, saguzaharrek ekolokazioa, txoriek kantua. Saguzaharren ekolokazioa edo txorien kantua ikertzeko espezie horien biologiari begiratzen diogun legez, gizakion hizkuntz gaitasuna ulertzeko hizkuntzarako ezinbesteko diren moldaera biologikoei so egin behar diegu. Hizkuntza fenomeno naturala da, ez materiaz gaindiko dimentsio bateko izaki platonikoa. Truismo hutsa behar luke baieztapen honek, baina aitzitik ez du oraindik merezi duen arreta jaso gure zientzian eta kulturaren.

Iraganeko zenbait zientzialarik eta pentsalarik argi ikusi zuten hizkuntzaren sustrai biologikoaren garrantzia, baina salbuespenak dira horiek, hizkuntza oso-osoan eta berariaz sortutako eraikuntza kulturala dela esan eta sinetsi izan baita gehien bat mendebaldeko historian zehar. Salbuespen intelektual horien artean aipagarriena Charles Darwin bera dugu, *language is an instinctive tendency to acquire an art* idatzi zuena, eta haren aurretik Descartes, Condillac, Rousseau, Herder edo W. Humboldt, eta baita ere Darwinen garaikide eta ideia-iturri izan ziren hizkuntzalari konparatistak, hizkuntzalaritza modernoaren aintzindariak.

Hizkuntzak gure espeziean sustrai biologiko sakonak dituela erakusten duten ebidentzia ugari aurkitu izan dira azken urteotan, eta honek, alorren arteko intersekzio-esparru bat sortu du ikerketan, egile batzuek *biohizkuntzalaritza* izendatzen dutena (Jenkins 2000). Genetika molekularretik abiatu, neurozientzia kognitiboetan zehar

---

<sup>1</sup> Eskerrak eman nahi diot Ekaia aldizkariari, artikulua aurkezteko egin didan gonbiteagatik. Egilearen lanak UPV/EHUko GIU06/52, eta MECeko CSD2007-00012 ikerketa proiektuen babesari jaso du.

igaro eta hizkuntzalaritarainoko bidezidorra ireki du biohizkuntzalaritzak, eta bidezidor honek sorreraren galderara garamatza zuzenean. Izan ere, giza hizkuntz gaitasunaren oinarri biologikoei buruzko gogoetak nahitaez dakar hizkuntzaren sorrera eta eboluzioari buruzko ikerketa; gai biok elkarrekin bilbatuta daude, eta horrek azaltzen du azken hamarraldian hizkuntzaren eboluzioari eman zaion garrantzi zientifikoa, hain zuzen ere hizkuntzalaritzatik erbesteratuta zegoen galdera berbiztu eta biohizkuntzalaritzaren gune-guneko arazo bihurtu baita: nola sortu eta garatu zen giza hizkuntza? Urteen buruan, hizkuntzaren oinarri biologikoaz arduratzen den alorrarte honek geroz eta garrantzi handiagoa hartu du hizkuntzaren ikerketan, duela berrogeitahamar bat urte abian jarri zenetik.

Biohizkuntzalaritzaren ikuspegia 1950-1970 hamarraldietan sortu zen. Garai hartan erabateko iraultza gertatu zen giza zientzietan, paradigma-aldaketa osoa: behaviorismoa suntsitu, eta zientzia kognitiboak sortu ziren. Zientzia-iraultza hori irazeki zuten txinparten artean, hizkuntzari buruzko ideia berri bat aurkitzen dugu: hizkuntza ez da ekoizten dugun esapideen taldea, baizik eta esapide horiek sortzeko dugun gaitasun mentala. Bestela esan, hizkuntza buruan dugun kognizio-sistema da, gogoko izakia, burmuinekoa.

Hizkuntzak senezko ezaugarriak zituela aldarrikatu zuen 1959. urtean Chomsky izeneko hizkuntzalari gazte eta ezezagun batek, orduan psikologian nagusi zen behaviorismoaren pentsalaririk itzaltsuenaren, B.F. Skinnerren *Verbal Behavior* liburuari egin zion iruzkinean<sup>2</sup>. Iruzkin luze horretan, hizkuntz gaitasuna senezkoa dela, innatoa dela argudiatzen zuen Chomskyk, animalien etologia, hizkuntzaren jabekuntza eta haren egitura adibide erabiliaz. Hizkuntzaren senezkotasuna eta espezifikotasunari buruzko hipotesiaren deitura, *Gramatika Unibertsala* alegia, ez da inon aurkitzen 1959.eko iruzkinean. Deitura hori hogeitaz geroago azaldu zen<sup>3</sup>. Izena gorabehera, baina, senezkotasunaren hipotesia 1959.ean jaio zen: *sortzetiko (innate)* hitza hiru aldiz azaltzen da liburu-iruzkinean, behin animalien jokabidean gertatzen den *inpronta (imprinting)* jokabidea aipatzeko, eta birritan giza hizkuntzari buruzko eztabaidan, hizkuntz jabekuntzaren inguruan.

“Biohizkuntzalaritza” izena 1950. urtean erabili zen lehenengo aldiz, liburu baten izenburuan<sup>4</sup>, eta 1974. urtean berriz erabiltzen da ezagutza-alor askotako adituak bildu zituen konferentzia bat

---

<sup>2</sup> Liburu-iruzkin honek izan zuen eragin zientifikoaren kontaketa liburu askotan egin da, baina bereziki aipagarria da, duen edertasun eta argitasunagatik, Jonah Lehrerrek egiten duena, *Proust was a Neuroscientist* liburuaren 7. kapituluari, Gertrud Stein idazlea aitzaki literario hartuta. Ikus bukaerako bibliografia.

<sup>3</sup> Chomsky, N. (1981) *Lectures on Government and Binding*, Foris, Dordrecht.

<sup>4</sup> Meader, C. L. eta Muiskens J.H. (1950) *Handbook of Biolinguistics*, Toledo: H.C. Weller

izendatzeko. Biohizkuntzalaritzaren sortzaileen artean ezinbestekoa da Eric Lenneberg biologoa aipatzea, eta hark 1967.etan argitaratu zuen *Biological foundations of Language* liburua. Dena den, *biohizkuntzalaritza* izenak berehalako bultzada jaso du azken urteotan, batik bat Jenkinsen *Biolinguistics: Exploring the Biology of Language* argitaratu zenetik, 2000.ean. Izena gorabehera, asko dira gaur hizkuntzaren euskarri biologiko-neurologikoak aztertzen dituzten zientzialari, ikerketa-talde eta ikerlariak, eta hizkuntzaren ikerketak ezagutu duen hazkunderik nabarmenenetako bat alor honi dagokio hain zuzen ere<sup>5</sup>.

Artikulu honetan, biohizkuntzalaritza laburki aurkezten saiatuko naiz, eta hori egitean, hainbat ezagutza-alorrek hizkuntzaren ezagutzarako egin dituzten ekarpen garrantzitsu batzuk azalduko ditut. Bai hizkuntzalaritzan, nola psikologian, neurozientzietan, edo genetikan azken urteotan egindako zenbait aurkikuntzak hizkuntzaren arkitektura eta eboluzioa hobeto ulertzen laguntzen digute. Hizkuntzaren irudi erabat konplexua eskaintzen digute aurkikuntza hauek: giza hizkuntza ez da atal bakarreko ezaugarri edo moldaera zatiezina; ez da oso-osoan, eboluzioan gauetik egunera sorturiko berrikuntza. Aitzitik, hainbat atal edo adabakiz eraikitako gaitasuna da; atal horietatik batzuk oso zaharrak dira eboluzioaren ibilbidean; horiek, eboluzioan sarri gertatu den legez, gure espeziean erabilera berrietara moldatutak izango lirake; badira ordea, ikusiko dugunez, berriagoak diruditen moldaera edo kognizio-prozedurak, beharbada gudan bakarrik direnak.

## 2. HIZKUNTZA ETA GENETIKA.

“Hi hintzena, bi arraia zaharren gurutzaketa”.  
(B. Atxaga, “Hautsi da anphora”, Etiopia)

### 2.1. Geneak eta giza burmuina.

Genetika molekularrak gero eta itzal handiagoa dauka hainbat alorretan; guri dagokigunera hurbilduaz, hizkuntzarekin lotura duten neurogarapenean sortzen diren hainbat kognizio-arazoren ikerketan (dislexia, hizkuntzaren kalte espezifikoa, hizketa arazoak, Williams sindromea...) genetika molekularra ezin saihestuzko ezagutza-iturri dugu. Ikerlari eta talde asko arduratzen dira gaur egun kognizio-arazo hauen azpian dauden eragile genetikoak eta etiologikoak aztertzen. Azterketa hauen arrakastak diagnostikorako eta tratamendurako izan litzakeen onurez gain, geneek kognizioan duten

---

<sup>5</sup> Adibide gisa, ikus bedi Harvard Unibertsitatean sortu berri den *Biocomputation of language* alorrarteko eztabaida-gunea (<http://bcl.wjh.harvard.edu/index.php>)

eragina argitzen lagunduko digutela espero dugu. Hala ere, tentu handiz ibili beharreko bideak ditugu hauek, ezin baita pentsatu geneek kognizioan duten eragina modu zuzen eta lineal batean azaldu ahalko dugunik. Geneek ez dituzte jokabide edo kognizio-prozesuak zuzenean kontrolatzen; faktore erregulatzailerak, molekula seinalatzailerak, hartzailerak, entzimak eta beste hainbat horrelako sortzen dituzte, eta horiek denek sare konplexutan jarduten dute elkarlanean, inguruko eraginen menpe, burmuina sortu, garatu eta mantentzeko. Sistema biologikoen konplexutasun izugarriaz jabetu behar gara lehenik, genetika eta kognizioaren arteko harremana inoiz ulertuko badugu (Fisher 2006).

Ez dago, eta ez da egongo, "dislexiaren generik" edo "hizkuntzaren generik", baina dislexia edo bestelako hizkuntz kalteak jasateko joera handiagoa azaltzen duten aldagarri genetikoak badira, eta horiek identifikatzea oso garrantzitsua da, ez bakarrik diagnostikoan eta tratamenduan honek eskain dezakeen laguntzagarrik, baita ere burmuinean, kognizio arruntean eta hizkuntzan gertatzen diren prozesuak ulertzeko ezinbestekoak direlako (Fisher & Marcus (2006), Marcus & Fisher, (2003)).

Jakina denez, genomak antzekotasun handiak erakusten ditu espezieen artean. Giza genoma, garai batean espero zena baino "txikiagoa" da (2500 gene azken zenbaketetan), eta beste primateen genomekin erkatuta, espero zena baino "antzekoagoa". Gizakion geneak ez ziren ezerezetik sortu; haatik, gure geneen guztiz antzeko eboluzio-ibilbidea egin duten gene homologoak aurkitzen ditugu beste espezieetan, baita urruneko ditugun arratoian eta eulian ere, esaterako<sup>6</sup>.

Organismoen batasun genetikoa eta espezieen arteko kognizioak erakusten duen aldakortasuna biltzeko modu bat da pentsatzea, esaterako, giza kognizioaren garapenean ez dagoela aurretiazko espezifikazio handirik, eta primateen burmuin guztiak berdintsuak direla. Ikuspuntu honetatik, giza burmuina handiagoa eta malguagoa litzateke, ez besterik, beharbada mutazio xume gutxi batzuen ondorioa. Bestela esan, burmuinak ez luke aurretiazko espezifikazio askorik behar. Hauxe dugu Elmanek eta bestek *Rethinking Innateness* (1996) saiakeran defendatu izan duten ia innatizismo gabeko giza kognizioaren irudia.

---

<sup>6</sup> Geneek espezieen artean erakusten duten iraunkortasuna eder eta argi azaltzen zaigu alorrekoak ez garenoi ondoko hiru liburuotan: Jacob, F. (1997) *La souris, la mouche et l'homme*, Editions Odile Jacob, Paris [euskaraz *Sagua, eulia eta gizakia*, ZIO Bilduma 2, EHUko argitalpen zerbitzua, Bilbo 2003]; Sampedro, J. (2002) *Deconstruyendo a Darwin*, Drakontos, Editorial Critica, Barcelona; Carroll, S.B. (2005) *Endless Forms Most Beautiful. The New Science of Evo Devo*, W.W. Norton & Company, New York.

Baina biologia molekularrak eta neurozientziak erakusten diguten irudiaren arabera, innatismorik gabeko irudi hau ez da genetika eta kognizioaren arteko lotura azaltzen lagun dezakeen hipotesi bakarra, edo are egokiena.

Izan ere, azken urteotako lanetan, giza burmuinaren beste irudi ezberdin bat agertzen zaigu. Adibidez, *The Birth of the Mind* (Marcus, 2004) saiakeran, edo *The Cognitive Neurosciences* (Gazzaniga, 2004) erreferentzia liburuaren hirugarren argitalpenean, aurretiazko espezifikazio ugari daudela baieztatzen dute ikertzaileek, giza burmuinak berezko ezaugarri asko dituela, alegia. Adibidez, gero eta ebidentzia gehiagok erakusten dute giza burmuina ez dela ugaztun edo primateen burmuin orokor baten aldaera handiago edo azkarrago bat baino; aitzitik, gizakion eboluzio-ibilbidean egindako azken urratsetan gure burmuinak egitura- eta antolaketa-aldaketak jasan dituela ikasi dugu (Preuss 2004:19), eta gure kortexa enbriogenesiaren aro goiztiarrenetatik dagoeneko eremuka antolatzen dela jakin dugu (Garel & Rubenstein, 2004: 72).

Gure genoma eta txinpanzearen arteko antzekotasuna handia izanda, ezberdintasunek, txiki-txikiak izanik ere, eragin handia izan dezakete fenotipoan (ikus Ramus 2006 honi buruzko eztabaidarako).

Kortexaren eremu askotako materia grisaren hiru dimentsioko egiturak herentziaren eragin handia erakusten du (Thompson et al. 2001), eta ia egunero aurkitzen dira laborategietan honen erantzunkizuna duten geneak. Ezker eta eskuineko hemisferioen arteko asimetria giza enbrioak hamabi aste ditueneko antzematen da, dozena bat generen adierazpen-asimetria handien bitartez (Sun et al., 2005). Burmuinak jaiotzetik dakartzan aurretiazko espezifikazioen zerrenda handiagotuz doa egunetik egunera, eta espezifikazio horien iturri genetikoak gero eta ezagunagoak zaizkigu, hala gizakiongan nola gainerako espezieetan (Ramus 2006).

## *2.2. Genetika, burmuina eta hizkuntza.*

Hizkuntzaren garapenean gertatzen diren kalte eta arazoen ikerketak, genetika eta hizkuntzaren arteko lotura ulertzeko lehenengo argibideak eskaintzen dizkigu. Har dezagun garapen-dislexia adibide. Garapen-dislexia, irakurtzen ikastea gertatzen den arazoa dela esan ohi da. Hala ere, duela 30 urte hasi ginen konturatzen dislexia kasu gehien-gehienak ahozko hizkuntzako arazo bati zor zaizkiola: *kalte fonologikoa* deritzo arazoari, eta haren sintomak irakurtzen ikastea ikusgarrien egiten diren arren, kaltearen sorrera lehenagokoa da (Ramus, 2003; Snowling, 2000).

Dislexiak kategoria fonologikoen eraikuntza arrunta oztopatzen du, eta ondorioz hizkuntzaren fonema eta haren irudikapenaren (ortografiaren) arteko lotura egokia egiteko modua ere oztopatzen du. Jaioberritan egindako analisi batzuek iradoki dezakete ume batek dislexia izateko aurredisposiziorik ote duen ala ez, eta hezkuntza goiztiar eta berariazko baten bitartez senda daiteke fonologia eta ortografiaren arteko zubi hauskor hori, dagoeneko Finlandian egiten den legez. Familia eta bikien azterketek erakutsi dute dislexiak osagai genetikoa daukala (DeFries, Fulker, & LaBuda, 1987); dislexiarako lau gene hautagai daude, denak neuronen migrazioaren eta haren gidaritzaren erantzuletzat hartuak izateko.

Beraz, gaur badakigu geneak, burmuinaren garapena, burmuinaren arazoak eta kognizioaren kalteak zuzen loturik daudela dislexian. Kontuak honela, espero da dislexia izango dela hizkuntzan parte duten faktore genetikoei buruz laster argi gehien egingo digun hizkuntz arazoetako bat. Burmuinaren ezker hemisferioko eremu perisilvianoaren eraikuntzan parte hartzen duten geneak hobeto ulertzen ditugu alde batetik, eta eremu horrek hizkuntzaren fonema-eraikuntzan duen funtsezko lana gero eta argiago dago bestetik; mutur bi horiek lotzen direnean, geneek dislexia bezalako hizkuntz arazoetan duten erantzunkizuna hobeto ezagutuko dugu, eta ondorioz, baita geneek hizkuntzan duten eragina ere.

### *2.3. Hizkuntzaren kalte espezifikoak: FOXP2 genea.*

Hizkuntzaren kalte espezifikoak, edo gaur egun nazioartean *SLI* (*Specific Language Impairment*) izen-akronimoaz ezagutzen dena, gainerako kognizio-esparruetan garapen arrunta duten umeek erakusten duten hizkuntz jabekuntzako arazo berezi bat dugu. Eztabaida bizi-bizian dabil oraindik, ia garapen arazo hau hizkuntzaren esparrukoa ote den bakarrik ala esparru zabalagokoa, baina korapilo hori guztiz askatzen den artean (Van der Lely 2005), bada zer esanik hizkuntzari eragiten dion gaisotasun honen sustrai genetikoak. Izan ere, hemen dugu hizketa eta hizkuntz jabekuntzan eragina duen gene baten lehenengo ebidentzia zuzena.

FOXP2 genea 7 kromosoman kokatzen da, eta transkripzio-faktorea den proteina bat sortzen du. Genearen bi aleloetako baten mutazioa nahikoa da SLI hizkuntz kaltea eragiteko. SLI hizkuntzaren hiru atal nagusietan gauzatzen da, eta beraz kalte fonologikoak, morfologikoak eta sintaktikoak sortzen ditu. Hizkuntza eta FOXP2 genearen arteko lotura aurkitu izana, genetika molekularren aurrerapausuei zor zaio neurri handi batean, baina baita ere SLI gaisotasuna "odolean" zeraman familia baten azterketa artatsuari. Literaturan KE izenez ezagutzen da familia hau (Hurst et al. 1990). Familiaren hiru belaunaldi aztertu dira; belaunaldi bakoitzean ia senideen erdiak (15 denetara) hizkuntza arazo larriak dituzte, beste erdiak ez du inolako

arazorik. KE familia hau da orain arte hizkuntz garapenaren arazo honen herentzia argi erakusten duen familia dokumentatu bakarra, eta familiako kideen DNAREN azterketak ahalbidetu zuen mutazio zehatza aurkitzea: FOXP2 genearen sekuentzia-irabiaketa. Denbora gutxiren buruan, familiarekin inolako harreman genetikorik ez zeukan beste SLI gaixo baten DNAk FOXP2 genearen sekuentzia-irabiaketa handia zuela ikusi zen. Honek areago funtsatu zuen FOXP2 genea eta hizketa/hizkuntzaren artean harremanik badela, gaixo hauek ez baitute gainerako adimen arazorik azaltzen.

### 3. HIZKUNTZALARITZA ESPERIMENTALA

“Zaila da, askotan, ametsaren eta utopiaren liluran ez erortzea.  
Esperimentazioari esker, ordea, mugak jar dakizkioke irudimenari.”  
F. Jacob, *Sagua, eulia eta gizakia*

Lanabes berriak agertu zaizkigu hizkuntzaren ikerkuntzan, eta lanabes berri hauek, hizkuntza erabiltzen dugunean, denbora errealean gertatzen diren gogo-prozesuak zehazki aztertzea ahalbidetzen digute. Psikolinguistikaren alor berri eta kementsuak hainbat aurkikuntza harrigarri eskaini dizkigu, batik bat hizkuntz jabekuntzaren inguruan eta prozesamenduan gertatzen diren eragiketen ezagutzan. Aurkikuntzekin batera, badira galdera sortu berriak, hizkuntzaren izaera psiko/neurologikoa argitzen digutenak.

Hizkuntzalaritza teorikoak hizkuntza estatikoki ikusten du, eta hori beharrezkoa da ikuspegi hori haren egituraz jabe gaitzen: Calderren eskultura mugikor batean bezala, zintzilikatuta dago, denboratik at nolabait, atalka antolatuta. Hizkuntzalaritzak, hizkuntzaren berri emateko beharrezkoa dena aurkitu nahi du. Gero araka daitezke sustrai neuronal eta biologikoak, hizkuntzaren sistema osatzen dutenak. Nahikoa lan badago oraingoz hizkuntzaren egiturazko konplexutasuna aztertzen. Hizkuntzalaritza teorikoaren alorra ez da inolaz ere antzutu, eta izan ere oinarri biologiko eta neurologikoen ikerketak, galdera berriak ekartzen dizkio hizkuntzalaritza teorikoari (Etxepare eta Irurtzun 2007).

Giza hizkuntzak sortzetiko, senezko ezaugarri espezifikoak baldin baditu, horiei buruz dakiguna aztertzen hasteko garai egokian gaude, hipotesia aldarrikatu eta mende erdia igaro ondoan. Hona ekarri nahi ditut oraingoan Zientzia kognitiboetan hizkuntza artifizialak eta metodologia esperimentalak erabiliaz egindako lanetan egin diren zenbait aurkikuntza, hizkuntzaren diseinuari buruz argi egiten dutenak. Har ditzagun bada senezkotasuna eta espezifikotasuna eztabaidagai. Garrantzi handia du ezaugarri hauek sinonimoak ez direla azpimarratzeak. Lehenik, senezkoa denak ez du zertan esparru

batekiko espezifikoa izan behar. Esaterako, ezaugarri bat espezie batean senezkoa izan daiteke, baina ez du zertan espezifikoa izan. Bigarrenik, espezifikotasunak maila asko izan ditzake: espezie maila edo kognizio-esparru maila. Honela, ezaugarri bat gizakiongan espezifikoa izan liteke, baina honek ez du nahitaez hizkuntzarekiko espezifikoa egiten. Bereziki, hizkuntz espezifikotasunak, giza espezifikotasunaz gaindiko ebidentzia eskatzen du. Honek guztiak argi dirudien arren, sarri askotan nahastu egin eta egiten da eztabaidan. Bilatzen duguna da "the extent to which humans are innately endowed with specialized capacities to comprehend and produce speech."<sup>7</sup> (Ramus, Hauser, Miller, Morris & Mehler 2000).

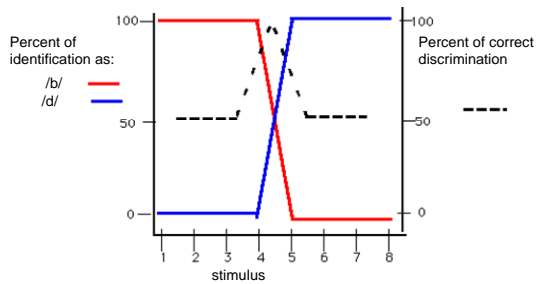
Dakigunez, badira hiztun izateko betebeharreko baldintzak, eduki behar diren kognizio-gaitasun batzuk, hizkuntz garapenaren hasierako unetik lanean dihardutenak. Beraz, hizkuntza bere osotasunean ulertu nahi badugu, mekanismo eta ezaugarri senezko horiek ezagutu behar ditugu. Baina ikusiko dugunez ezaugarri eta mekanismo horietako batzuk ez dira espezifikoa, ez espezie mailan ez eta kognizio-esparru mailan ere. Haatik, aurkikuntzaren ibilbidean hizkuntzako ezaugarri berezitat hartu izan dira ezaugarri horiek hasiera batean. Historiak eskaintzen digun lezioa, bada, argia da: hizkuntzazkoa soilik dirudien zerbaitekin topo egiten dugunean, hobe dugu ziurtatu egiak hizkuntzarekiko espezifikoa ote den lehenik, eta gure espezieari soilik ote dagokion ala ez.

### *3.1. Hizkuntzarako pertzepzio-mekanismo berezirik ba ote dugu?*

Har dezagun lehenengo adibidea, hizkuntzalarien eta biologoen artean baino, beharbada psikologoaren artean ezagunagoa dena: *pertzepzio kategorikoa* deritzon pertzepzio-mekanismoa. Ondoko grafikoan ikus dezakegu pertzepzio kategorikoa zer den. Grafikoaren oinean agertzen diren tarteek, kategoriatu beharreko hots-input desberdinen arteko distantzia akustikoa. Estimulu batetik besterako tarteak berdina da. Kategoriatzeko, hona gaiei egiten zaien galdera: entzuten duzun hotsa aurrekoaren berdina da?

---

<sup>7</sup> "zein neurritan datozen gizakiak hizketa sortu eta ulertzeko gaitasun espezializatuz horniturik sortzetik"



CATEGORICAL PERCEPTION OF /b/ AND /d/ (after Liberman et al. 1957)

Lieberman et al. 1957 lana iturri duen irudi honetan ikusten dugu nola jaiotzetiko ingelesdunek jarraitutasun akustikoan fonema berezi bi antzematen dituzten, kasu honetan /b/ eta /d/. Estimuluaren arteko tarte akustikoa proportzionalki berdina izan arren parametro akustiko guztiei dagokienez, (a) 1-4 estimuluak berdintsu, antzeko jotzen dituzte hiztunek, denak /b/ fonemaren adibide, eta (b) 5-8 estimuluak ordea, aurrekoen ezberdin eta haien artean berdin irizten dituzte, denak /d/ fonemaren adibide. Pertzepzioan ematen den aldaketa bat-batekoa da, marra batek zein besteak erakusten duten bezala. Hiztunaren belarrira, 4 estimulutik 5 estimulurako tartean soinua "aldatu" egiten da, kategoria batetik beste batera, nahiz jarraitutasun akustikoan esparru hori beste estimuluaren arteko tartean adinekoa izan. Grafikoen marrek irudikatzen dituzten malda gogorrak bat-batekotasun horren adierazgarri dira. Pertzepzio Kategorikoak (PK) kategoria barneko pertzeptzio-ezberdintasunak gutxiesten ditu, eta aldi berean kategoriaren "ertzetan" dauden ezberdintasunak handiesten. Gaur dakigunez, kognizioa oro har, bai gizakiona eta baita gainerako animaliena ere, pertzepzio kategorikoaren iragazkiaren bitartez eratzen da neurri handi batean<sup>8</sup>.

Hizkuntza giltzarri izan zen PKren aurkikuntzan. Liberman eta lankideek aurkitu zuten lehenengo aldiz (Lieberman et al. 1957), eta ikertzaile hauek uste zuten fenomeno honek frogatzen zuela hizketa-hotsaren pertzepzioa gainerako entzutezko estimuluak ez bezala antzematen dugula gizakiok<sup>9</sup>. Orduan pentsatzen zen bizitzan zehar jabetzen ginela PKz (ikasia zela, alegia, ez senezkoa), eta hizkuntzaren pertzepzioan soilik azaltzen zela efektu hau. Gerora ikusi zen (Eimas et al. 1971) 1-4 hilabeteko haurrek ere bazutela PK, eta beraz sortzetikoa dela, ez esperientzia bitartez garatua. Urte gutxiren buruan (Kuhl eta Miller 1975) txintxilak trebatu ahal izan zituzten /da/ eta /ta/ silaben arteko alde fonemikoa PK eredura bereiz

<sup>8</sup> Pertzepzio kategorikoak hizkuntzan duen eraginaren azalpen atsegin, zehatz eta jakingarri baterako, ikus bedi Yang (2006), 43-50 orrialdeak bereziki.

<sup>9</sup> Eta hau egia den arren, hizkuntzazko hotsek eta gainerakoek bide ezberdinak egiten baitituzte burmuinean, ez da egia, aurrera ikusiko denez, PK hizkuntza-hotsei bakarrik ezartzen zaienik.

zezaten. Ordutik hona lan esperimental askok erakutsi bezala, PK sortzetikoa da, baina ez da hizkuntzarako soilik, hizkuntzaren antzik ez duten estimuluetan ere aurkitzen da-eta (Harnad 1987). Izan ere, PK ez da gure espezieak bakarrik darabilen mekanismoa, kilkerrek ere PK araberako pertzepzioaren zantzuak erakutsi baitituzte (Wyttenbach et al. 1996)

PK mekanismoak ondo azal litzake hizkuntz kategorien zenbait ezaugarri formal, hala nola diskretutasuna. Fonemek, morfemek eta hitzek (baina ez hitzen esanhiek) erakusten duten diseinu-ezaugarri hau, ertz argikoa da eta zenbakien antzera bai-ala-ezko bereizketak egiten ditu, muga lausorik gabekoak. Adibidez, aurreko grafikoak ondo erakusten duen legez, fonemak diskretuak dira gure gogo-antolieran, nahiz oinarri akustikoa jarraia den. Era berean, izenak izen dira, eta ez daude izentasun jarraitutasun batean antolatuta: izen izatea bai-ala-ezko kontua da, ez gradazio arazoa, ez baitaude beste batzuk baino izenago diren izenak. Bestelako izaera dute hitzen esanhiek (kontzeptuek). Izan ere, maiz kategoria lausokoak dira, prototipikotasun efektuak erakusten dituzte, eta badira adibide onak eta hain onak ez direnak kategoria bakoitzaren barruan<sup>10</sup> (Rosch 1978).

Hizkuntz kategoriak (fonemak, hitzak, sintagmak) diskretuak dira, eta diskretutasuna gure organismoak sortzen du, ez dago kanpoko errealitatean. Beraz, PK mekanismoak gure hizkuntz kategoria-eraketan eragin erabakigarria dauka, baina sortzezkoa izanagatik, eta hizkuntzaren diseinurako guztiz garrantzizkoa izanagatik, ez da hizkuntzarekiko espezifikoa (ez eta ere gizakiarekiko espezifikoa). Honek ez dio interesik kentzen fenomenoari, noski, baina argi eta garbi, hizkuntza baino esparru zabalago batean jokutzen du, eta gizakiez gaindi espezie askotan aurki daiteke.

### *3.2. Hizkuntzaren musika.*

Har dezagun beste esparru bat, hau ere guztiz garrantzizkoa hizkuntz jabekuntzan: hizketaren ezaugarri erritmiko-prosodikoen pertzepzioa, edo bestela esan, "hizkuntzaren musika". Interesgarria da ikustea nola aurkikuntzaren ibilbidean, aurreko adibidearen antzeko eredia antzematen den: hasiera batean aurkitu zen jaio berriek oso ondo bereizten dituztela hizkuntza taldeak (amarena *versus* amarena ez dena) informazio erritmikoaren arabera: jaio eta ordu gutxitara egiten diren esperimenduek erakusten dute umeeek amaren hizkuntzari dagokion hizkuntza taldea ezagutzen dutela erritmo/prosodiari eskerrak (Mehler et al.1988, Cutler and Mehler

---

<sup>10</sup> Pentsa esaterako "txori" kontzeptua zer den: artatxoria txoria da, baina gure ziurtasuna arinduz eta urtuz doa oilo, pinguino edo ostroka bezalako adibideen "txoritasuna" irizterakoan.

1993, Ramus and Mehler 1999, Nazzi et al. 1998). Gaitasun hau lanean dabil jaiotzez, eta oso hautagai egokia dirudi hizkuntzarako soilik den mekanismoa izateko, hizkuntzak erakusten dituen ezaugarri prosodikoak ez baitira aurkitzen gainerako entzutezko input naturaletan.

Duela gutxi, baina, jakin dugu tamarin tximinoek (Ramus et al. 2000) eta arratoiek (Toro et al 2003, Toro 2005) kontraste erritmikoak antzeman ditzaketela laborategian trebatu ondoan, nahiz ez duten gizakiok bezain finki egiten. Berriz ere, hona hizkuntzarako nahitaezkoa den kognizio-gaitasuna, dirudienez gizakiona bakarrik ez dena, gainerako animalia batzuek gutxienez erakutsi izan baitute.

Espezifikoak diren hizkuntzarako moldaerak ba ote diren ala ez arazo enpirikoa dugu, eta ez dago inongo behar kontzeptualik izan daitezen. Gerta liteke hizkuntzako ezaugarri, elementu eta mekanismo guztiek bestelako jatorri eta hizkuntza baino orokorragoak diren kognizio-esparruen bitartez azaldu ahal izatea<sup>11</sup>. Aurkikuntza garrantzitsuak egiteko daude argitzeko zer mekanismo erabiltzen dituen gure espezieak, filogenetikoki zaharrak izanik era berezi batean garatu direnak. Normalean, hizkuntzarekiko espezifikoak diren ezaugarriei buruzko eztabaida bai-ala-ez arazo gisa planteatzen da, baina azpimarratu nahi nuke aurki genitzakeela eboluzioaren ondarean garatutako hizkuntza aurreko mekanismoetan, hau da, beste espezieekin partekatzen ditugun ezaugarrietan, gure espezieak ezarritako aldaketa txikiak, erabilera berezien ondorio diren moldaera- eta mekanismo-konbinazioak liratekeenak

Era berean, litekeena da gugandik bai genetikoki eta bai eboluzioaren ikuspegitik urrun samar dauden espezie batzuetan antzeko konponbide kognitiboak aurkitzea, batik bat elementu diskretoen kateatze konplexuak tartean direla, txori kantarien kasuan bezala, esaterako<sup>12</sup>.

Hizkuntzarako gertatu diren moldaerak bilatzeko bidean, bada, ondo berezi behar ditugu gainerako espezieekin partekatzen ditugun gaitasunak, eta hizkuntzazkoak bakarrik diren ezaugarriak. Hauser, Chomsky eta Fitchen hitzetan, "The empirical challenge is to determine what was inherited unchanged from this common ancestor,

---

<sup>11</sup> "None of this challenges Chomsky's long held conjecture that children are innately endowed with a universal grammar — a set of mental machinery that would lead all human languages to have a similar abstract character. But that shared abstract character may have as much to do with our lineage as vertebrates as with our uniquely human innovations. In Charles Darwin's immortal words, "throughout nature almost every part of each living being has probably served, in a slightly modified condition" in some ancestor or another."(Marcus 2006:1118)

<sup>12</sup> Ikus bedi, esaterako, Uriagereka (2007), txorien kantua eta Foxp2 genearen arteko loturaz.

what has been subjected to minor modifications, and what (if anything) is qualitatively new.<sup>13</sup> (2002: 1570).

### *3.3. Hizkuntzaren soinuak soinu baino gehiago dira.*

Bai Pertzepzio Kategorikoaren kasuan nola erritmoaren detekzioan, gizakiak trebeago agertzen dira gaitasunaren ahalmenari dagokionez, eta funtzio berrietan (hizkuntza) erabiltzen dituzte, objektu akustiko eta bisualak baino abstraktuagoan diren hizkuntz kategoriak eratzeko, hala nola fonemak edo hitzak.

Gure lana, moldaera hauek nola gertatu diren ulertzea da, nola eramán ditugun mekanismo hauek gainerako espezieek urratu gabeko bide batean zehar, hots, hizkuntzan zehar, zentzu-pertzepziotik urrunago dauden kategoriak eta irudikapenak eratzeraino.

Azter dezagun fonemen jabekuntza sakonago, honen adibidea litekeen fenomeno bat ikusi ahal izateko. Kilkerrek eta txintxilek PK esperiméntuetan trebatu ondotik egiten dutena diskriminazio akustikoa da, baina ez fonema-bereizketa, hain zuzen ere. Haurrak, ordea, fonema-diskriminaziorako gaitasun guztiz landua azaltzen dute berez, garapenaren hasiera-hasieratik. Honela, inguru japonieradun batean jaiotako haurrek ondo bereizten dituzte lehenengo hilabeteetan, /r/ eta /l/ kategoriak, nahiz bereizkuntza hori ez den japonieraz erabilgarria, eta inguruan dituzten helduak bereizkuntza hori egiteko gai ez izan.

Werker and Tees (1984) ikertzaileek erakutsi zuten haurrak hamar hilabete inguruan "espezializatu" egiten direla inguruan duten hizkuntzan axolazko diren fonema-bereizkuntzetara, eta prozesu horren ondorioz, inguruan dituzten helduen antzeko egiten direla, lehenago bereizten zituzten fonema-kategoriak antzemateko gaitasuna galduaz, hau da, horiekiko "gor" bihurtuaz. Dakigunaren arabera, espezialtze prozesu hau gizakiongan gertatzen da bakarrik. Dirudenez, gizakiok egiten duguna areagoko kategoria-eraikuntza bat da: oinarrizkoa den entzumen-gaitasunaren ganean, irudikapen maila abstraktuago bat eratzeko gai gara. Oraindik ez dakigu noraino diren antzeko edo ezberdin animalien fonema-diskriminaziorako gaitasuna eta gizakiona, baina antzekotasuna norainokoa izan gorabehera, argi da gizakiok hortik abiatuta harantzago egiten dugula bidea, fonema bezalako hizkuntz kategorietaraino, eta animaliek ez.

---

<sup>13</sup> "Erronka enpirikoa da determinatzea zer jaso genuen arbaso komun honengandik aldatu gabe, zerk jasan dituen aldaketa txikiak, eta (ezer balego) zer den kualitatiboki berria"

#### 4. EBOLUZIOAREN ARBOLAREN ADARRAREN PUNTAREN PUNTAN: ERREKURTSIOA.

Egun dakigunagatik, sintaxiak dirudi hizkuntz sistemako atalik berrien eta bereziena, eta hizkuntzaren atal honek sortzen ditu eztabaidarik biziena hizkuntzaren eboluzioa aztertzen dutenen artean. Honen arrazoia sintaxiak erakusten duen hierarkiazko egituraketa, osagai-egitura eta errekurtsibitatea ditugu. Gramatikak duen izaera konbinatoriala eta errekurtsiboa giza hizkuntzaren ezaugarrien artean garrantzitsuenak ditugu.

Berriak ote dira ezaugarri horiek? Animaliek ba ote dituzte ezaugarri formal horiek haien konputazio mentaletan, hizkuntzarik izan ez arren, ala giza konputazioaren zantzuak ditugu hauek? Ikusiko dugunez, duela gutxi buruturiko ikerketa esperimental batzuen argitara, galdera horien erantzunak baiezko behar luke: ikerketa hauek iradokitzen dutenez, sintaxia deritzogun gaitasun konputazionala eboluzioan gure senide hurbilenak direnetan ez da aurkitzen, eta gure burmuinean neokortexaren atalik berriek hartzen dute sintaxiaren prozesamenduaren kargu.

Beraz, mugi gaitzen sintaxiaren esparrura, zentzu-pertzepziotik urrunen dagoen hizkuntz atalera. *Egitura Sintaktikoak* (Chomsky 1957) liburuko argumentu nagusietako bat gogoratzen hasiko gara: giza hizkuntzen ezaugarri funtsezkoa da osagai-egitura, osagaien araberako egitura alegia. Hizkuntz teoria batek ezaugarri hau bildu behar du nahitaez egokia izango bada. Oroit gaitzen han ematen zen arrazoibidez, laster garrantzizkoa izango da-eta gure aurkezpenerako: hizkuntza ezin deskriba daiteke osagai egiturarik ez duen eredu baten bitartez. Adibidez, giza hizkuntzaren sintaxia ezin deskriba daiteke Egoera Finituko Gramatika baten bitartez (EFG). EFG batean, hizkuntza puskak sortzen goaz, sistemak eskaintzen dituen bideak erabilia egoera/hitz batetik beste igoera/hitz batera igaroz. Hau hala egiten da bidearen azken egoera/hitzera heldu arte.

(2) Egoera Finituko Gramatikaren adibide eskematikoa:

Honelako gramatika-eredu batek ez digu inolako osagai-egiturarik eskaintzen, eta hau arazo larria da gure helburua giza hizkuntzaren nolakotasuna azaltzea bada. *Egitura Sintaktikoak* liburuan zehazki erakusten zen ingelesaren zenbait egitura ezin zitezkeela egoera finituko automaten bidez bildu. Giza hizkuntzen egiturek Errusian ezagunak diren *matriuska* izeneko panpinen itxura dute neurri handi batean: aukera dago osagai bat beste osagai baten barnean behin eta berriz biltzeko, oroimenak, denborak edo neke fisikoak bakarrik ezartzen dutelarik muga. Gramatikak ordea ez du prozesuan murriztapenik ezartzen.

(3) [[[aldapeko] sagarraren] adarraren] puntan]

Sintagma/osagai bat (*aldapeko*) beste sintagma/osagai baten barruan dugu (() *sagarraren*), eta sintagma hori aldiz beste baten barruan ((()) *adarraren*) eta berriro ere (((()))*puntan*). Euskaldun denak badaki beste behin ere egin litekeena; hona gure matriuska txikiak, bata bestearen barruan gordeta. Ikusi dugun hau, noski, ez da ingelesak edo euskarak duten ezaugarri bitxia, baizik eta giza hizkuntzaren ezaugarri unibertsala. Ezaugarri honen izena *errekurtsioa* da, eta egun dakigunaren arabera, esparru honetan aurkitzen ditugu hizkuntzaren berritasun espezifikoaren zantzurik fidagarrienak. Hau, da, osagai egitura eta errekurtsioa ditugu, dirudenez, espezie- eta esparru-espezifikotasunaren baldintzak betetzen dituzten giza hizkuntzaren ezaugarriak.

Fitch eta Hauser (2004) ikertzaileek finkatu nahi izan dute ea primateek gaitasunik ote duten osagai egituraz jabetzeko. Hizkuntza artifizial bi irakatsi zizkieten tamarin tximino talde ezberdin biri. Hizkuntzen arteko alde bakarra osagai-egitura zen: hizkuntzetako bat egoera finituko hizkuntza zen, osagairik gabea, hitz bat besteari lotzen zitzaion lepokoa bezalakoa; beste hizkuntzak giza hizkuntzaren antza gehiago zeukan, osagaiak baitzeuzkan, ez zen egoera finituko hizkuntza. Fitchek eta Hauserrek aurkitu zuten tximinoek, denbora eta trebakuntzaren ondotik, lortzen zutela ezagutzea zein ziren segida gramatikalak eta zein segida ezgramatikalak egoera finituko hizkuntzaren kasuan, baina, denbora eta trebakuntza gorabehera, ezin zutela osagai egituradun hizkuntzarako gramatikaltasun bereizketarik egin.

(4)

Haien lanetik hartu dugun (4) grafikoan agerian dago gizataldeak ondo bereizten zituela hizkuntza mota bietako segida gramatikalak eta ezgramatikalak. Kontrol-taldea esaten zioten talde honi. Tximinoek aldiz, nahiko ondo bereiz zitzaketen segida gramatikalak eta ezgramatikalak Egoera Finituko Gramatikan (FSG grafikoan, eskumako goialdea), baina ez Osagai Egitura zeukan Gramatikaren kasuan (PSG grafikoan, eskumaldeko beheko grafikoa).

Aurkitu ote dugu giza kognizioaren ezaugarri espezifiko bat? Aurkitu ote dugu giza hizkuntzaren ezaugarri espezifiko bat? Galdera honi erantzun ahal izateko, gehiago jakin behar dugu. Adibidez, jakin behar dugu ea gizakiok ote garen osagai egituraz jabe egin gaitzkeen bakarrak, osagai-egitura baita giza hizkuntzaren errekurtsio-ahalmenaren funtsa (Chomsky 1995). Gentner et al. (2006) lanak diosku zozoek errekurtsioa konputa dezaketela haien kantuan. Oraingoan ez naiz azterketa honen azalpenean eta eztabaidan luzatuko, baina labur bada ere esan dezadan ez dagoela oraindik argi zozoek esperimendu honetan egin dutena konputazio errekurtsiboa den ala zenbaketa; horixe da izan ere Fitch eta Hauser ikertzaileek azaltzen duten zalantza (2004:378): "Because limited output from a PSG can always be approximated by a more complicated FSG (at the limit, a memorized list of exemplars), it is difficult to prove conclusively that subjects have learned the former. This is equally true for human or animal subjects. However, failure to master a grammar (as demonstrated by a failure to distinguish grammatical from ungrammatical strings) can be empirically confirmed. Of course, such a failure could occur for myriad reasons, and it is thus imperative to demonstrate success on a similar task, matched in all extraneous respects, before concluding that particular computational constraints are at work." Dena den, txori kantarien konputazio mentalak erabat interesgarriak dira gai honi dagokionean, haien kantuak luzeak eta egituratuak direlako, eta zenbait espezetan

kantuaren jabekuntzak kortexean duen irudikapenak antz interesgarriak erakusten baititu giza hizkuntzarekin erkatutakoan (Bolhuis and Gahr 2006, Uriagereka 2007).

Bada beste biderik osagai-egitura gizakion eta hizkuntzaren ezaugarri espezifikoa ote den ikertzeko: giza burmuinak modu bereziren batean prozesatzen duen aztertzea, alegia. Neuroirudi-teknikak erabili dituzten ikerketa garrantzitsu bik iradokitzen digute horrela litekeela. Musso et al. (2003), eta Friederici et al. (2006) lanetan azaltzen diren esperimentueta gizakiei gramatika artifizial mota bi irakatsi zitzaizen: bata giza hizkuntza bezalakoa zen, osagai egituraduna, eta bestea estatu finituko gramatika, osagai egitura gabea (aurreko esperimentuaren antzera). Ikusi nahi zuten nola erreazionatzen zuen giza burmuinak horien aurrean. Musso eta lankideek (2003) jaiotzetiko alemaniera-hiztunei italierazko eta japonierazko egiturak irakatsi zizkieten, batetik, eta bestetik osagai-egiturarik gabe eraturako hiru italialako eta japonialako egitura, benetakoak diren hizkuntza horietako hitzak erabiliaz. Adibidez, egitura eznaturalak batek ezeztapen-hitza perpausaren hirugarren hitzaren ondotik kokatzen zuen:

(5) Ezeztapen-egitura italialako hizkuntza ez naturalean:

*Paolo mangia la no pera*  
Paolok jan determinatzailea ez madari  
"Paolok ez du madaria jaten"

Erregela erraza da, baina ez dago honela jokatzeko duen giza hizkuntzarik, hitzen kontaktan oinarritzen baita, eta ez osagaian. Beraz, egitura erraza eta konsistentea da, zailtasunak edo konplexutasunak ez du eragozten erregela ikastea. Ikertzaileek aurkitu zuten egitura hauen bortxaketetan hizkuntza naturalak Broca eremuko esparrua areago aktibatzen zuela, hizkuntza eznaturalak baino. Friederici eta lankideek (2006) antzeko emaitzak lortu zituzten; egoera finituko hizkuntzaren bortxaketek *frontal operculum* deritzon burmuin-eremua aktibatzen zuten, baina osagai egituradun gramatikaren bortxaketek, gainera, Broca eremua aktibatzen zuten, aurrekoan ez bezala. Honela azaltzen dituzte ondorioak: "Results indicate a functional differentiation between two cytoarchitecturally and phylogenetically different brain areas in the left frontal cortex. The evaluation of transitional dependencies in sequences generated by an FSG, a type of grammar that was shown to be learnable by non-human primates, activated a phylogenetically older cortex, the frontal operculum. In contrast, the computation of hierarchical dependencies in sequences generated according to a PSG, the type of grammar characterizing human language, additionally recruits a

phylogenetically younger cortex, namely Broca's area (BA 44 45)."  
(Friederici et al. 2006: 2460)<sup>14</sup>

Gramatika errekurtsiboa konputatzen duen burmuin-eremua filogenetikoki berriagoa da egoera finituko harremanak konputatzen dituen eremua baino. Honek iradokitzen du litekeena dela ezaugarri hau hizkuntzazkoa eta primateen artetik gizakiongan bakarrik garatu den gaitasuna izatea. Oraindik ikerketa gehiago egin beharko dira iradokizun hauek egiaztatzeko, baina oraingoz dugun irudiak erakusten digu litekeena dela gizakion hizkuntzarako gaitasunean badela zer berririk, hau da, badela eboluzioaren ibilbidean gudan sorturiko ahalmen konputazional berezirik.

Hortaz, giza hizkuntza bere osotasunean hartzen dugunean, eboluzio-ibilbide luzea egin duten mekanismoak aurkitzen ditugu, beste espezieekin partekatzen ditugunak, baina horien ondoan, hizkuntzarako bereziki areago trebatu edo espezializatu diren kognizio-mekanismoak badauzkagu, dirudienez, gizakiongan bakarrik eta hizkuntzarako bakarrik sortu diren kognizio-meknismo bereziak alegia.

## BIBLIOGRAFIA

- Baker, M. (2001). *The Atoms of Language*, Basic Books, New York
- Bolhuis J. and M. Gahr (2006) Neural mechanisms of birdsong memory *Nature reviews neuroscience* Vol 7, 347-357
- Chomsky, N (1959) "Review: B.F. Skinner's Verbal Behavior", *Language* 35: 26-58.
- Chomsky, N. (1957) *Syntactic Structures*, Mouton, The Hague.
- Chomsky, N. (1966). *Cartesian Linguistics: a Chapter in the History of Rationalist Thought*. New York: Harper & Row.
- Chomsky, N. (1986) *Knowledge of Language: Its Nature, Origins and Use*, Praeger, New York.
- Chomsky, N. (1995) *The Minimalist Program*, Cambridge: The MIT Press.
- cognitive scientist *Cognition* 101, 247–269.

---

<sup>14</sup> "Emaitez bereizketa funtzibala erakusten dute zitoarkitekturaren aldetik eta filogeniaren aldetik desberdinak diren eta kortex frontalaren ezker aldean dauden bi burmuin-eremuren artean. Frogatu den bezala, gizakiak ez diren primateek ikas dezakete FSG bezalako gramatika bat. Beraren barruan aztertu diren trantsizio-harremanen ebaluazioak filogenian zaharragoa den kortex bat aktibatu zuen, operculum frontala, hain zuzen. Aitzitik, Osagarri Egitura Gramatika baten arabera sorturiko hierarkiazko mendekotasunen konputazioak, giza hizkuntzaren zantzu denak, erantsi egiten du filogenian berriagoa den kortex-eremua, Broca eremua (BA 44 45)"

- Cutler, A. & Mehler, J. (1993) The Periodicity Bias. *Journal of Phonetics*, 21, pp.103-108.
- DeFries, J. C., Fulker, D. W., & LaBuda, M. C. (1987). Evidence for a genetic aetiology in reading disability of twins. *Nature*, 329(6139), 537–539.
- Eimas, P. D., Miller, J. L., and Jusczyk, P. W. (1987). On infant speech perception and the acquisition of language. In S. Harnad, Ed., *Categorical Perception: The Ground Work of Cognition* Cambridge: Cambridge University Press, pp. 161–195.
- Eimas, P.D., Siqueland, E.R., Jusczyk, P.W., and Vigorito, J. (1971) Speech perception in infants. *Science* 171: 303-6.
- Elman, J. L., Bates, E. A., Johnson, M. H., KarmiloV-Smith, A., Parisi, D., & Plunkett, K. (1996). *Rethinking innateness: A connectionist perspective on development*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Etxepare, R. eta A. Irurtzun, 2007, "Noam Chomsky: gramatikaren teoria eta hizkuntzaren filosofia", in *Gogoa VII-1*, 21-84 or.
- Fisher, S. & Marcus, G. (2006) "The eloquent ape: genes, brains and the evolution of language" *Nature Review Genetics* Vol. 7, pp. 9-20.
- Fisher, S. E. (2006) Tangled webs: Tracing the connections between Fisher, S. E., & Marcus, G. F. (2006). The eloquent ape: genes, brains and the evolution of language. *Nature Reviews Genetics*, 7, 9–20.
- Fitch, T.W. and M. D. Hauser, M. D. (2004) "Computational Constraints on Syntactic Processing in a Nonhuman Primate", *Science* VOL 303 16 January, 377-380.
- Friederici A., Bahlmann J., Heim S., Schubotz R., and Anwander A. (2006) The brain differentiates human and non-human grammars: Functional localization and structural connectivity, *PNAS*, February 14, vol. 103, no. 7, 2458–2463
- from Grammatical-SLI. *Trends in Cognitive Sciences* 9, 53–59
- Garel, S., & Rubenstein, J. L. R. (2004). Patterning of the cerebral cortex. In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences III* (pp. 69–84). Cambridge, MA: MIT Press.
- Gazzaniga, M. S. (Ed.). (2004). *The cognitive neurosciences III*. Cambridge, MA: MIT Press.
- genes and cognition *Cognition* 101, 270–297.
- Gentner, T. Q., Fenn, K.M. Margoliash D. Nusbaum H.C. (2006) Recursive syntactic pattern learning by songbirds *Nature* 440 1204-1207.
- Harnad, S. (ed.) (1987) *Categorical Perception: The Groundwork of Cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Hauser, M.D., Chomsky N. and Fitch, W.T. (2002) The faculty of Language: what is it, who has it, and how did it evolve?. *Science* 298, 1569-1579.
- Hurst, J.A. et al. (1990) An extended family with a dominantly inherited speech disorder. *Dev. Med. Child Neurol* 32, 352–355
- Jenkins, L. (2000) *Biolinguistics: Exploring the Biology of Language*, Cambridge University Press, Cambridge.

- Kuhl, P. K., & Miller, J. D. (1975). Speech perception by the chinchilla: Voiced-voiceless distinction in alveolar plosive consonants. *Science*, 190, 69-72.
- Kuhl, P.K. (1987). The special mechanisms debate in speech research: Categorization tests on animals and infants. In S. Harnad (Ed.), *Categorical perception: The groundwork of cognition*. (pp. 355-386). Cambridge: Cambridge University Press.
- Lehrer, J. (2007) *Proust was a Neuroscientist*, Houghton-Mifflin, New York.
- Lieberman, A. M., Harris, K. S., Hoffman, H. S. and Griffith, B. C. (1957). The discrimination of speech sounds within and across phoneme boundaries. *Journal of Experimental Psychology* 54: 358 - 368.
- Marcus, G. (2006) Startling Starlings, *Nature* Vol 440 27 April, 1117-1118.
- Marcus, G. F. (2004). *The birth of the mind: How a tiny number of genes creates the complexities of human thought?* New York: Basic Books.
- Marcus, G. F., & Fisher, S. E. (2003). FOXP2 in focus: what can genes tell us about speech and language?. *Trends in Cognitive Sciences* 7, 257-262.
- Mehler, J., Jusczyk, P., Lambertz, G., Halsted, N., Bertoncini, J. & Amiel-Tison, C. (1988). A Precursor of Language Acquisition in Young Infants, *Cognition*, 29, pp.143-178.
- Meltzoff A.N. and Printz, W. (2002). *The Imitative Mind: development, evolution and brain bases*, Cambridge U. Press.
- Miyawaki, K., Strange, W., Verbrugge, R. R., Liberman, A. M., Jenkins, J. J., & Fujimura, O. (1975). An effect of linguistic experience: The discrimination of (r) and (l) by native speakers of Japanese and English. *Perception and Psychophysics*, 18, 331-340.
- Musso M., Moro A., Glauche V., Rjintjes M., Reichenbach J., Büchel C. and Weiller C. (2003). Broca's area and the language instinct, *Nature Neuroscience* Vol. 6, No. 7 774-781.
- Nazzi, T., Bertoncini, J. & Mehler, J. (1998). Language Discrimination by Newborns. Towards an understanding of the role of rhythm. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, pp. 1-11.
- O'Donnell, T.J., Hauser M.D. and Fitch T. W. (2005) Using mathematical models of language experimentally *Trends in Cognitive Sciences* 9-6 284-289.
- Piattelli-Palmarini M. (2002) "The barest essentials" *Nature*, Vol 416, 14 March, p.129.
- Piattelli-Palmarini, M. (1994). Ever since language and learning: afterthoughts on the Piaget-Chomsky debate. *Cognition* 50: 315-346
- Piattelli-Palmarini, M. (ed.) (1980) *Language and Learning: the debate between Jean Piaget and Noam Chomsky*, Cambridge: Harvard University

Preuss, T. M. (2004). *What is it like to be a human?* In M. S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences III* (pp. 5–22). Cambridge, MA: MIT Press.

Ramus, F. & Mehler (1999) Language identification with suprasegmental cues : A study based on speech resynthesis. *Journal of the Acoustical Society of America*, 105, pp. 512-521.

Ramus, F. (2003). Developmental dyslexia: specific phonological deficit or general sensorimotor dysfunction? *Current Opinion in Neurobiology*, 13(2), 212–218.

Ramus, F. (2006) Genes, brain, and cognition: A roadmap for the

Ramus, F., Hauser, M. D., Miller, C., Morris, D. & Mehler, J. (2000) Language discrimination by human newborns and by cotton-top tamarin monkeys. *Science*, 288, pp. 340-351.

Rosch, E., (1978) "Principles of Categorization", pp.27-48 in Rosch, E. & Lloyd, B.B. (eds), *Cognition and Categorization*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, (Hillsdale).

Sebastián-Gallés, N. (2006) "Native-language sensitivities: evolution in the first year of life." *TRENDS in Cognitive Sciences* Vol.10 No.6, 239-241

Skinner, B.F. (1957) *Verbal Behavior*, Acton, Massachusetts: Copley Publishing Group.

Snowling, M. J. (2000). *Dyslexia* (2nd ed.). Oxford: Blackwell.

Sun, T., Patoine, C., Abu-Khalil, A., Visvader, J., Sum, E., Cherry, T. J., et al. (2005). Early asymmetry of gene transcription in embryonic human left and right cerebral cortex. *Science*, 308(5729), 1794–1798.

Thompson, P. M., Cannon, T. D., Narr, K. L., van Erp, T., Poutanen, V. P., Huttunen, M., et al. (2001). Genetic influences on brain structure. *Nature Neuroscience*, 4(12), 1253–1258.

Tomasello, M. (2004) "What kind of evidence could refute the UG hypothesis?" *Studies in Language* 28:3 (2004), 642-645.

Toro, J.M. (2005) La extracción de regularidades rítmicas y estadísticas del habla en ratas, Universidad de Barcelona, PhD Dissertation.

Toro, J.M., Trobalón, J.B., Sebastián-Gallés, N. (2003). *The use of prosodic cues in language discrimination tasks by rats*. *Animal Cognition* 6; 131-136

Uriagereka, J. (2007) "Chimpancé+Jilguero= Humano? Sobre la evolución de la facultad del lenguaje" *Divulgación, CICNETWORK*, Biogune, 18-21.

Uriagereka, J. (2007) Chimpancé + Jilguero = ¿Humano? Sobre la evolución de la facultad del lenguaje, *CICNetwork*, Biogune, 18-21

Van der Lely, H.K. (2005) Domain-specific cognitive systems: insight Werker, J.F. and Tees, 1984. Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development*, 7, 49-63.

Wytttenbach R. A. May M.L., Hoy R.R. (1996) Categorical Perception of Sound Frequency by Crickets. *Science* 273, 1542-1544

Yang, C.D. (2002) *Knowledge and Learning in Natural Language*, Oxford University Press, Oxford.

Yang, C.D. (2004) "Universal Grammar, statistics or both?" *TRENDS in Cognitive Sciences* Vol.8 No.10, pp. 251-256.

Yang, C.D. (2006) *The Infinite Gift. How Children learn and Unlearn the Languages of the World*, Scribner, New York.