

# Burmuineko aktibitate elektrikoa hizkuntz gaitasuna neurtzeko

*Kepa Erdozia*

ELEBILAB psikolinguistika laborategia  
Euskal Herriko Unibertsitatea

**Laburpena:** Hizkuntza aztertzeko hainbat bide daude. Gaur egun, hizkuntzalariak gero eta elkarlan gehiago egiten ari dira biologo, genetista, neurologo eta psikologoen batera, gizakiak eta beste animaliak bereizten dituen hizkuntz gaitasunaren oinarrien bila. Artikulu honetan, neurozientziaren teknikak hizkuntza aztertzeko nola erabil daitezkeen aztertzen da. Zehazki, hizkuntzaren prozesamendua burmuineko aktibitate elektrikoaren bidez nola azter daitekeen erakusten da, euskarazko hitz-hurrenkerak adibide gisa erabiliz.

**Abstract:** The amount of techniques in language research are growing. More and more often, linguists collaborate with researchers coming from other scientific areas such as biology, genetics, neurology and psychology in order to seek the biological basis of the language faculty. This article shows how new techniques coming from neuroscience might be used exploring language. More precisely, the article explores how the language processing can be analyzed by means of the electrophysiological brain activity using examples from the word order processing in Basque.

The *Babel Fish* is small, yellow, leech-like, and simultaneously translates from one spoken language to another. When inserted into the ear, its nutrition processes convert sound waves into brain waves, neatly crossing the language divide between any species you should happen to meet whilst travelling in space.

*The Hitchhiker's Guide to the Galaxy,*  
Douglas Adams

## 1. GARUNA HIZKUNTZAREN EUSKARRI

Gizakion nerbio-sistema askotariko informazioa prozesatzeaz arduratzen da. Esaterako, hizkuntza bera, mekanismo biologikoen bidez prozesa-

tzen dugu. Belarrietatik edota begietatik sartzen zaigun hizkuntz informazioak sortzen dituen kognizio-eragiketak gure burmuineko prozesatzearen isla dira. Hizkuntzazko kognizio-eragiketaren euskarri fisikoak (hau da, neurona-sareak) ezagutzeko eta ulertzeko, ereduak eta teoriak burmuinarekin uztartu behar ditugu. Izan ere, gai izan beharko genuke zientzia-teoriek eta ereduzko lanek eskaintzen dituzten aurreikuspen eta hipotesiek burmuinaren zuzeneko prozesatzean eragina (aktibazio eta desaktibazioak) duten ala ez finkatzeko (Münste *et al.* 2000).

Teoria-hizkuntzalaritza modernoak eta hizkuntzaren prozesatze-teoriak eskutik doaz. Hizkuntz prozesamenduak hizkuntz erabilera azaldu nahi badu, hizkuntzaren ezagutza erabiltzean gertatzen diren kognizio-prozesuen (Chomsky 1986) eta oro har prozesu biologikoen berri eman behar du (Grodzinsky 2003). Laurogeigarren hamarkadan, gramatika sortzaileak hiru oinarritzko galdera egin zituen (Chomsky 1986):

- (1) a. Zerk osatzen du hizkuntz ezagutza?  
b. Nola jabetzen gara hizkuntz ezagutzaz?  
c. Nola erabiltzen da hizkuntz ezagutza?

Hiru galdera hauek hizkuntz ezagutza ikertzeko oinarriak ezartzen dituzte. Hizkuntz ezagutza zerk osatzen duen ikertzen dihardu teoria-hizkuntzalaritzak. Hizkuntz jabekuntzan lan egiten dutenek haurrak hizkuntz ezagutzaz nola jabetzen diren aztertzen dute. Hizkuntz prozesamenduaren esparruan, batez ere, hirugarren galderaren erantzuna aurkitu nahi dute, baina, teoria-hizkuntzalaritzaren eta hizkuntz jabekuntzaren esparruetatik datozen teoria eta ikerketak ahaztu gabe. Hizkuntz prozesamendua aztertzen dutenek finkatu beharko dute nola lortzen duen hizkuntzaren ezagutzak pentsamendu-sarrerak hizkuntzazko adierazpideetan biltzea eta ulertzea, komunikazioan eta beste hizkuntz erabileretan.

Burmuinaren euskarriak ikertu asmoz, XXI. mendean, Grodzinskyk (2003) *neurolinguistika* edota *neurohizkuntzalaritza* erantsi zion (1)eko Chomskyren banaketari. Bide honetatik, hizkuntza ikertzen dutenen artean, hizkuntzalariek hizkuntz izaera azaldu behar dute; psikohizkuntzalariek, hizkuntz ekoizpena eta ulermena gertatzen denean, hizkuntz ezagutzak burutzen dituen eragiketen ereduak bilatzen dituzte. Eta neurohizkuntzalariek, azkenik, eragiketa horiek aurrera eramaten dituzten garuneko neuronon mekanismoak aztertzen dituzte. Grodzinskyren (2003) iritziz, gizakion hizkuntza aztertzeiko proiektu neurobiologiko batek ondo uztartu behar ditu hizkuntz ezagutza, bere jabekuntza, prozesamendu-mekanismok eta neurona-konputazioa, ikerketa-programak itxura egokia izan dezan.

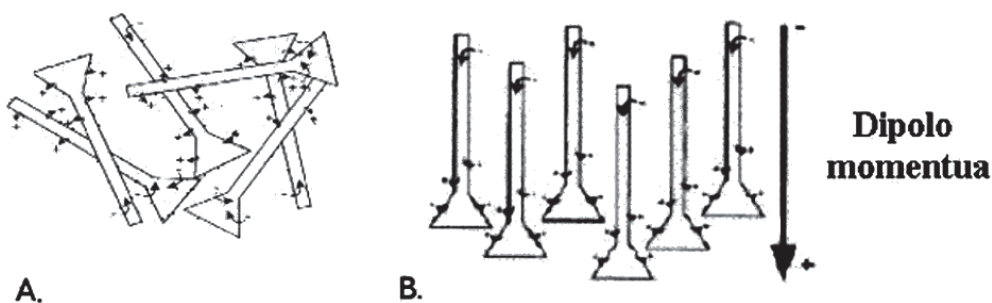
## 2. AKTIBITATE ELEKTRIKOA GOGO-FUNTZIOEN ERAKUSGARRI

Neurona-sareen aktibitate postsinaptikoak eragiten dituzten potentzia elektrikoaren aldaketak neurtzea da burmuinaren konputazioak neurtzeko modu bat. Karga elektrostatikoa materiaren oinarriko ezaugarria da. Karga elektrikoa duten gorputzak, protoiez eta elektroiez, eta protoi eta elektroien artean desoreka duten ioiez osatuta daude. Karga elektrikoak mugitzen direnean korrante elektrikoak sortzen dira burmuinean (Münste *et al.*, 2000).

Korrante elektrikoak zelula barruko/kanpoko isurian zehar erraz eroaten dira. Isuri horretan, ioiak, karga elektrikoa dutelarik, lerratu egiten dira dipoloak osatuz.

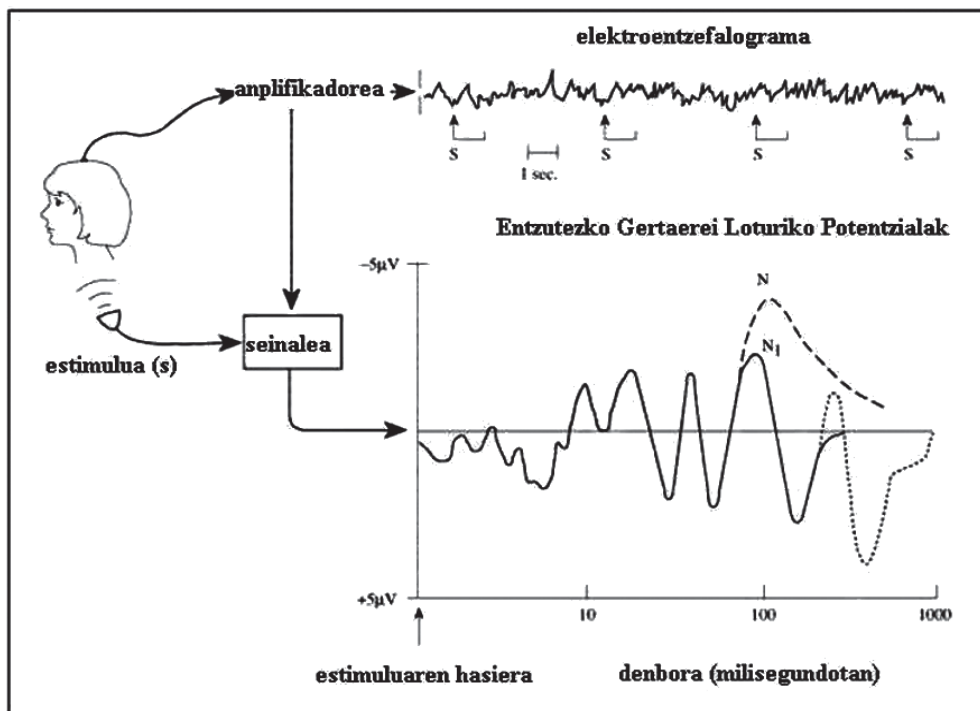
Neuronen mintza nahiko iragazgaitza da ioien aurrean baina hala ere, sinapsien ondorioz zenbait proteinaren ioiak zelula mintzetan lerratu eta neurona barrura sartzen dira. Ioiek, zelula barruan sartzean, zelulen karga elektrikoaren polaritatea aldatzen dute polaritate positiboa zuen dipoloari polaritate negatiboa emanez eta alderantziz. Horrenbestez, buruko larruazal gaineko elektrodoek atzematen dituzten dipoloen polaritate-aldaketak neuronan aktibitate postsinaptikoaren ondorio dira. Beraz, ioi-kontzentrazio maila jakin bat neuronan mintzen artean igarotzean sortzen den ioi-korrante mikroskopiko primarioa da buru-azalean makro-elektrodoen bidez grabatuko diren potentzialen erantzule.

Dipoloak buru-larruazalean grabatzen diren potentzialak sortzen dituzten generadore neuroelektrikoak dira. Dipolo-eremuen indarrak eta norabideak zeregina izango dute generadore neuroelektrikoak atzemateko orduan. Esate baterako dipoloak alde guztietarantz lerratzen badira, larruazalean kokatzen den elektrodoak ezingo du aktibitate neurofisiologikoa atzeman (ikus 1A irudia). Aldiz, dipoloak denak batera norabide berean lerratuz gero, korrante elektrikoa erraz erregistratu ahalko da (1B irudia).



**1. irudia.** A, nahasian aktibatutako neuronek ez dute aktibazio erregistragarriak sortzen. Bn aldiz, neurona guztiak lerratuta aktibatzen badira, larruazaleko elektrodoek graba dezakete korrante elektrikoa.

Buruko larruazaleko elektrodoek neurona multzoek sortzen duten korronte elektriko lerratua grabatzen dutenean elektroenzefalogramak (EEG) lortzen ditugu. Gertaerei loturiko potentzialak (ERP ingelesez duten izenagatik *Event Related Potentials*) sentimen-gertaeren, gertaera motoreen edo kognizio-gertaeren aurrean, denbora mugatuzko elektroenzefalogramak dira. ERPak, beraz EEGetatik eratortzen dira. Normalean, EEGek anplitude handiko uhinak erakusten dituzte, eta ez dute, ERPeK bezala, gertaera jakin batekin harremanik. ERPak, beraz, estimulu jakin bati burmuinak ematen dizkion erantzun elektrofisiologikoak dira.



**2. irudia.** Elektrodo bat buru-azalean duen gizaki 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 batez besteko ERPa lortzen da. Konbentzioz, ERP literaturan polaritate negatiboa irudiaren x-ardatzaren goiko aldean irudikatzen da eta polaritate positiboa beheko aldean; y-ardatzean, denbora irudikatzen da milisegundotan.

Elektrodoek jasotzen duten seinalea anplifikadore batetik igarotzen da eta digitalizatu egiten da seinale jarraikor baten itxuran irudikatuta. Seinale jarraikor hau da EEGa. Pertzepziozko gertaerek edota kognizio-gertaerek potentzia-aldaketak eragin ditzakete EEGan. Baina aldaketa hauek normalean oso txikiak izan ohi direnez (+5 eta  $-5 \mu\text{V}$  bitartekoak), ezinezkoa da

EEGan zehar ageriko aldaketarik atzematea. Beraz, EEGan zehar, denbora jakinetan errepikatu diren gertakari konparagarriekin batez bestekoa egiten da, eta EEGaren zaratatik tentsio jakineko uhinak lor daitezke (Fiebach 2001). Uhin hauek dira ERPak edo gertaerei loturiko potentzial bezala eza gutzen ditugunak (ikus 2. irudia).

ERPek gertaeraren eta grabaketa-unearen arteko harreman oso estua erakusten dute; hau da, gertatu ahala garuneko ekintzak grabatzeko aukera ematen dute. ERP efektuek, denboraren aldetik, zehaztasun handia ematen dute. ERP osagaiak estimulua gertatu eta osagaiak sortzen diren bitartean dagoen denboraren arabera eta uhinaren intentsitatearen arabera desberdintzen dira. Hau da, kinada gertatu eta uhina sortzen den arteko latentziak eta intentsitateak kinadaren ezaugarriak bereizteko balio dezakete. Gainera, ERPek polaritate, eta topografia, eta esperimentuarekiko sentiberatasuna erakusten dituzte.

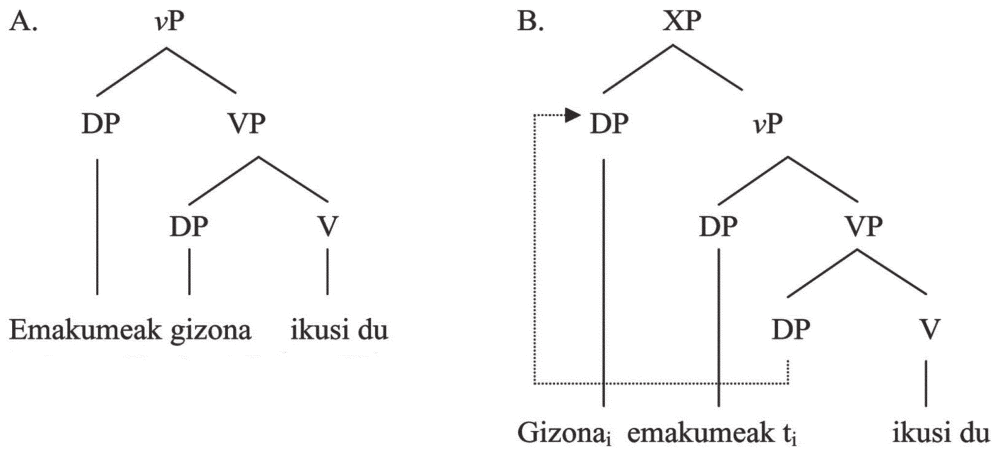
ERPetako uhinek polaritate positiboa ala negatiboa izan dezakete. Konbentzioaz, polaritate positiboa X-ardatzaren beheko aldean irudikatzen da eta negatiboa goiko aldean. Topografiari dagokionez, mikrovoltetan grabatzen den uhinaren intentsitatea garuneko zein esparrutan gertatzen den ikus daiteke buruko larruazalean kokatutako makroelektrodoen bidez. Azkenik, ERPek, gertaerei lotuta daudenez, aukera ematen dute antzeko bi gertaera alderatzeko. Hau da, inguru esperimental batean bi baldintzen arteko desberdintasunak topatzeko sentiberatasun handia dute ERPek.

### **3. ERPAK EUSKARAZKO HITZ-HURRENKERA NEURTZEKO**

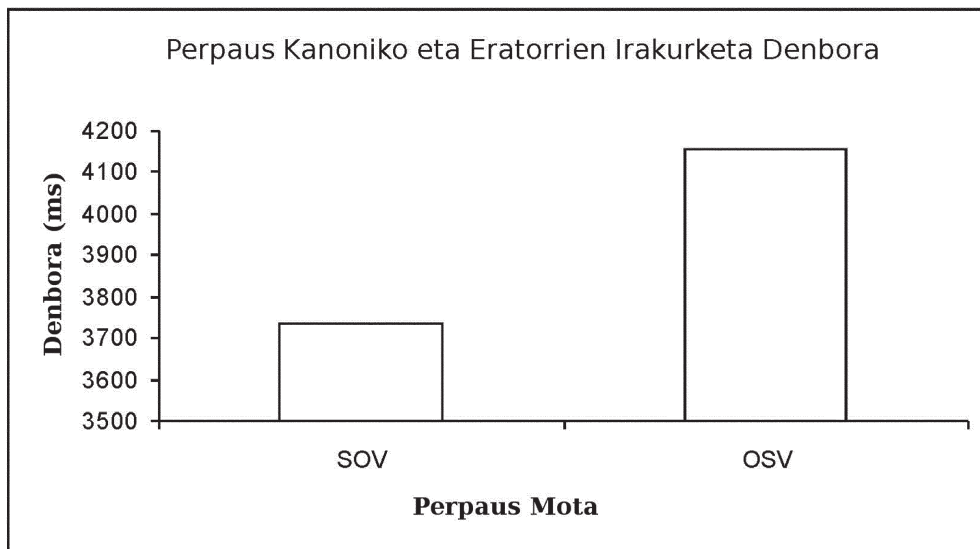
Aurretik azaldu dugu ERPak gertaera edota estimulu/kinada jakinei loturiko EEGak direla. Zer gertatzen da, bada, estimulu edo kinada hori hizkuntzazko gertaera bat denean? Esate baterako, har dezagun euskararen hitz-hurrenkera askearen fenomenoak. Euskaraz, *emakumeak gizona ikusi du* esan, edo *gizona emakumeak ikusi du* esan, gertaera ez da aldatzen; alegia, bi perpausetan emakume batek gizon bat ikusi duela gertatzen da. Beste era batera esanda, subjektua, objektua eta aditza dituen esaldi bateko osagaiak lekuz aldatu arren, esaldi hori gramatikala izango da euskaraz, eta bere esanahia oso antzekoa da bi kasuetan.

#### **3.1. Hitz-hurrenkera kanonikoa eta hitz-hurrenkera eratorria**

Hizkuntzalariek (De Rijk 1969, Eguzkitza 1986, Ortiz de Urbina 1989, Laka 1990, Artiagoitia 1995, Fernandez 1998, Elordieta 2001, Arregi 2002, besteren artean), hizkuntzen beraien datu enpirikoak erabiliz, erakutsi dute Objektua-Subjektua-Aditza (*gizona emakumeak ikusi du*, OSV) hitz-hurrenkerak sintaxi-egitura konplexuagoa duela Subjektua-Objektua-Aditza (*emakumeak gizona ikusi du*, SOV) hitz hurrenkerak baino (ikus 3. irudia).



**3. irudia.** SOV eta OSV hitz-hurrenkerak euskaraz. A irudian SOV euskal hitz-hurrenkerak kanonikoaren sintaxi-itxuraketa, non hierarkikoki *Emakumeak* (subjektua) *gizona* (objektua) baino maila garaiago batean sortzen den. B irudian, OSV hitz-hurrenkerak SOV kanonikotik eratortzen da *gizona* objektua subjektuaren ezkerrean mugituz hierarkikoki gorago dagoen proiektzio batera. DP = determinatzaile-sintagma; VP = aditz-sintagma; V = aditza; vP = aditz-sintagma; XP = edozein islapen; t = lekuz aldatu den elementu batek uzten duen aztarna; i = indizeak diren elementuak.

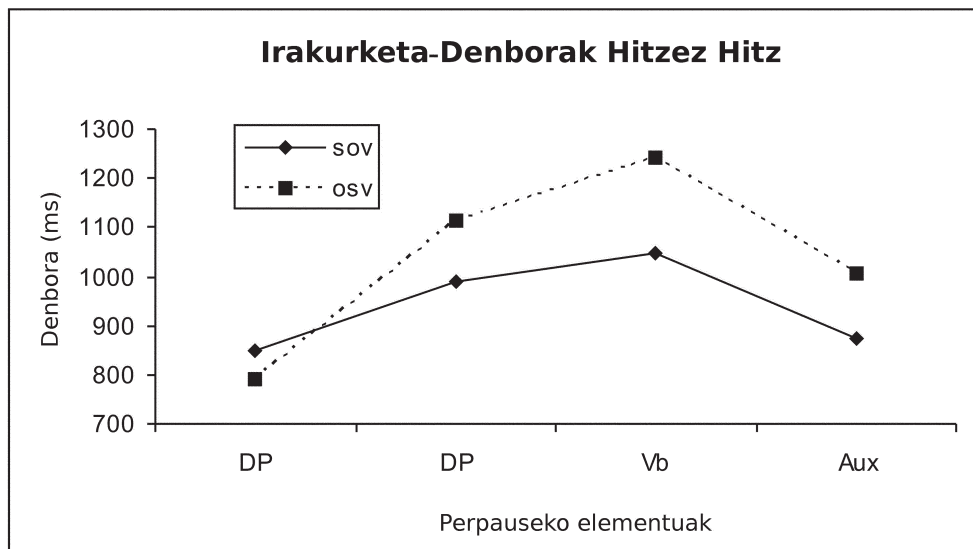


**4. irudia.** Hitz-hurrenkerak kanonikoa azkarrago prozesatzen da. Zutabeek 24 euskal hitzunek SOV eta OSV perpausak irakurtzeko behar izan zuten denboraren batez bestekoa adierazten dute. Hitz-hurrenkerak kanonikoa irakurtzeko 3.736 milisegundo behar izan zituzten; eta OSV irakurtzeko 4.153 milisegundo. Egindako T-frogak erakutsi zuen bi irakurketa denbora hauen arteko aldea esanguratsua zela ( $p < .005$ ) (Erdozia *et al.* 2009tik moldatua).

### 3.2. Hitz-hurrenkeren prozesamendua psikohizkuntzalaritzaren ikuspegitik

Teoria-hizkuntzalarien ebidentzietatik at, euskaldunen irakurketa-denborak neurtuz badakigu (Erdozia 2006; Erdozia et al. 2009) hitz-hurrenkera sinpleak edo kanonikoak (SOV) hitz-hurrenkera konplexuak edo eratorriak (OSV) baino prozesatze-denbora laburragoa behar duela (ikus 4. irudia).

Gainera, perpaus kanoniko eta konplexuetako elementu bakoitza irakurtzeko behar den denborari begiratzen badiogu (5. irudia), berehala ohartuko gara objektuek eta subjektuek irakurketa-denbora desberdinak dituztela. Perpausaren duten kokapena edozein delarik ere, subjektuak irakurtzeko denbora gehiago behar da objektuak irakurtzeko baino. Baina, OSV baldintzan, objektu bat lehen kokapenean irakurri ondoren subjektu bat irakurtzeak euskaldunen irakurketa denbora izugarri handitzen du. OSV perpausetan aurkitutako irakurketa-denbora areagotze hau prozesatze ahalgineararekin uzta dezakegu, eta ondorioz, hitz-hurrenkera eratorriaren konplexutasun sintaktikoa psikohizkuntzalaritzako ebidentziazat har dezakegu.

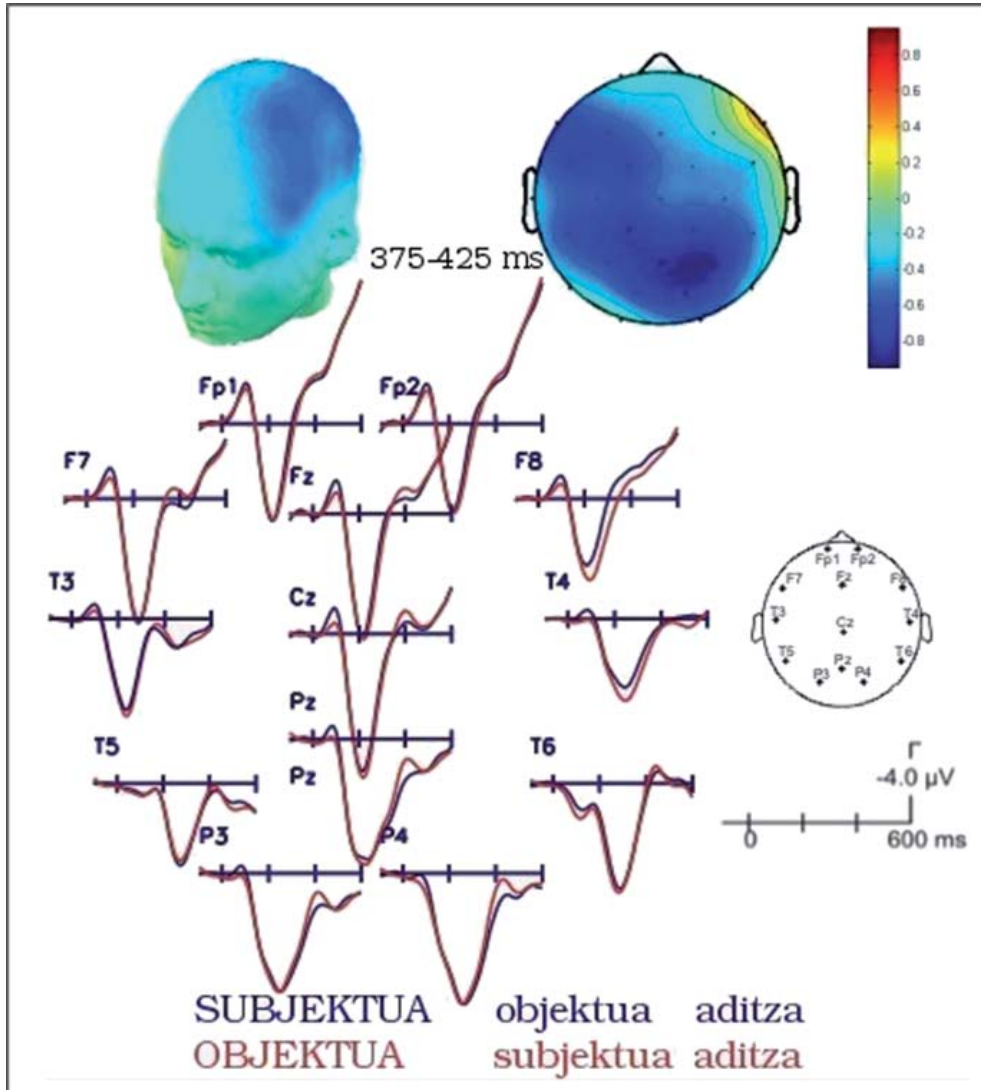


**5. irudia.** SOV eta OSV egituren irakurketa-denborak hitzez hitz. Objektuak prozesatzeak denbora laburragoa behar du perpaus hasieran eta perpausoko bigarren kokapenean. Era berean, baldintza kanonikoaren aditza eta laguntzailea ere prozesatzeko errazagoak dira. Perpausoko osagai bakoitzaren denbora-diferentzia esanguratsua da ( $P < 0.05$ ). Bi baldintzetako lehen bi osagaietan aurkitutako elkarrekintzak ( $F = 7.2$ ;  $P < 0.02$ ) adierazten du OSV hurrenkeran objektua irakurri ondoren subjektua irakurtzeak prozesatze-kostua nabarmen handitzen duela, hau da, errazagoa da  $S > O$  hurrenkera prozesatzea  $O > S$  hurrenkera prozesatzea baino (Erdozia et al. 2009tik moldatua).



### 3.3. Hitz-hurrenkerak eta ERPak

Teoria-hizkuntzalaritzatik eta psikohizkuntzalaritza esperimentaletik datozkigun ebidentzia horiek euskaldunen burmuinetan sortzen dituzten erantzun elektrofisiologikoak neur ditzakegu. Subjektua-Objektua-Aditza (SOV) hurrenkera kanonikoak egitura sintaktiko sinpleagoa du Objek-



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



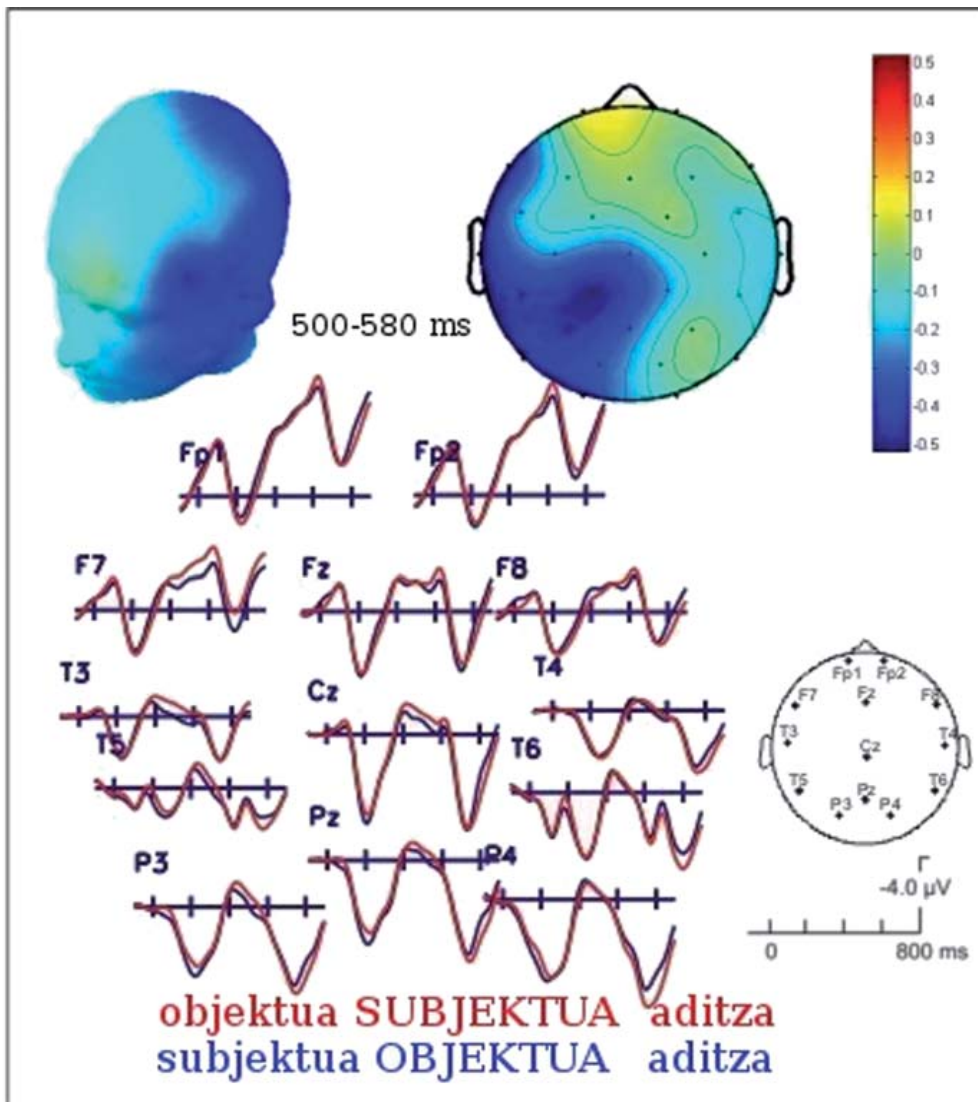
tua-Subjektua-Aditza (OSV) hurrenkera eratorriak baino. Subjektuen eta objektuen artean dauden sintaxi-asimetriek subjektua objektua baino gorago kokatzen dute sintaxi-hierarkian. Gainera, subjektuek eta objektuek irakurketa-denbora desberdinak erakusten dituzte hitz-hurrenkera kanonikoak prozesatzean edo hitz-hurrenkera eratorriak prozesatzean. Areago, objektuaren ondoren subjektua irakurtzeak egitura sintaktikoaren berranalisia eskatzen du.

ERP bidez, euskarazko SOV eta OSV hitz-hurrenkerak alderatzen baditugu, hurrenkera bateko eta besteko osagaiak elkarrekin erka ditzakegu. Inguru esperimental batean, espero izatekoa da euskaldunek SOV hurrenkera irakurtzen dutenean euren burmuinek sortzen duten aktibitate elektrofisiologikoa desberdina izatea OSV hurrenkera irakurtzen dutenean sortzen dutenarekin alderatzean. Elektroenzefalograma (EEG) grabatzen ari garen bitartean perpaus hasieran subjektua ikusi edo objektua ikusi, euskaldunen burmuinak desberdintasunak erakusten ditu (6. irudia).

Euskarazko SOV eta OSV egiturak erkatzean, perpaus hasieran ikusitako negatibitatea beste hizkuntza batzuetan antzeko egiturak alderatzean lortutako negatibitatearen oso antzekoa da (alemanez: Matzke *et al.* 2002; japonieraz: Hagiwara *et al.* 2007). Ezkerreko hemisferioko aurreko elektrodoetan, objektuek subjektuek baino uhin negatiboagoak sortzea konplexutasun sintaktikoaren adierazgarritzat jotzen da neurohizkuntzalaritzako lanetan (Friederici 2002; edota Bornkessel & Schlesewsky 2006). Beraz, euskaldunen burmuinak konturatzen bide dira objektu bat bere kokapen kanonikotik kanpo dagoela.

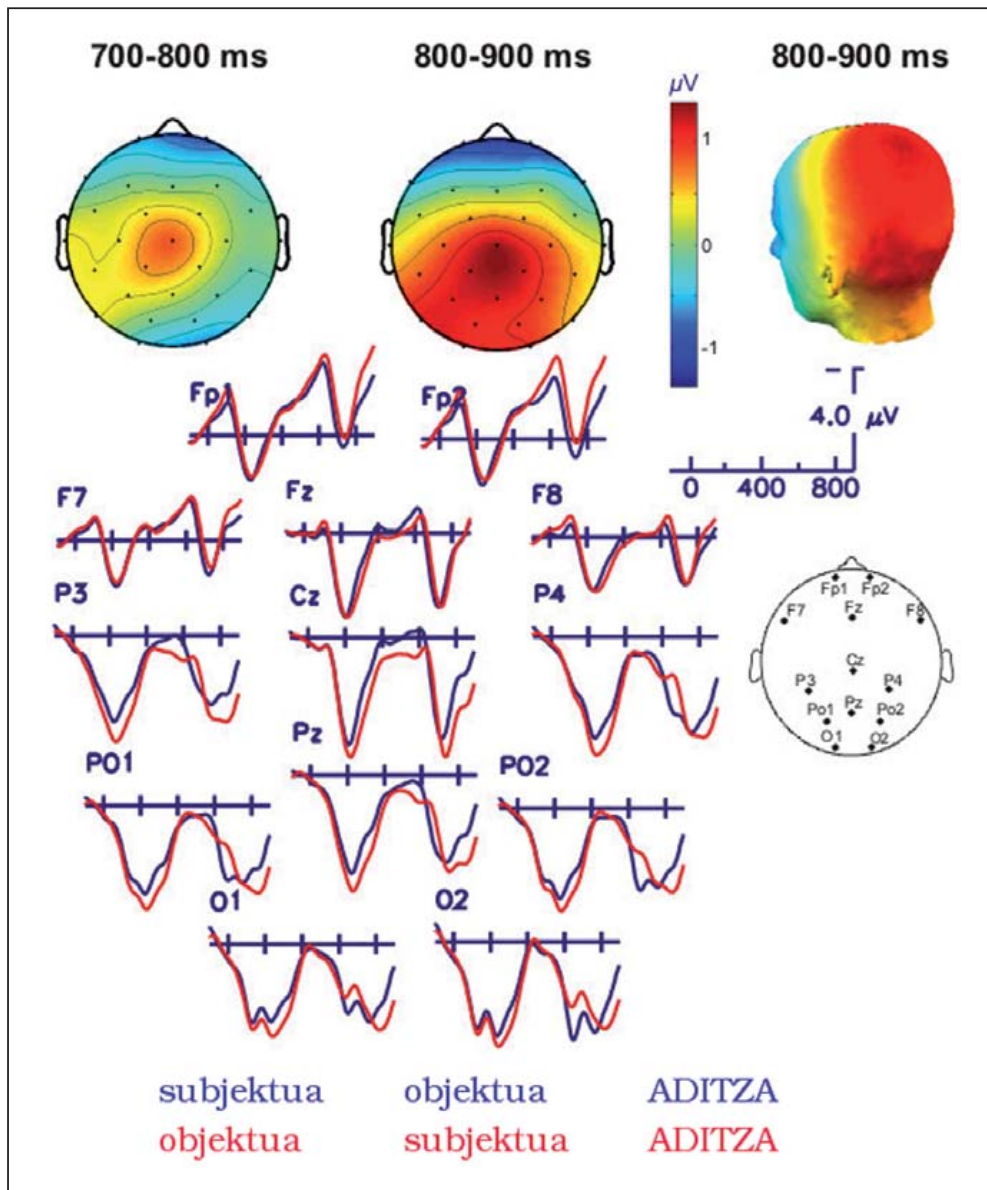
Perpaus hasieran bezala, bigarren kokapenean objektua eta subjektua konparatzean erantzun elektrofisiologikoen beste negatibitate bat erakusten dute. Oraingoan, hitz-hurrenkera kanonikotik kanpo dagoen subjektuari dagozkion uhinak dira negatiboagoak direnak. Hau da, perpausen hasieran bezala, kokapen kanonikotik kanpo dagoen osagaiak uhin negatiboagoak sortzen ditu posizio kanonikoa mantentzen duen osagaiak baino (ikus 7. irudia).

P600 da hizkuntzarekin zerikusia duen beste erantzun elektrofisiologiko bat. ERP osagai honen «P» hizkiak adierazten du efektuaren polaritate positiboa dela; zenbakiak berriz, estimulua gertatu eta seiehun milisegundo ingurura gertatzen da. Aurretik ikusi dugun negatibotasunaren antzera, P600 osagaia konplexutasun sintaktikoarekin uztartzen da. Baina, batez ere, egitura konplexuen berranalisia eskatzen duten perpausak eta oinarritzko hurrenkera duten perpausak erkatzean lortzen den osagaia da (Kaan *et al.* 2000, Friederici 2002). Euskarazko OSV egitura eratorrian P600 osagaia ikus daiteke aditzaren kokapenean, SOV egitura kanonikoaren aditzarekin erkatzen dugunean (8. irudia).



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

Beraz, euskaraz SOV hitz hurrenkera kanonikoa OSV hitz hurrenkera eratorriarekin alderatzen dugunean, euskaldunen burmuinak aktibitate elektriko desberdina erakusten du. Aktibitate elektrikoko alde horrek beste hizkuntza batzuetan sintaxi-komplexutasunarekin lotzen diren ERP osagaiak erakusten ditu (negatibitatea eta P600). Hitz-hurrenkeraren kasuan, sintaxi-eragiketen bidez euren kokapen kanonikotik mugitu diren osagaiak nega-



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

tibotasunak sortu dituzte posizio kanonikoan dauden osagaiekin konparatu ditugunean. Aditzaren kokapenean aurkitu dugun positibitateak, bestalde,

agerian uzten du sintaxiaren aldetik konplexuak diren hurrenkerak prozesatzeko gure burmuinak egin behar duen berrikuspena.

Sintaxi-Teoriaren ebidentziek, psikohizkuntzalaritzako ebidentziek eta neuroirudietako ebidentziek bat egiteak agerian uzten du sintaxi-teorian oso abstraktu sumatzen ditugun irudi batzuk lan esperimentalen bidez baieztatu daitezkeela batzuetan. Euskararen hitz-hurrenkera aztertzean lortutako emaitzak beste hizkuntzen hitz-hurrenkerak aztertzean lortutako emaitzekin bat etortzeak adierazten du euskarak baduela hitz-hurrenkera kanoniko bat nahiz eta bere hitz-hurrenkera oso askea izan.

## ESKERTZA

Eskerrak eman nahi dizkiet Itziar Laka eta Iraia Yetanori artikulu honen eskuizkribua txukuntzen laguntzeagatik. Lan honek MECeko CSD2007-00012 eta EHUko GIU 06/52 ikerketa proiektuen babesa jaso du.

## BIBLIOGRAFIA

- ARREGI, Karlos (2002): *Focus on Basque movements*. Ph.D. dissertation. MIT.
- ARTIAGOITIA, Xabier (1995): «Verbal Projections in Basque and Minimal Structure». *Anuario del Seminario de Filología Vasca «Julio de Urquijo»ren gehigarriak*, XXXVI.
- BORNKESSEL, I. eta SCHLESEWSKY, M. (2006): «The extended argument dependency model: A neurocognitive approach to sentence comprehension across languages». *Psychological Review*, 113(4), 787-821.
- CHOMSKY, Noam (1986): *Knowledge of language*. Praeger: New York.
- DE RIJK, Rudolf (1969): «Is Baque an S.O.V. language?». *Fontes Language Vasconum* 1-3, 319-351. Berrargitaratua, DE RIJK, Rudolf P.G. (1998): «De Lingua Vasconum: Selected Writings». *Anuario del Seminario de Filología Vasca «Julio de Urquijo»ren gehigarriak*, XLLIII.
- EGUZKITZA, A. (1986): *Topics in the Syntax of Basque and Romance*. UCLA. Ph.D. dissertation.
- ELORDIETA, Arantzazu (2001): *Verb Movement and Constituent Permutation in Basque*. LOT Dissertation Series: Utrecht.
- ERDOZIA, Kepa (2006): *Euskal Hitz Hurrenkera Azterketa Psikolinguistiko eta Neurolinguistikoen Bidez*. EHUko Doktorego Tesia.
- ; LAKA, Itziar; MESTRES-MISSE, Anna; RODRÍGUEZ-FORNELLS, Antoni (2009): «Syntactic complexity and ambiguity resolution in a free word order language: behavioral and electrophysiological evidences from Basque». *Brain and Language*, volume 109, Issue 1, 1-17.
- FERNANDEZ, Beatriz (1998): *Egiturazko kasuaren erkaketa euskaraz*. Doktorego tesia. EHUko argitalpen zerbitzua: Bilbo.

- FIEBACH, C.J. (2001): *Working memory and syntax during sentence processing. A neurocognitive investigation with event-related brain potentials and functional magnetic resonance imaging*. Univesrsitaet Leipzig, Doktorego Tesia.
- FRIEDERICI, Angela (2002): «Towards a neural basis of auditory sentences processing». *Trends in Cognitive Science*, vol. 6 no 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.
- KAAAN, Edith; Anthony HARRIS; Edward GIBSON eta Phillip HOLCOMB (2000): «The P600 as an index of syntactic integration difficulty». *Language and Cognitive Processes* 15, 159-201.
- LAKA, Itziar (1990): «Negation in Syntax: On the Nature of Functional Categories and Projections». *MIT Dissertation*. MITWPL: Cambridge, MA.
- MATZKE, M.; MAI, H.; NAGOR, W.; RÜSELER, J. eta MÜNTE, T. (2002): «The cost of freedom: An ERP study of non-canonical sentences». *Clinical Neurophysiology* 113, 844-852.
- 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, Jon (1989): «Parameters in the Grammar of Basque». Foris: Dordrecht.

