

EUSKAL GRAMATIKA PROZESATZEN: HASTAPENETAKO ZENBAIT EMAITZA

Itziar Laka (EHU)

Kepa Erdozia (EHU)

Adam Zawiszewski

(Max Planck Institute for Human Brain and Cognitive Sciences-Leipzig)

1. Sarrera: hizkuntzalaritza eta neurozientziaren arteko zubia eraikitzen.

Azken hogeitun urteotan, (neuro)zientzia kognitiboak osatzen dituzten alorretan aurrerapen handiak egin dira giza hizkuntzaren oinarriko diseinu-ezaugarriak zein diren eta hizkuntza garunean nola itxuratu eta prozesatzen den ulertzeko bidean. Ildo honi jarraiki, gure lanak hizkuntzalaritza teorikoa eta metodologia esperimentalak uztartzen ditu, hizkuntzaren ikerketan aurrera egiteko asmoz. Garunean mota desberdinetako hizkuntzak nola itxuratzen eta prozesatzen diren argitzen lagundu nahi dugu, gai hori argitzen den neurrian argituko baita zertan bereizten diren, bereizten ote badira, hizkuntzaren euskarri neuraletako eta prozesamenduko egitura edo mekanismo unibertsalak batetik, eta hizkuntzen ezaugarrien arabera diren gertakariak bestetik. Ikerketa alor honek, beraz, hizkuntzalaritza teorikoaren eta hizkuntzaren neurokognizioaren ikerketaren arteko zubia eraikitzen laguntzeko xedea du.

Gizakion garuna eta nerbio sistema askotariko informazioa prozesatzeaz arduratzen da. Hizkuntza bera, izan ere, mekanismo biologikoen bidez prozesatzen dugu. Belarrietatik edota begietatik sartzen zaigun hizkuntz informazioak sortzen dituen eragiketa kognitiboek gure garunaren lana islatzen dute. Hizkuntz eragiketen euskarri fisikoak (sare neuralak) ezagutzeko eta ulertzeko sortzen ditugun modeloak eta teoriak, bada, garunarekin uztartu behar ditugu, han baitu egoitza giza hizkuntzak. Hizkuntzari buruzko teoria zientifikoek egiten dituzten iragarpenak garunaren lanean nola gauzatzen diren aztertzeko gai izan behar dugu (Münste et al.

2000). Egungo hizkuntzalaritza teorikoa eta prozesamenduari buruzko hipotesiak eskutik doaz beren helburuen atzetik. Izan ere, hizkuntz prozesamenduak hizkuntzaren itxurapen neurala eta erabilera azaldu nahi badu, hizkuntzaren ezagutza erabiltzen dugunenean gertatzen diren prozesu kognitibo (Chomsky 1986) eta biologikoen berri eman beharko du (Grodzisky 2003) nahitaez.

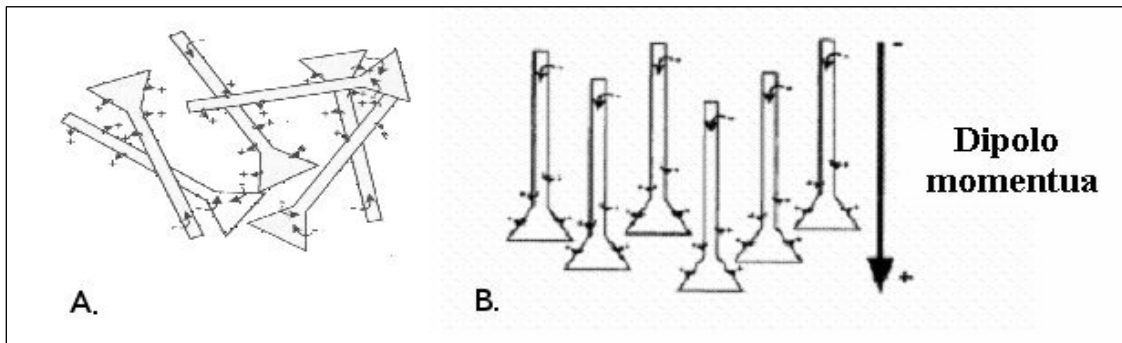
2.- Jarduera elektrikoa gogo-funtzioen erakusgarri.

Garuneko neurona taldeen jarduera post-sinaptikoek potentzia elektrikoaren aldaketak eragiten dituzte; potentzia elektrikoaren aldaketa horiek neurtzen baditugu, garunaren konputazioa aztertzeko bide bat daukagu. Karga elektrostatikoa materiaren oinarritzko ezaugarri bat da; elektrikoki kargatutako gorputzak, protoiez, elektroiez, eta ioiez osatuta daude. Karga elektrikoak mugitzen direnean korrante elektrikoak sortzen dira (Munte et al., 2000). Korrante elektriko horiek zelulen barnerako eta kanporako isurian zehar erraz eroaten dira. Isuri horretan, elektrikoki kargatutako ioiak lerratzen dira, dipoloak osatuz.

Baina nola aldatzen da gure garuneko neurona multzoek sortzen duten korrante elektrikoa? Neurona gehienek antzeko funtzionamendua dute, ioien aurrean zelula-mintza nahikoa iragazgaitza baita. Hala ere, sinapsien ondorioz neurotransmisoreek zenbait proteinen ioiak zelula mintzetan lerratu eta neurona barrura igarotzen dituzte. Ioiek, zelulan sartzean, zelulen karga elektrikoaren polaritatea aldatzen dute; polaritate positiboa zuen dipoloari polaritate negatiboa ematen diote eta alderantziz. Ondorioz, buruko larru-azal gaineko elektrodoek antzematen dituzten dipoloen polaritate aldaketak, neuronen jarduera post-sinaptikoaren ondorioa dira. Beraz, ioien kontzentrazio-maila neuronan mintzen artean igarotzean sortzen den korrante ioniko mikroskopiko primarioak sortzen ditu buru-azalean makro-elektrodoen bidez grabatzen diren potentzialak.

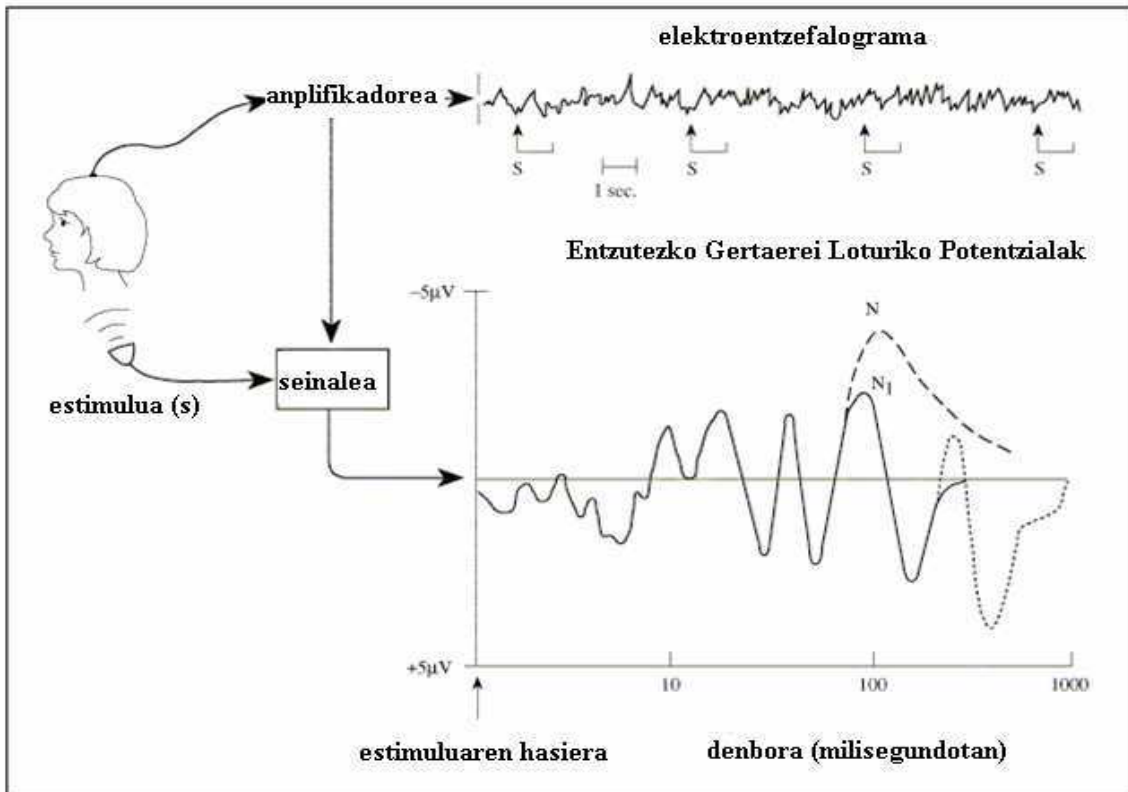
Buruko larru-azalean hautematen diren potentzialek generadore

neuroelektrikoak sortzen dituzte, eta horietan dira dipoloak hain zuzen. Dipolo-eremuen indarrak eta norabideak zehazkiak dira generadore neuroelektrikoak antzemateko orduan. Adibidez, dipoloak alde guztietarantz lerratzen badira, larru-azalean kokatzen den elektrodoak ezingo du jarduera neurofisiologikoa antzeman (1A irudia). Aldiz, dipoloak denak batera norabide berean lerratuz gero, korrante elektrikoa erraz hauteman ahalko da (1B irudia).



1. irudia: A, nahasian altibatutako neuronek ez dute jaso daitekeen aktibaziorik sortzen. Aldiz B-n, neurona guztiak lerratuta aktibatzen badira, larru-azaleko elektrodoek grabatu dezakete korrante elektrikoa.

Buruko larru-azalean kokaturiko elektrododek neurona multzoek sortzen duten korrante elektriko lerratua grabatzen dutenean, elektroenzefalogramak (EEG) sortzen ditugu. Gertaerei loturiko potentzialak (ERP laburduraz aipatuko ditugunak, ingelesez duten izenetik *Event Related brain Potentials*) zentzumenean, edo gertaera kognitiboen eraginez denbora mugatua sorturiko elektroenzefalogramak dira. ERPak, beraz, EEGtatik eratortzen dira. Normalean, EEGek anplitude handiko uhinak erakusten dituzte eta ez dute gertaera jakin batekin erlaziorik, ERPek ez bezala. ERPak, beraz, estimulu jakin baten aurrean garunak ematen dituen erantzun elektrofisiologikoa dira.



2. irudia: Buru-azalean elektrodo bat duen pertsona batek estimuluak jasotzen ditu denboran zehar. Buruko elektrodo horrek seinale bat bidaltzen dio anplifikadoreari eta honek EEGa sortzen du. EEG horretan markaturik geratu diren estimuluek eragin dituzten EEG zatiak hartzen dira, eta batz besteko ERPa lortzen da. Ohituraz, ERP-literaturan polaritate negatiboa irudiaren goiko aldean irudikatzen da eta polaritate positiboa behekoan; y-ardatzean, denbora irudikatzen da, milisegundotan neurtua.

Elektrodoek jasotzen duten seinalea anplifikadore batetik pasatzen da eta digitalizatu egiten da seinale jarraikor baten itxurapenean. Seinale jarraikor hau EEGa da. Hautematezko gertaerek edota gertaera kognitiboek EEGan potentzia aldaketak eragin ditzakete. Baina aldaketa hauek, normalean oso txikiak direnez (+5 eta -5 μV bitartekoak), ezinezkoa da EEGan zehar begibistako aldaketarik antzematea. Beraz, EEGan zehar, denbora jakinetan errepikatu diren gertaera konparagarriekin batzbestekoa egiten da, eta horrela EEGaren zaratatik boltaje jakineko uhinak lor daitezke (Fiebach 2001). Uhin hauek dira ERPak edo gertaerei loturiko potentzialak izenarekin ezagutzen ditugunak (ikus 2. irudia); ikus bedi Erdozia (2009) areagoko xehetasunak argitzeko.

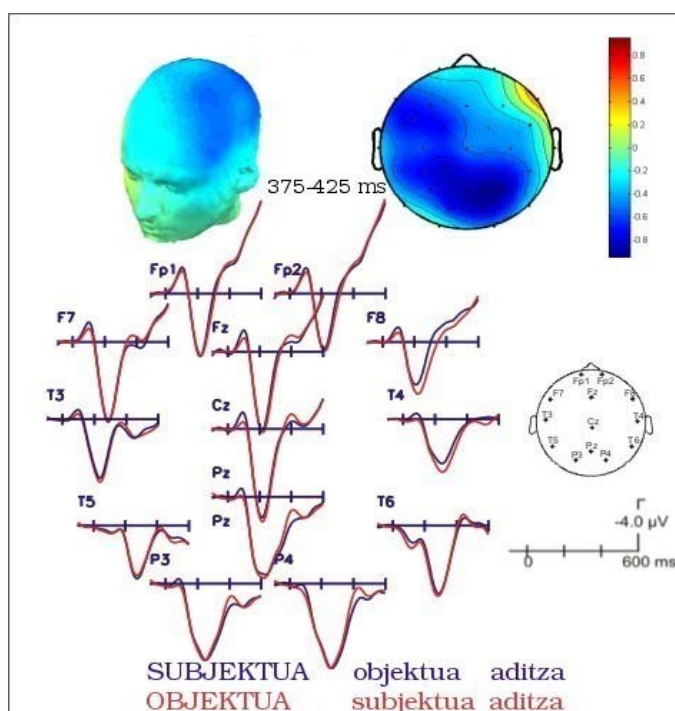
ERPek gertaera eta grabaketa unearren arteko erlazio guztiz estua erakusten dute; hau da, garuneko ekintzak gertatu ahala grabatzeko aukera ematen dute. ERP efektuek denborazko zehaztasun handia eskaintzen dute. ERP osagaiak uhinaren eta estimuluaren arteko desberdintasunak erakusten dituzte; hau da, kinada edo estimulua gertatu eta uhin desberdintzailearen artean dagoen denbora oso modu zehatzean erakusten digu. Gainera, ERPek polaritate, topografia, eta esperimenduarekiko sentiberatasuna erakusten dute; ERPetako uhinek polaritate positiboa ala negatiboa izan dezakete x-ardatzaren behekaldean ala goikaldean gertatzen badira. Topografiari dagokionez, hots, gertaera neurala non jazo den jakiteko, mikrovoltetan grabatzen den uhinen intentsitatea garuneko zein esparrutan gertatzen den ikus daiteke buruko larru-azalean kokatutako makroelektrodoen bidez. Azkenik, ERPak gertaerei lotuta daudenez, bi gertaera antzeko konparatzeko aukera ematen dute. Hau da, inguru esperimental batean bi baldintzen arteko desberdintasunak topatzeko sentiberatasun handia dute ERPek. ERPek gertaera edota estimulu/kinada jakinei loturiko EEGak direla azaldu dugu. Zer gertatzen da, bada, estimulu edo kinada hori hizkuntzazko gertaera bat bada? Lan honetan, euskararen hitz hurrenkera eta kasu-komunztadura prozesatzean gertatzen direnak ikusiko ditugu.

3. Euskararen hitz hurrenkerak eta ERPak

Euskal sintaxiari buruzko lan gehientsuetan (De Rijk 1969, Ortiz de Urbina 1989, Laka 1990, Artiagoitia 1995, Fernandez 1998, Elordieta 2001, beste batzuen artean), SOV hurrenkera duten perpausek islatzen dute euskararen hurrenkera kanonikoa, eta beste hurrenkerak (OSV, SVO eta OVS) sintaktikoki eratorriak dira. Hau egia bada, prozesamenduan antzeman beharko litzateke SOV dela prozesatzeko hurrenkerarik errazena, azkarrena, eta konplexutasun zantzu elektrofisiologikorik sortzen ez duena. Aldiz, gainerako hurrenkerek (OSV, SVO and OVS) prozesatze-ahalegin handiagoen zantzuak erakutsi behar lituzkete.

Hurrenkera desberdinetan antolatutako perpausek euskaldunen garunetan sortzen dituzten erantzun elektrofisiologikoak aztertu ditugu ERP bidez.

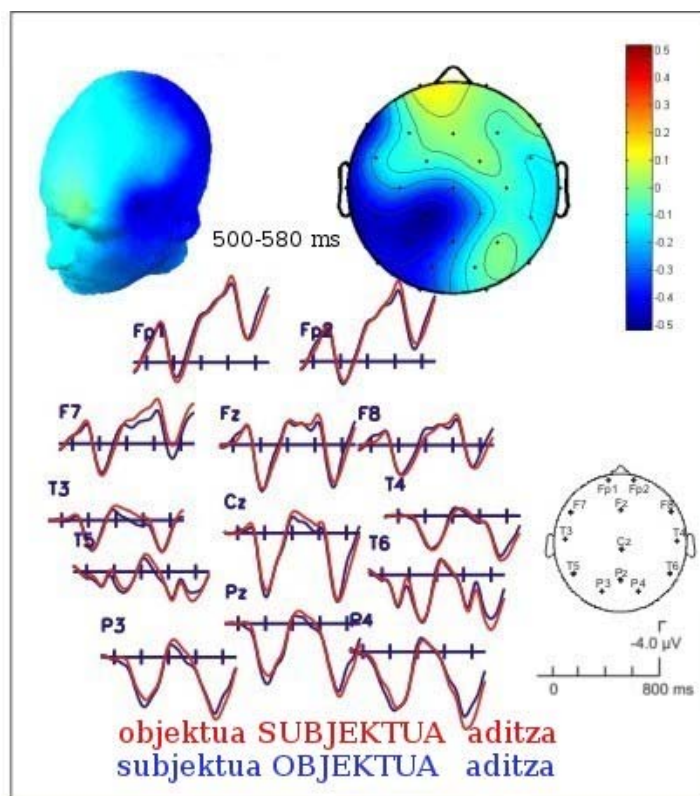
Lehenik euskarazko SOV eta OSV hitz hurrenkerak konparatu ditugu, aditza bukaeran duten hurrenkerak. Ondorioztatu dugunez, euskaldunek SOV hurrenkera irakurtzen dutenean beren garunek sortzen duten aktibitate elektrofisiologikoa desberdina da OSV hurrenkera irakurtzen dutenean sortzen dutenarekin konparatuta (6. irudia).



6. irudia: Ezker Aurreko Negatibotasuna perpaus hasierako objektu posizioan. Ezkerreko aurreko elektrodoetan, 400 milisegundo inguruan uhin gorria negatiboagoa da uhin urdina baino. Uhin gorriak, OSV baldintzaren objektua prozesatzean, garunek sortzen duen korrante elektrofisiologikoa irudikatzen du. Uhin urdina SOVko subjektuari dagokio. (300-500ms. Tenporalean: Perpaus Mota x Hemisferioa x Aurre/Atze, $F(2,46) = 8.68$, $P < 0.005$).

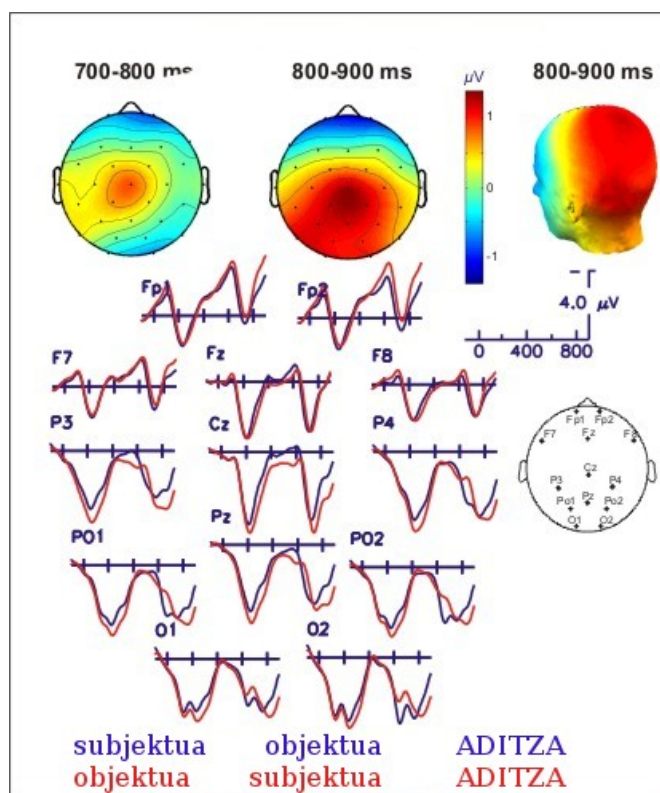
Objektuek subjektuek baino uhin negatiboagoak sortzea konplexutasun sintaktikoaren adierazgarritzat jo ohi da (Friederici 2002; edota Bornkessel & Schelewsky 2006). Perpaus hasierako negatibitate hau, beste hizkuntza batzuetan hurrenkera desberdinak konparatzean lortutako negatibitatearen guztiz antzekoa da (alemanez: Matzke et al. 2002 japonieraz: Hagiwara et al. 2007). Beraz, euskaldunen garunek areagoko prozesamendu-baliabideak darabiltza objektu bat bere jatorrizko gune kanonikotik kanpo dagoenean. Bigarren osagai sintaktikoa konparatzean, beste negatibitate bat antematen dugu, baina oraingoan subjektuari dagozkion uhinak dira negatiboagoak: uhin negatiboagoak sortzen ditu posizio kanonikoa mantentzen duen elementuak

baino (ikus 7. irudia).



7. irudia: Ezker aurreko negatibotasuna perpauseko bigarren osagarri posizioan. Subjektuari dagozkion uhinak (gorriz) negatiboagoak dira, objektuari (urdinez) dagozkion uhinak baino 400 eta 600 milisegunduko tartean. (400-550 ms, Temporalean: Perpaus Mota x Hemisferioa $F(1,23) = 5.01, P < 0.035$).

Hizkuntzarekin lotzen den beste erantzun elektrofisiologiko bat P600 dugu, konplexutasun sintaktikoarekin lotzen dena (Kaan et al. 2000, Friederici 2002). Euskarazko OSV hurrenkeran, P600 osagaia ikus daiteke aditzaren gunean, SOV egitura kanonikoaren aditzgunearekin konparatzean (8. irudia).



8. irudia: Eratorritako perpausen aditzean konplexutasun sintaktikoa: P600. Egitura eratorrian (uhin gorria), elektro-txanoko erdiko elektrodoetan positibitate handiagoa ikusten da egitura kanonikoan (uhin urdina) baino, 700-900 ms.ko tartean. Efektu hau atzeko aldean kokatzen da . (700-900 ms. ParaSagital: Perpaus Mota x Aurre/Atze, $F(4,92) = 7.92$, $P < 0.0014$). Mapa topografikoetan erraz ikus daiteke P600 efektuaren lokalizazioa.

Beraz, euskaraz SOV hurrenkerak OSV hurrenkerarekin konparatzean, konplexutasun sintaktikoarekin lotzen diren ERP osagaiak erakusten ditu OSV hurrenkerak (negatibitatea eta P600). Ebidentzia psikolinguistikoak eta neurolinguistikoak, bada, erakusten du euskaraz SOV hurrenkerak OSV baino sintaktikoki sinpleagoa dela, eta hori prozesamenduan islatzen dela zuzenean (Erdocia, Laka, Mestres, Rodriguez-Fornells 2009).

Aditza bukaeran duten hurrenkerak aztertu ondoan, aditza erdian duten hurrenkerak aztertu ditugu (SVO/OVS) (Erdocia, Laka, Rodriguez-Fornells 2009). Norberak gidatutako irakurketaren bitartez (Just et al. 1982), eta irakurri ondoren egindako ulermen-galderen erantzunen bitartez, SVO eta OVS hurrenkeren prozesamendua aztertu dugu. Helburuen arteko bat, subjektua hasieran duen hurrenkerak (SVO) objektua hasieran duen

hurrenkera (OVS) baino konputazionalki errazagoa ote den jakitea da.

Esperimentu honetako materialak (1a) adibidekoak bezalako 100 perpaus ziren, SVO eta argumentu biak singularrekoak. Perpaus horiek abiapuntu harturik, baldintza esperimental guztiak sortu ditugu: 100 perpaus baldintza singularrean (1a), 100 anbiguoak (ez dakigu zein den singularra eta zein plurala) (1b), 100 perpaus argumentu plurala dutenak (1c), 100 perpaus SVO hurrenkera eta argumentu pluralekin (1d) eta 100 perpaus OVS hurrenkera eta argumentu pluralekin. Denetara 500 perpaus esperimental, eta horiekin batera 100 perpaus betegarri. Partaide gisa, 29 jaiotzetiko euskaldunek hartu zuten parte esperimentuan.

- | | | | |
|-----|----|---------------------------------|------------------|
| (1) | a. | Gizonak ikusi du emakumea | (SVO singularra) |
| | b. | Emakumea ikusi du gizonak | (OVS singularra) |
| | c. | Gizonak ikusi ditu emakumeak | (XVX anbigua) |
| | d. | Gizonek ikusi dituzte emakumeak | (SVO plurala) |
| | e. | Emakumeak ikusi dituzte gizonek | (OVS plurala) |

Esperimentu honen emaitzek erakutsi dute ez dagoela alderik aditza tartean duten hurrenkera bi hauen artean. Bereziki, ez dugu inolako prozesamendu-abantailarik aurkitu subjektua lehenengo duen hurrenkeraren kasuan (SVO). Emaitza hauek, bada, bat datoz euskal syntaxian egindako aldarrikapen nagusiarekin, hots, SOV hurrenkeraz bestelako hurrenkera guztiak syntaxian eratorriak direla. Alemanieraz (SOV hizkuntza) egindako ikerketek SVO hurrenkeraren aldeko abantaila erakusten dute, euskaraz ez bezala. Bader eta Meng ikertzaileek (1999) erakutsi zuten hizkuntza germaniar honetan labirintu-perpausaren efektua eragiten zutela une batez anbiguoak ziren OSV hurrenkeradun perpausak, eta SOV interpretazioa hobesten zutela hiztunek. ERPak erabilia, Rösler et al. (1998) lanak erakutsi du SOV hurrenkera ez duten perpausak prozesatzeko zailagoak direla (ikus baita Bornkessel 2002, Schlesewsky et al., 2003 beste batzuen artean). Aditza erdian duten hurrenkeretan, ERP desberdinak erakusten dituzte SVO eta OVS hurrenkerak (Matzke et al., 2002). Beraz, euskarak eta alemanierak antzeko abantaila erakusten dute SOV hurrenkeraren alde, baina aditza erdian duten

hurrenkeretan desberdinak dira: alemanieraz, subjektua lehenengo duten hurrenkerek abantaila daukate, baina euskaraz ez, euskaraz biek erakusten dute antzeko konplexutasun-maila. Oso litekeena da, gure ustez, almenaiera eta euskararen arteko alde hau beste ezaugarri tipologiko bat zor izatea; alemaniera V2 hizkuntza dugu, baina euskara ez. V2 hizkuntzetan, perpaus nagusiak jokaturako aditza edo laguntzailea bigarren gunean darama, eta elementu horren aurretik maizen agertu ohi den osagai sintaktikoa subjektua da. Horrek esan nahi du alemanieraz SVO hurrenkera oso maiz gertatzen dela, euskaraz ez bezala.

4. Objektu-komunztadura prozesatzen.

Esperimentu bi burutu ditugu euskarazkok objektu-komunztaduraren prozesamendua aztertzeko, metodo desberdin bi erabiliaz: norberak gidaturiko irakurketa lehenengo esperimentuan, eta ERP metodologia bigarrenean (Zawiszewski et al. (bialdua)). Lehenengo esperimentuan ikusi nahi genuen ea gai esperimentalek objektu-komunztadurako urraketak antzematen ote zituzten, eta urraketa horiek irakurketa denborei eragiten ote zieten. Bigarren esperimentuak aztertzen du ea objektu komunztaduraren urraketek sortzen dituen ERP zantzuak subjektu komunztaduran sortzen diren berberak ote diren, ala ez. Lehenengo esperimentuan 32 lagunek parte hartu zuten, denak jaiotzetik euskaldunak. Denetara, 320 perpaus sortu genituen, 160 gramatikalak eta 160 ezgramatikalak (2) adibidean erakusten direnak bezalakoak:

- (2) a. Gaur zuk ni agurtu nauzu kalean.
- b. Gaur zuk ni agurtu *duzu kalean.

Lehenengo esperimentuaren emaitzek argi utzi zuten objektu-komunztaduraren urraketak (2b) irakurketa denborak areagotzen dituela, ezgramatikaltasunak eragindako prozesamendu-karga erakutsirik. Ondoren, eta objektu-komunztaduraren korrelato nerofisiologikoak aztertzeko, ERPak erabili ditugu bigarren esperimentuan, prozesamenduaren urratsak unez une aztertzea ahalbidetzen duen teknika baita hori.

Bigarren esperimuntuan 20 jaiotzetiko euskaldunek parte hartu zuten. Material esperimuntalak gorago deskribatutakoak ziren. Bigarren esperimuntaren emaitzek erakutsi dute O-komunztadurak negatibitatea sortzen dutela aurrekaldeko elektrodoetan 300-450 milisegunduetara, eta baita konplexutasuna iragartzen duen P600 osagarria ere. Beraz, O-komunztadurak N400-P600 eredua eragin zuen, baina ez subjektu komunztaduraren urraketetan aurkitu ohi den LAN-P600 eredua (hainbat hizkuntzatan: ingelesa, alemaniera, italiara, finera, holandesa, euskara...).

Friederici (2002) eta Schlesewsky & Bornkessel (2006) lanetan proposatzen den eredua arabera, LAN osagarria gramatikaren betebeharen formalen urraketetan ondotik sortzen da. Eredu hauetan, komunztadura betebeharen formalizatzen hartzen da; beraz, komunztadura mota guztien urraketek LAN eragin behar lukete. Hizkuntz prozesamendua beste eredu batzuek, desberdinak izaki komunztadurari egiten dioten lekuari dagokionean (Hagoort (2003) edo Ullman (2001, 2004) esaterako), antzeko iragarpena egiten dute, komunztadura mota guztiek antera jokatu behar dutela, alegia. Halere, objektu komunztadurak ez du LAN osagairik eragiten, eta aitzitik, N400 osagarriaren agerpena ezin azal daiteke eredu hauen arabera. Bestetik, gure azterketan O-komunztaduren urraketetan aurkituriko N400 osagarria ezin daiteke lotu aurreikuspen semantikoen hausturarekin, ez baitago aditza eta objektuaren arteko talka semantikorik; ageri dirne objektuak naturalak dira duten aditzerako. Halere, interpretaziorik gertagarriena litzateke esatea N400 horrek aurreikuspen morfologikoen haustura islatzen duela. Izan ere, Wicha et al. 2003 lanean, adibidez, gurea bezalako N400-P600 eredu bat aurkitzen dute alemanierazko genero-komunztaduren urraketetan (*Der Häuptling*_{maskulino} *is kriegerisch, weil er*_{maskulino} / **sie*_{femenino} *gewinnen will*). Weckerly eta Kutas (1999) lanean ere adierazten da aurreikuspenen bortxaketek N400 sor dezaketela. Horixe izan daiteke gure ikerketan aurkitutako emaitzaren azken zioa: komunztadura eragiten duten argumentu biak aurkeztutakoan, parserrak objektuari dagokion komunztadura-marka aurkitzea aurreikusten du. Aurkitzen duen morfema beste bat dela ikusitakoan, N400 osagarria sortzen da.

Laburbilduz, gure emaitzek iradokitzen dute subjektu komunztaduraren ikerketetatik ez dela besterik gabe gainerako komunztadura mota guztietara extrapolatu, nahiz egungo eredu gehientsuek horrela egin. Oso litekeena da, gure emaitzak ikusita, subjektu eta objektu komunztadurek prozesatzeko mekanismo bereziak erabiltzea, eredu elektrofisiologikoen islatzen duten bereizkuntza alegia.

Hizkuntzaren ezaugarri morfosintaktikoen ba ote dute eraginik hizkuntza hori prozesatzeko garaian? Orain artean egin diren hizkuntzarteko ikerketek erakusten dute hizkuntz tipologiak izan baduela eraginik hizkuntz prozesamenduan. Honengatik prozesamendurako eredu neurokognitiboen geroz eta garrantzi handiagoa ematen diote aztertzen dituzten hizkuntzen ezaugarri tipologiko eta morfosintaktikoak (Bornkessel & Schlesewsky, 2006). Gure ikerketak, hizkuntz prozesamenduaren aurpegi unibertsal eta aldagarrien irudi orokor hori marrazten lagundu nahi du. Horretarako, aurretiaz ikertu ez den euskararen prozesamenduak sortzen dituen korrelato elektrofisiologikoak aztertzen ditugu. Euskararen ezaugarri tipologikoen bereziki interesgarri egiten dute, ez baitira orain artean ikuspuntu neurokognitibo batetik aztertu izan hizkuntza ergatiboak, komunztadura aniztunak eta morfologia itsaskari konplexua dutenak.

Eskerrak.

Ikertzaileek BRAINGLOT, CSD2007-00012/CONSOLIDER-INGENIO 2010 (MICINN), SEJ2007-60751/PSIC (MEC), eta GIU06/52 (Eusko Jaurlaritzaren EHU) proiektuen babesa jaso dute.

Aipaturiko bibliografia.

Artiagoitia, X. 1995. *Verbal Projections in Basque and Minimal Structure*. in Supplements of *Anuario del Seminario de Filología Vasca Julio de Urquijo*, XXXVI.

Baker, M. C. 2001. *Atoms of Language: The mind's hidden rules of grammar*. NY: Basic Books.

Bornkessel, I. 2002. The Argument Dependency Model: A neurocognitive

approach to incremental interpretation (Vol. 28). Leipzig: MPI Series in Cognitive Neuroscience.

Bornkessel, I. & Schlesewsky, M. 2006. The extendent argument dependency model: A neurocognitive approach to sentence comprehension across languages. *Psychological Review* 113 (4), 787-821.

Chomsky, N. 1957. *Syntactic Structures*, Mouton, The Hague.

Chomsky, N. 1981. Lectures on government and binding. Foris: Dordrecht.

De Rijk, R. 1969. Is Baque an S.O.V. language? in *Fontes Language Vasconum* 1-3, 319-351. Reedited by De Rijk, Rudolf P. G., 1998, *De Lingua Vasconum: Selected Writings*. Supplements of the *Anuario del Seminario de Filología Vasca "Julio de Urquijo"* nº XLLIII.

Elordieta, A. 2001. *Verb Movement and Constituent Permutation in Basque*. LOT Dissertation Series: University of Utrecht.

Erdocia, K.; Laka, I.; Mestres-Missé, A.; Rodriguez-Fornells, A. 2009. "Syntactic complexity and ambiguity resolution in a free word order language: behavioural and electrophysiological evidences from Basque." *Brain and Language*, vol. 109 (1), 1-17.

Erdocia, K., Laka, I., eta Rodríguez-Fornells, A. 2009. "Processing Derived Word Orders in Basque." In Peter de Swart and Monique Lamers (eds.). *Case, Word Order, and Prominence: Psycholinguistic and theoretical approaches to argument structure*. Springer.

Erdozia, K. 2009. "Burmuineko aktibitate elektrikoa hizkuntz gaitasuna neurtzeko" *Ekaia: Euskal Herriko Unibertsitateko zientzi eta teknologi aldizkaria*, 22 zk.

Fernandez, B. 1998. *Egiturezko kasuaren erkaketa euskaraz*. PhD dissertation. EHUko argitalpen zerbitzua: Bilbo.

Friederici, A.D. 2002. Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in Cognitive Sciences*, 6 (2), 78-84.

Grodzinsky, Yosef. 2003. Imaging the Grammatical Brain. In Michael A. Arbib (arg.) *Handbook of Brain Theory and Neural Networks*. 2. argitalpena. MIT Press: Cambridge, MA. 551-556

Hagiwara, H., Takahiro, S., Masami, I., & Imanaka, K. 2007. A topographical study on the event-related potential correlates of scrambled word order in Japanese complex sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 175–

193.

Hagoort, P. 2003. How the brain solves the binding problem for language: A neurocomputational model of syntactic processing. *Neuroimage*, 20, S18-S29.

Just, M. A.; Carpenter, P. A.; and Woolley, J. D.. 1982. Paradigms and Processes in Reading Comprehension. *Journal of Experimental Psychology: General*, vol. 111(2), 228-238.

Kaan, E. 1997. *Processing subject–object ambiguities in Dutch*. Ph.D. Thesis: University of Groningen

Laka, I. 1990. *Negation in Syntax: On the Nature of Functional Categories and Projections*. MIT Dissertation. MITWPL: Cambridge, MA.

Müller, H.M.; King, J.W.; and Kutas, M. 1997. Event-related potentials elicited by spoken relative clauses. *Cognitive Brain Research*, 5: 193-203.

Münte, F. Thomas; Thomas P. Urbach; Emrah Düzel; eta Marta Kutas. 2000. Event related brain potentials in the study of human cognition and neuropsychology. In F. Boller, J. Grafman, eta G. Rizzolatti (arg.) *Handbook of Neuropsychology*. 2. argitalpena 2000.

Ortiz de Urbina, J. 1989. *Parameters in the Grammar of Basque*. Foris: Dordrecht.

Ortiz de Urbina, J. 2003. Word Order. In José Ignacio Hualde and Jon Ortiz de Urbina (eds.). *A Grammar of Basque*. 2003. Mouton de Gruyter: Berlin. 448-459.

Ullman, M.T. 2001. A neurocognitive perspective on language: the declarative/procedural model. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 717-726.

Ullman, M. T. 2004. Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model. *Cognition*, 92, 231-270.

Zawiszewski A., Gutiérrez E., Fernández B. eta Laka I. (bidalia) Processing object-verb agreement: behavioural and electrophysiological evidence from Basque.