

95. zenb.

XXXVIII. URTEA
2020 URTARRILA-EKAINA

ISSN 2530-3287

**Jose Mari
Arriola**

UPV/EHU. Euskal Hizkuntza eta
Komunikazioa Saila. Ixa Taldea

josemaria.arriola@ehu.eus

**Josu
Goikoetxea**

UPV/EHU. Hizkuntza eta Sistema
Informatikoak Saila. Ixa Taldea

josu.goikoetxea@ehu.eus

Mikel Iruskietza

UPV/EHU. Hizkuntzaren eta
Literaturaren Didaktika Saila. Ixa
Taldea

[@iruskietza_m](mailto:m@iruskietza_m)
mikel.iruskietza@ehu.eus

Bestelako lankidetzak

Hizkuntza-teknologiak hizkuntzen ikas-irakaskuntzan: zenbat aukera, hainbat erronka

Hizkuntzen ikas-irakaskuntzan hizkuntza-teknologiak egin dezakeen ekarpena azaltzea da artikulu honen helburua. Horretarako, hizkuntzalaritza konputazionala zer den eta eskolan zelan erabil daitekeen landuko da, alde batetik. Beste alde batetik, testuinguruari eta nazi-oarteko esperientziei gainbegirada orokorra emateaz gain, euskararen esparruan garatu diren baliabideei eta egiten ari diren ikerlanei ere erreparatuko zaie, etorkizuneko bideak eta erronkak alde batera utzi gabe.

Gako-hitzak

atzeraelikadura automatikoa, erregelak, hizkuntza-teknologia, hizkuntzalaritza konputazi-onala, hizkuntzen irakaskuntza, ikasketa automatikoa, ikuspegi teknopedagogikoa, inputa, interakzioa

1. SARRERA

Teknologia gero eta gehiago erabiltzen da hizkuntzen ikas-irakaskuntzan, eskolan nahiz eskolatik kanpo. Hala ere, kontuan izan behar dugu gorabehera handiak dituela teknologia horren garapenak tokiaren (eskola eta herrialde) eta hizkuntzaren arabera. Hezkuntza-teknologian inbertsio pertsonal eta ekonomiko handia egiten bada ere, hizkuntza-teknologian inbertsioa eta ezagutza txikiagoak dira; are: nabarmenagoa da arrakala hori baliabide urriko hizkuntza-komunitateetan. Bestalde, han eta hemen In-formazioaren eta Komunikazioaren Teknologiak (IKT), teknologia edo eskola digitala aipatzen direnean, “ordenagailuak eta baliabideak erosteko aurrekontua” da sarritan horren azpian dagoena. Behin inbertsio hori egin ondoren, digitalizazioa ez dela berez aurrerapen esanguratsua konturatzen gara; teknologiaz egiten duguna da funtsezkoa. Hala, interakzioan, forma linguistikoak nabarmentzen, hizkuntza ekoiztean edota atze-raelikaduran lagun dezake teknologiaz egiten dugunak. Iruskietza et al.-en lanean aipa-tzen den bezala (2019, 9. or.), “orain da unea ikuspuntu kritiko batetik teknologiak eta hezkuntzak bat egiteko” ikuspegi teknopedagogiko (Román-Mendoza, 2018) orokorra garatuz.

Izan ere, gero eta jantziago daude irakasleak hezkuntzarako teknologia ikuspuntu kritikatik erabiltzeko. Arrazoiak arrazoi, hizkuntza-teknologia ez da askorik ezagutzen oraindik, egun euskararen irakaskuntzarako eremu horretako hainbat baliabide eskura ditugun arren. Egia ere bada baliabide horietako batzuk zeharo txertatuta daudela beste hizkuntza batzuen irakaskuntzan, euskarari dagokionez oraindik lantze-bidean ditugun bitartean. Bestela esanda; hizkuntza-teknologiek antzeko erabilera izan dezakete edozein hizkuntzatarako; baina baliabideok euskara “ulertu” beharko dute ikasketa-prozesuan nolabait esanguratsu izan daitezen. Adibidez, hainbat tresna erabil daitezke euskarazko testuetan informazio linguistikoa erazteko edo nabarmentzeko zein lexikoa eta morfologia lantzen laguntzeko; (ANALHITZA, EDBL eta Morfeus, besteak beste). Corpusen datuak bistaratzeari dagokionez ere, hainbat tresna daude eskuragarri hizkuntza gehienetarako (VOYANT TOOLS, esaterako). Testuaren makroegitura eta diskurtsoaren antolakuntzari buruzko informazioa ematen duten tresnak ere badaude (Iruskietak eta Braud, 2019), eta azken horiek hizkuntzak ikasteko prozesua hobetzeko baliabideak daitezke (laburpenak egiteko, esaterako, Atutxa et al., 2019). Aipatutako tresna horiek, gainera, antzeko azpiegitura izan dezakete edozein hizkuntzatarako moldaketa lan egokiak eginez gero (VIEW ariketa automatikoak sortzeko baliabidea, Complexity hizkuntza konplexutasuna automatikoki zehazteko, Compress-eus laburpenak lantzeko sistema, batzuk aipatzearen).

Hizkuntzaren didaktikaren esparruan hizkuntza-teknologiak egin dezakeen ekarpena azaltzea da lan honen helburua, hizkuntzak i(ra)kasteko, orokorrean, eta euskara i(ra)kasteko, bereziki, dauden baliabideak kritikoki aztertuz eta komunitateari ezagutaraziz. Horretarako, hizkuntzalaritza konputazionala zer den azalduko dugu hasiera batean: erregela gramatikalak eskuz egitea eta erregelak automatikoki egitea zer den eta hizkuntzen irakaskuntzan nola baliatu daitezkeen erakutsiko dugu. Horrez gain, hizkuntzaren eta teknologiaren arteko erlazioa bi hurbilpenetatik aztertuko dugu. Batetik, hizkuntzalaritza konputazionalarekin eta ikuspegi gramatikalarekin (hizkuntza-mailak: fonetika, morfologia, lexikoa, sintaxia eta diskurtsoa) lotutako hizkuntza-teknologiei erreparatuko diegu eta, bestetik, hizkuntzalaritza konputazionalarekin eta hizkuntz trebetasunekin (irakurmena, idazmena, entzumena eta mintzamina) lotutako hizkuntz baliabideei.

Printzipio didaktikoei dagokienez, hizkuntza bat ikasteko hizkuntzalaritza konputazionalak duen arlorik sendoena nabarmendu nahi izan dugu, honako ikuspegi honi jarraituz:

- Ikasle bakoitzak behar duen inputaren garrantzia.
- Kontzientzia metalinguistikoa lantzea hizkuntz formak nabarmenduz.
- Ikasleak erabiliz ikastea hizkuntza, hau da, interakzioaren bitartez.
- Baliabide erreal, gogoko eta multimodalak erabilera.
- Atzeraelkadura automatikoaren kalitatearen garrantzia.

2. TESTUINGURUA ETA NAZIOARTEKO ESPERIENTZIAK

Badirudi hizkuntza bat hobeto ikasten dela ikaslearen motibazioa handitzen denean (Gillakjani, 2012) eta hizkuntza ikasten ari denari eskaintzen zaizkion materialak multimodalak, errealak, esanguratsuak eta mailakakoak direnean. Horrez gain, motibazioan modu positiboan eragin dezakete material horiek, ikasleak hizkuntza behar duen testuinguruetan erabiltzeko gai dela ikusten duenean.

Egun aukera gehiago dago klasean material errealarekin lan egiteko (hots, helburu didaktikoekin egin ez den materiala eta komunikazio-egoera errealean eta berdintsuetan sortu dena); izan ere, gero eta baliabide gehiago dugu testu multimodalak gordetzeko, eraldatzeko zein horietan hizkuntza-formen, nozioen edota funtzioen bilaketak egiteko (Bullock eta Toribio, 2013). Halaber, aipagarria da multimedia-bitartekoaren bidez irakaskuntza tradizionalarekin baino gehiago eta hobeto ikasten dela, García et al. en arbera (2017) esaterako. Horrez gain, aukera interesgarria izan daiteke *e-learning*a aurrez

aurreko ikasketak egin ezin dituzten ikasleentzat edo jardun biko eredua (*b-learning*). Askotariko ikasgaiak ere sortu dira dagoeneko azpiegitura gutxiarekin sor daitezkeelako, ikas-ingurune birtual ez-formalak, besteak beste.

Ukaezina da ikasteko moduak ere aldatu egin direla. Ordenagailuen laguntzari esker (*Intelligent Computer Assisted Language Learning*, ICALL sistemak) gero eta aukera gehiago dago munduko hizkuntza hegemonikoak nonahi ikasteko (Duolingo edota Bussu, adibidez). Halaber, baliabide gutxiago dagoen arren, bada abagunerik munduko edozein tokitatik euskara ikasteko eta euskaldunokin mintzapraktikak egiteko. Hala, audioa, bideoa eta testua erabil daitezke komunikatzeko, dela modu sinkronoan (esaterako, bideo-konferentziak egiteko programekin: Jitsi, Hangouts eta Skype), dela asinkronoan (Moodle, e-posta, WhatsApp eta Twitter) (Iruskietak eta Iturricastillo, 2019).

Hizkuntza ikastea testu idatzia ikastea baino gehiago da. Beraz, datu multimodalak kudeatzen eta partekatzen ez ezik, hizkuntza aztertzen eta azterketa horretako datuekin hizkuntzak ikasteko zenbait jardura egiten ere lagun diezagukete ordenagailuek. Adibidez, ikasleari bere erantzunaren arabera aldeztu aurretik prestatuta dauden atzerari-kadura multimodalak eskaini ahal zaizkio, edota bideoen bidez pausoz pauso jardura bat burutzen lagundu. Horrez gain, teknologia digitalak eta hizkuntza-teknologiak baliagarriak dira landu beharreko testuak (linguistikoki esanguratsuak diren testuak) bilatzeko orduan, baita inputa nabarmentzeko tresnak erabiliz norbere maila baino apur bat harago dauden testuak zerrendatzeko edo ikasleak erabiltzen ez dituen edo gutxi erabiltzen dituen hizkuntza-forma batzuk dituzten testuak proposatzeko (Chen eta Meurers, 2016)¹.

Ikasleen jabekuntza-mailak zehaztu daitezke testuinguru digitalean. Meurers et al.-en (2010) arabera, Garapen Hurbileko Esparruaren ideari jarraikiz, bere maila baino apur bat aurreratuago dagoen materiala erabiltzen bada ikasten du hobeto pertsonak; halaber, formak egoki nabarmentzen bazaizkio, kontzientzia metalinguistikoa lantzeko aukera izango du. Horrela, ikasleak laguntza egokiarekin bere mailatik harago dauden egiturak irakurri eta ikas ditzake. Sarri askotan eskolako testuak edukiaren zailtasunaren arabera egoten dira antolatuta; horregatik, zaila izaten da irakasgai anitzetan edukiaren zailtasuna eta hizkuntzaren konplexutasuna modu osagarrian jartzea, ikasleak edukian eta konpetentzia linguistikoan aurrera egin dezan (Berendes et al., 2018). Alderdi horretan, hizkuntza-teknologiak lagun diezaioke materialgileari ikasmaterialak sortzerakoan.

Bestalde, hizkuntza-teknologiak ikasle bakoitzak idatzitakoaren hizkuntza-maila kalkulatzeko² analisi multifaktorial bati esker (hizkuntza-egituren aberastasuna eta erroreak ikasmalari esleituz), eta hurrengo mailak lortzeko behar diren baliabide aberatseko testuak irakurtzeko proposatu edota jarduerak eskaini. Esaterako, input konplexuagoaren hipotesiari jarraituz, ingeleserako eta alemanerako analisi multifaktoriala egiteko tresna egokia garatu eta probatu dute Chenek eta Meurersek (2016); arestian aipatu dugun Complexity erreminta, alegia. Ikasleak idatzitakoa aztertzen du tresna horrek, eta erakusten du bai analizatutako faktoreak zein mailatan kokatzen dituen, bai faktore bakoitzari hurrengo mailan kokatzeko zenbat falta zaion. Ondoren, faktore guztiak kontuan hartuz maila batean edo bestean kokatzen du ekoizpen idatzi jakin bat.

Ikuspegi kritikoari helduz, hizkuntza-teknologiaren erabilerak ikaslearen autonomia ere bultzatzen lezake, baina hizkuntzak ordenagailu baten aurrean bakarrik ikasteko hasierako proposamen idealistaren ondoren, galdera asko daude argitzeko: noraino heldu gara?, zer egin daiteke gaur?, eta nora goaz edota garamatzate? *Language Learning & Technology* aldizkaria plazaratzen hasi zenetik igaro diren azken 20 urtean, argi ikus

¹ Datu multimodaletan oinarrituriko hizkuntza irakaskuntzaz gehiago jakiteko ikus Alonso-Pérez eta Sánchez-Requena (2018).

² Oinarritzko maila (A), aurreratua (B) edo aditua (C).

daiteke gero eta konplexuagoa eta aberatsagoa egin dela ordenagailuz lagundutako hizkuntza-ikasketaren ikerketaren, praktikaren eta ikaslearen autonomiaren arteko erlazioa. Reindersek eta Whitek (2016)³ aztertu dute, hain zuzen ere, eremu horiek nola eragin dioten elkarri, eta nola ari den orain aldatzen hizkuntza-ikasketaz eta -irakaskuntzaz dugun ikuspegia.

Hizkuntzak ikasteko eta baliabideak sortzeko datuen kudeaketan gero eta gaitasun handiagoa dago, baita datuetan eta corpusetan oinarrituriko hizkuntzaren irakaskuntzan ere. Egun gero eta ohikoagoa da ikasleek testuinguru digitalean ikastea, bai eta ikasleen datuak erabiltzea beren ikaskuntza gidatzeko. Esaterako, ikasleen hizkuntza-datuak beteta daude ikasgela birtualak, Moodle instalazioak, MOOCak⁴, auto-ikaskuntza ikasgela birtualak, b-learning moldeko euskaltegiak edota mintzapraktika guneak (mintzaz net.net adibidez). Nahiz eta datu horiek erabilgarriak izan, irakasleak ezin du datu multzo handi hori bakarrik kudeatu, aurrez aurrekoetan dauden interakzio mugatu guztiak kudeatzen ez diren bezala. Horretan, ikaskuntza-datuen analisiak⁵, hizkuntza-teknologiak eta adimen artifizialak laguntza handia eman dezakete, gure ustez, eta nolabait hori hizkuntzak beste modu batean ikasteko erabil liteke.

Hizkuntza-teknologiaren garapenari dagokionez, lehendabizi erregeletan oinarrituriko sistemekin garatu zen (1980-1995 urte bitartean, dataren bat aipatzearen; izan ere, oraindik ere garatzen ari dira erregeletan oinarrituriko sistemak). Sistema horiek, ordea, zenbat eta konplexuagoak izan, orduan eta zailagoak izaten dira mantentzen, eguneratzen edota hobetzen. Hurrengo garaian (1995etik aurrera), muga horiek gainditzeko, ikasketa automatikoaren garapen arrakastatsua gertatu da arlo askotan, jardueraren mota desberdinetan eta hizkuntza aniztetasunarekin emaitza hobekien lortuta. Hurbilpen enpirikoa areagotu du metodo horrek; datuen kopuruan eta kalitatean du oinarria, teorizazio-prozesuari garrantzia kenduz eta zenbait kasutan hasierako garaiko hizkuntzalaritzaren rola ere zalantzan jartzera heltzeraino.

Hizkuntzaren jabeakuntzan, ordea, hizkuntza ikasteko garapenak eta prozesuak garrantzi handia dute; argi dago gizakiok ez ditugula hizkuntzak makinek bezala ikasten (datu-multzo kantitate handiak prozesatuz eta datu horien patroiei jarraituz). Beraz, egun, esparru ezberdinetako eragileen elkarlana balioetsi behar da hizkuntzak nola ikasten diren ikertzean, hala nola hizkuntzalaritzarena, psikopedagogiarena eta baliabide egileena (bai materialgintzan bai hizkuntza ikasteko prozesuetan duten garrantzia ICALL sistemen garapenean ari direnak).

Bestalde, ordenagailu bidezko hizkuntza-egiaztagintzak goranzko joera duela aipatzen du Sagarzazuk (2019), hizkuntzen ikas-irakasprozesuen bestelako esparruetan gertatzen ari den bezalaxe. Izan ere, hizkuntzen ezagutza ordenagailu bidez egiaztagintza eskaintza nabarmen zabaldu da azken hamarkadan. Egiaztagintzan hizkuntza konplexutasuna neurtzen den bezala, garrantzitsua da hainbat aldagaitan oinarritutako azterketa egitea, eta hizkuntzaren jabeakuntzaren egiaztagintza errazteak zein proba digitalak ekintza komunikatiboetako baldintzetara ekartzeak izan behar du ICALL sistemen helburu.

3. HIZKUNTZALARITZA KONPUTAZIONALA

Hizkuntza-teknologiaren funtzionamendua eta hizkuntzalaritza konputazionalaren bi garaiak azalduko ditugu atal honetan, baina hizkuntzak ikasteko baliagarria izan daitezkeen ikuspegitik. Aldez aurretik aipatu dugun ordena kronologikoari jarraituz, eskuz egindako erregeletan oinarritzen diren hizkuntza-teknologiez arituko gara lehendabizi

³ Editoreen oharra: 2018an argitaratu zen artikulua euskaraz eHIZPIDE aldizkariaren 92. Zenbakian http://www.ikasten.ikasbil.eus/mod/habecms/view.php/irakasbil/argitalpenak/autonomia_eta_teknologia_20_urteren_ondoren.

⁴ Ingeleseko *Massive Open Online Course* terminoaren laburdura da MOOC. Internet bidez egiten diren online ikastaroak dira, eta hezkuntza irekiaren eta masiboaren printzipioak jarraitzen dituzte.

⁵ Ikus Larrañaga (2019) ikaskuntza-datuen analisiari (*learning analytics*) buruz gehiago jakiteko

(3.1 atalean) eta, ondoren, erregela horiek era automatikoa egiteko ikasketa automatikoko teknikez (3.2 atalean).

3.1. ERREGELETAN OINARRITURIKO HIZKUNTZA-TEKNOLOGIA: MURRIZTAPEN GRAMATIKA

Erregeletan oinarritutako hizkuntza-teknologia baliatzeko, *murriztapen gramatika* formalismoak eskaintzen dizkigu hizkuntzaren gramatika edota sintaxia ikasten dutenentzat guztiz interesgarria den hurbilpen bat jorrazteko aukerak; *Constraint Grammar* deritzo ingelesez (Karlsson et al., 1995). Esparru metodologiko gisa harturik, i(ra)kasleak bere gramatikak egin eta egiazta ditzake; izan ere, formalismo horren aplikazioarekin, gramatika- eta sintaxi-dukietan modu praktikoa murgiltzeko aukera dute ikasleek. Halaber, pentsamendu konputazionala eta konpetentzia digitalen ikuspegitik ere, ikasleen formazioa hobetzeko eta osatzeko baliagarria izan daiteke.

Esate baterako, *-a* itsatsia eta mugagabea modu desegokian erabili direla nabarmentzeko araua adieraz dezakete i(ra)kasleek honelako adibideen gainean: “zenbait analisten”, “zenbait enpresen”, “hainbat irakasleen”, “hainbat ikaslearen”, eta abar.

MAP (%Mugagabearen erabilera desegokia) (IZE) IF (0 MUGATUA) (-1 DZG);

Alegia, izenaren (IZE) ezkerretara determinatzaile zehaztugabe (DZG) bat baldin badugu, izena ez dugu mugatua jarriko, mugagabea baizik. Hori dela eta, baldintza horiek betetzen diren kasuan, zalantzarik/okerra den erabilari mezu hau erantsiko diogu erregela horren bidez: *%Mugagabearen erabilera desegokia*. Eta beste kasuetan ez diogu mezurik erantsiko. Horrela, i(ra)kasleek input erreala gainean proba dezakete araua eta, agertzen diren adibide berrien arabera, arauak zuzentzen/moldatzen/aberasten aritu daitezke; azken batean, interakzio zuzena izango dute lantzen ari diren edukiarekin, teoria eta praktika erabat uztarturik.

IKTak baliatzeko trebezia maila ezberdineko ikasleak badaude, haiek erregelak (edo erregela modukoak) paperean idatz ditzakete, eta irakasleak erregela horiek paperetik ordenagailura pasatu eta emaitzak bistaratu eta komenta ditzake, egin behar diren doikuntzak arrazoituz. Egun, Lehen Hezkuntzatik hasita eta ondorengo hezkuntza mailatan, gero eta garrantzi handiagoa ematen zaio pentsamendu konputazionalari. Horrela garatu dira programatzen ez dakitenentzako ingurune sortzaileak (Scratch, esaterako). Hizkuntzak ikasteko ere badago antzeko ingurunerik, hizkuntza zer den ulertzeko eta kontzientzia metalinguistikoa lantzeko egokiak izan daitezkeen ariketak bilduta; esaterako, norberak corpus kontrolatu batean erregelak egiteko inguruneak. Era berean, corpus errealetatik egitura jakinak erauzteko programak erabiliz fenomenoaren corpus kontrolatuak egin daitezke, ikasteko egokiak izan daitezkeenak. Hurbilpen hau baliatzean, beraz, ikuspegia aberastu eta hizkuntzaren zenbait ezagutza modu interaktiboan landuko lirateke, betiere alderdi teorikoa eta praktikoa uztartuz.

Bereziki, hitza oinarri izanik eta morfologiatik abiatuta, sintaxiaren oinarrian dauden beste zenbait ezagutza ere landu ahal izango ditugu. Hona hemen adibide batzuk:

- Katetoria gramatikala testuinguruaren arabera zehaztu edota definitu: zein da “garai” hitzaren katetoria? Adibidez, “garai ederrak ziren haurtzarokoak” eta “seminario garaiko oroitzapenak” esaldietan.
- Kasua desanbiguatua: zein da “amarenerako” hitzaren kasua?
- Komuntadura-akatsak identifikatu: adibidez, “tabernak izugarritzko kutxak egiten dituzte” esaldiak ergatibo plurala behar duela jakin eta hori erregelekin formalizatzen jakin behar da.

- Egiturak identifikatu eta egitura motaren arabera sailkatu: gramatikako erregelen bidez, esate baterako, ikasleek perpaus motak identifikatzeko arauak idatzi eta proba ditzakete. Era berean, askotariko gramatika partzialak idatz ditzakete irakasleak lagunduta, esaldi bateko osagai nagusiak deskribatzen dituztenak (izen-sintagmak, aditz-sintagmak, postposizio-sintagmak, perpaus bakunak eta mendekoak, besteak beste).
- Zuhaitz-egiturak era desberdinetara aztertu eta erkatu: ohiko zuhaitzez gain, hitzen arteko erlazio sintaktikoak beste era batera ikusi ahal izango dituzte.
- Akatsak identifikatu eta zuzenketak proposatu erregela hauek erabilia: hori egin ahal izateak esaldietan agertzen diren osagaiak eta haien arteko erlazioak ezagutzea eskatzen du. Adibidez, “Mikelek tomateak 5 eurogatik erosi ditu” esaldi okerra emanda, esaldi hori erregelekin zuzentzeko garrantzitsua da jakitea “erosi” aditz nagusia dela, eta “pertsona” bat dela ekintzaren subjektua eta “tomateak” dela objektua ere bai. Horrez gain, “erosi” aditzak ez duela eskatzen *-gatik* kasua, baizik eta *non* kasua edo inesiboa (“eurotan” edo “euroan”⁶).

Aipaturiko ariketa horiek guztiak hasierako mailako eta pentsamendu konputazionala ezagutzen ez duten ikasleentzat izan daitezke egokiak, alde aurretik irakasleak prestatuturiko corpusak baliatuta. Ikasle aurreratuagoek, aldiz, corpus erreal edo konplexuagoekin arituko lirateke. Halaber, ariketa bakoitzean, gramatika-arau horiek moldatzean adibideen gainean eta zuzenean egiaztatu ahal izango lukete zer gertatzen den kasu bakoitzean.

Ariketa horien guztien helburua, oro har, euskarazko esaldi-egitura nagusiak aztertzen eta azaltzen laguntzea litzateke, metodologia honek eskaintzen dizkigun baliabideekin. Beraz, euskal i(ra)kasleen lagungarri litzateke.

Sarreran aipatu bezala, ikaslearen motibazioa dugu xede. Hori dela eta, metodologia honekin lan egin izan duten zenbait esperientziaren ildotik, sintaxia interaktiboki irakasteko ingurunearena hartuko dugu oinarri gisa bereziki: *Visual Interactive Syntax Learning (VISL)*. 22 hizkuntzatarako erremintak garatu dituzte honez gero. Erreminta horiek ikaslea dute protagonista aktibo; hau honela, formakuntzarako jokoetan, hausnarketan edo lehiaketetan murgilduko da partaidea: hitz klaseen ulermena garatzen, hitzen kategoria gramatikalak erabakitzeko ariketa-jokoetan, hitzei funtzio sintaktikoak esleitzeko ariketa-jokoetan, eta abarretan.

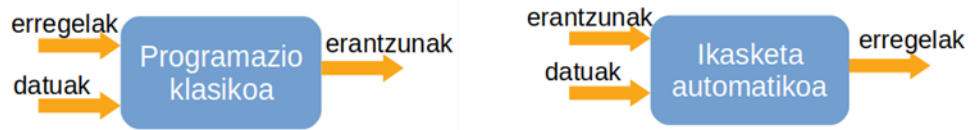
Horrez gain, lanen jarraipenean eta behaketan lagun diezaioke formalismo horrek irakasleari. Esate baterako, gramatikaren arlo batean ikasleak izan duen trebatze-fasearen ondoren aurrera egin duen ebalua daiteke.

3.2. ERREGELA AUTOMATIKOAK

Atal honetan, hizkuntzalaritza konputazionalaren bigarren garaian konputagailuek induzitutako erregelak izango ditugu hizpide, baita azken horiek gauzatzeko metodoa ere; hau da, ikasketa automatikoaz arituko gara. Labur esanda, adimen artifizialaren adarretako bat da azken hori; zehazki, makinek gizakien jarduerari emandako erantzunak (ikasketa eta jokaera) simulatzeko zientzia da. Mundu errealeko interakzioetik edota entrenamendu-datuetatik ikasten dute ikasketa automatikoko teknikek, modu autonomoan. Garrantzitsua da alderatzea ikasketa automatikoaren metodoa eta 3.1 atalean azaldutako eskuzko erregelen metodoa; (ikus 1. irudia).

⁶ Oinarri morfologikoa duten zuzenketarako erregelak osatzeko, analizatzaile morfologikoaren emaitzak hemen ikus daitezke: <http://ixa2.si.ehu.es/demo/analisis morf.jsp>

1. irudia. Erregeletan oinarritutako sistema klasiko (programazio klasikoa) eta ikasketa automatikoko eredua (berezko ekoizpena).



Alde batetik, datuak bilduz eta horiek interpretatzeko erregelak eskuz idatziz egiten da lehen garaiko hizkuntzalaritza konputazionala (edo programazio klasikoa, irudian). Beraz, eskuz egindako erregelak erabiliz hizkuntza forma bat (datua) kategoriatzeko edo bestekoa den zehaztea (erantzuna) lortzen da metodo horren bidez, jardueraren arabera arrakasta handiagoa edo txikiagoa izanik. Beste aldetik, bigarren garaiko hizkuntzalaritza konputazionalan (edo ikasketa automatikoan) beste modu batera egiten da lana. Kasu horretan, sistemari hasieratik eman behar zaio hizkuntza-formaren (datua) kategoriatzeko (erantzuna) zein den eta sistemak berak datuen eta kategorien arteko erlazioak deskribatzen ditu erregelak erabiliz. Hortaz, bi sistemek ezberdin funtzionatu dute. Ezkerreko ereduan, datu gutxirekin erregela-sistema on bat egitea erraza da eta bigarrenak datu gutxirekin arrakasta txikia lortzen du. Baina datu asko daudenean, eskuz egindako erregelekin fenomeno guztiak kontuan izateak asko zailtzen du egitekoa eta ikasketa automatikoan, ordea, zenbat eta datu gehiago izan emaitzak hobekiago izango dira, sistemak edota makinak gehiago eta hobeto ikasten baitu.

Ikasketa automatikoaren xedea gizakion ikasketa simulatzea bada ere, argi dago makinek bestelako estrategiak erabiltzen dituztela ikasteko. Bestela esanda, makinek gizakietatik bere bizitza guztian irakurri ezingo lukeen testu-kopuruarekin gauza sinpleak (analizatu, zenbatu eta ordenatu, besteak beste) egin ditzakete ordu edo egun batzuen buruan.

Hala, artikulu honetan, alde batetik, gizakien hizkuntza ikasketa-prozesua aztertzen dugu, eta, bestetik, aipatutako prozesu horretan lagungarri izan daitezkeen ikasketa automatikoaren erabilera deskribatzen ditugu. Gauzak horrela, datuen inguruko irakaskuntzarekin zabaldu nahi dugu egungo i(r)akabideak eta baliabideak aberasteko bidea. Izan ere, gizakiei hizkuntzak ikasteko prozesu horretan laguntze aldera, ikasketa automatikoa nola erabiltzen den erakustea komeni da gure ustez. Eredua konputazionalak eta hizkuntzaren prozesamenduko metodoak, beraz, baliabide eta tresna lagungarri legez aurkeztu nahi ditugu, ez xede legez. Horregatik, ikasketa automatikoaren azpiatal bat azalduko dugu hurrengo puntuan: ikasketa sakona. Azken hamarkadan hizkuntza-teknologian gorakada handia izan du, baita hizkuntza-ikaskuntzaren testuinguruan ere.

4. HIZKUNTZA-DATU MASIBOAK KUDEATZEKO IKASKETA SAKONEKO METODOAK

Ikasketa sakona, *Deep Learning* ingelesez, adimen artifizialaren baitako ikasketa automatikoko metodo-sorta da. Ikasketa sakoneko tekniken erabileraren ondorioz nabarmen hobetu dira azken urteotan hizkuntza-teknologiak. Izan ere, ordenagailuen konputazio-gaitasuna handitu egin denez, neurona-sareak erabili daitezke eta, horrela, ikasketa automatikoko emaitzak hobetu. Emaitzen hobekuntza horren adibide esanguratsuak dira Hizkuntzalaritza Konputazionalako zenbait lan-ildoren emaitzak. Gainera, erabilgarriagoak dira testuinguru sozio-ekonomikoetan eta hezkuntzan. Hor dugu, esate baterako, neurona-sareetan oinarritzen den euskarazko MODELA itzultzaile automatikoa. Ikuspegi berekoak dira Itzuli, Jaurilaritzaren itzultzaile neuronala, eta Itzultzailea, Elhuyarren itzultzaile automatikoa.

Ikasketa sakoneko eredu arrakastatsuenek nola funtzionatzen duten azaltzeko, kontuan izan behar da testuinguruetan oinarritutako errepresentazioetan datzala ikasketa automatikoa, eta horiekin sortzen dituztela hizkuntza-ereduak, testuen ezaugarriak irakurri, kontatu eta aztertu ahal izateko (Vaswani et al., 2017; Peters et al., 2018; Devlin et al., 2018). Esaterako, BERT sistemak akats gramatikalen zuzenketa (AGZ) jardueran emaitza onak lortu ditu, neurona-sareetan oinarrituriko ikasketa automatikoa erabiliz (Devlin et al., 2018). Horrela, hizkuntza-ereduak automatikoki sortu eta eredu horietan oinarritutako AGZ jardueran aurrerapen nabarmenak egin direla erakutsi da (Kaneko et al., 2019; Alikanotis eta Raheja, 2019; Didenko eta Shapatala, 2019).

Jarduera horiek hizkuntza ikasten edo irakasten ari direnek modu egokian ustiatu ahal ditzaten lan asko egin behar bada ere (Zawacki-Ritcher et al., 2019), etorkizunean arlo interesgarria izan daiteke Hezkuntzara Bideratutako Adimen Artifiziala (HBAA), hizkuntzak irakasteko sistemen fidagarritasuna handitzeko eta sistema horiek erabilgarri izateko. HBAAk etorkizuneko hezkuntza eta hizkuntzen irakaskuntza eraldatzen lagun dezake, batez ere diseinu unibertsalari, ebaluazioari eta atzeraelikadura pertsonalatuari dagokienez (hizkuntzartekotasuna kontuan izango duen erantzunean). Edonola ere, HBAAren eta ikuspegi pedagogikoen arteko lotura ahula da oraindik; batetik, HBAAren erroren eta arriskuen hausnarketa eta hurbilpen errealek falta dira eta, bestetik, HBAAren hurbilpen etikoa eta pedagogikoa sakontzeko beharrezana dago.

Esaterako, adimen artifizialak (AA) hezkuntzan izango zuen eraginaren harira argitaratu zuen txosten bat Zientziaren eta Ezagutzaren Europako Komisioak 2018an (Tuomi, 2018); teknika horiek egundo hezkuntzan eragin handirik izan ez badute ere, egoera laster nabarmen aldatuko dela adierazten du. Hainbat aplikazio konkretu aipatzen ditu txostenak, hala nola, gizaki-roboten erabilera haurren hezkuntza emozionalean⁷, online irakaskuntza masiboetan edo MOOCetan zein denbora errealeko ahozko itzulpen automatikoaren erabilera hizkuntzen ikaskuntzan.

Metodo horiek egun hezkuntzaren errealitatearen parte badira ere, zabalpen murrizta dute euskara ikasteko testuinguruetan. Baina, badirudi tresnak eta ikuspegi teknopedagogiko egokia hedatu edota garatu bezain laster nolabait erabilpena zabaldu egin daitekeela eta hezkuntzan izango duen eragina kontuan hartzekoa izango dela, paradigma aldaketa ekarriko baitu: ikaslearen komunikazio-ekintza guztien datu multimodaletan oinarrituriko ebaluazio automatikoa eta ikasleak bere komunikazio-gaitasuna lantzeko behar dituen hizkuntza-formetan oinarrituriko jardueren proposamena, besteak beste.

Adimen artifizialaren atal garrantzitsua da Hizkuntzaren Prozesamendua (HP). HPn, aipatu dugun moduan, gero eta garrantzi handiagoa hartzen ari da hizkuntza-teknologia hizkuntzen irakaskuntzan eta hezkuntza-arloan aplikatzea. Esaterako, HPn ezagunak diren honako aplikazio hauek ari dira hizkuntzen irakaskuntzan eta hezkuntzan aplikatzen:

- i. Testuetako informazio linguistikoa ustiatzea edo testu-meatzaritza (Reategi et al., 2011; Ferreira-Mello et al., 2019).
- ii. Galdera-erantzun ariketak (Lende eta Raghuvanshi, 2016)
- iii. Agente interaktiboak edo chatbotak (Kumar et al., 2016; Hiremath et al., 2018)
- iv. Itzulpen automatikoko sistemak (Yuan eta Briscoe, 2016; Groves eta Mundt, 2015).

Aipatutako sistemen hainbat aplikazio daude egun hizkuntzen irakaskuntzan; esaterako, testu-meatzaritzan FLAIR (Chinkina eta Meurers, 2016) interfazea. Interfaze horretan, lehenik, ikasten ari diren hizkuntzako testu bat sartzeko eskatzen zaie ikasleei eta idatzitakoaren konplexutasuna neurtzen du FLAIR sistemak. Ondoren, konplexutasun horren maila bereko konstrukzio gramatikalak dituen testuak bilatzen ditu, eta ikasleari ematen dizkio irakurketa-material moduan erabil ditzan.

⁷ <https://www.dream2020.eu/> edo <https://de-enigma.eu/>

Euskararako, aldiz, Seneko galdera-erantzunen web-aplikazioa da nabarmentzekoa. Horren helburua bestelakoa da: euskaraz idatzitako testuen ulermena lantzea. Euskarazko testuak erakusten dizkio ikasleari Senekok, erantzun beharko dituen galdera batzuekin batera. Azkenik, sistemak ikasleari bere erantzunaren inguruko ebaluazio bat itzuliko dio.

Hizkuntzaren irakaskuntzako chatbot delakoei dagokienez, Duolingo da ezagunenetakoa. Web-zerbitzu gisa eta mugikorreko aplikazio moduan garatu da aplikazio hori. Adimen artifizialeko tekniketan oinarrituta dago eta 23 hizkuntza ikasteko aukera ematen du honez gero. Ikasleei eskaintzen dizkien aukeren artean, entzumen ariketak eta itzulpenekoak (itzulpen-aukerekiko edo aukera barik) dira aipagarrienak. Ebaluazio-sistema bat badauka eta ebazpenetarako laguntza dauka ariketetan. Gainera, eskoletarako bertsioa ere atera dute⁸, eta irakasleek ikasgeletan beren ikasleekin erabiltzeko gaituta dago.

Beste alde batetik, ikasleak erabil dezakeen itzulpen automatikoko aplikazioa da ge-roago sakonago azalduko dugun ReadLang web-zerbitzua. Web-zerbitzu honetan, ikaslea hizkuntza bat ikasten arituko da, eta, adibidez, hizkuntza horretako edozein testu irakurri eta bere ama hizkuntzara (euskarara ere bai) itzul dezake momentuan erremin-tak.

Esparru honetako informazio gehiago nahi izatekotan, interesgarria da NLPTEA⁹ eta BEA¹⁰ kongresuetako lanei begiratzea. Esaterako, 2019. urteko BEA kongresuan ingele-saren irakaskuntzarako hainbat corpus jarri ziren eskuragarri, besteak beste Write & Improve¹¹ eta LOCNESS¹². Hurrengo adibidea Didenkok eta Shaptalak (2019) BEAn aurkeztutako BERTen oinarritutako ereduari dagokio, aipatutako corpusekin AGZ ataza-rako entrenatua.

I think that you have to bring with you winter clothes because here there is a really cold weather !
 A 7 11||R:OTHER||winter||REQUIRED||-NONE-||0
 A 11 11||M:OTHER||clothes with you||REQUIRED||-NONE-||0
 A 13 14||R:OTHER||it||REQUIRED||-NONE-||0
 A 15 16||U:DET||||REQUIRED||-NONE-||0
 A 18 19||U:NOUN||||REQUIRED||-NONE-||0
Result - I think that you have to bring winter clothes with you because here it is really cold !

Bada, adibide horretan, “S” esaldia jatorrizkoa da (oker dagoen zatia hondo grisez nabarmenduta dago), eta “Result-” ondoren dagoen esaldia hizkuntza-ereduan oinarrituriko zuzenketa da (hori ere hondo grisez).

Halaber, azken urteotan ikertzaile batzuek osatutako hizkuntzalaritza konputazionalaren baitako tresnen bildumak ere har daitezke aintzat. Izan ere, tresna horiek erabiltzeko ez da aparteko jakintza teknikorik behar, hizkuntzalaritza ezagutzak izatearekin nahikoa da. Esaterako, Chenek eta Meurersek (2016) sortutako CTAP web-zerbitzuan irakasleak bere edota bere ikasleen corpusak gorde ditzake, sistema horrek eskaintzen dizkion hizkuntza-formen eta konplexutasun neurrien artean aukeraketa egin, eta analisia egiteko modua eta analisisen emaitzak gorde, aurrerago datuak modu ezberdinetan bistaratzeko. Begien bistakoa da CTAP oso tresna erabilgarria eta sendoa dela,

⁸ <https://schools.duolingo.com/>

⁹ <https://www.aclweb.org/anthology/venues/nlp-tea/>

¹⁰ <https://www.aclweb.org/anthology/venues/bea/>

¹¹ <https://writeandimprove.com/>

¹² <https://uclouvain.be/en/research-institutes/ilc/cecl/locness.html>

aukera asko ematen baititu. Hala, ikasleen idatzizko testuen konplexutasuna edota ikasleek irakurri beharreko testuen konplexutasuna neurtzen ditu, hizkuntzaren jabeakuntzan garrantzitsuak diren hainbat hizkuntz forma kontuan izanik. Teknologia hau euskaraz garatuta ez badago ere, sistema horrek erabiltzen dituen oinarritzko tresnak garatuta daude, eta etorkizunean horiek guztiak biltzea, ebaluatzea eta irakasleen eskura jartzea izan liteke hizkuntza-datueta oinarrituriko ikaskuntza sustatzeko urrats nabarmena.

5. HIZKUNTZA-TEKNOLOGIEI GAINBEGIRADA BAT

Hizkuntz teknologiek eskainitako tresnen artean, irakasle zein ikasleentzat erabilgarri izan daitezkeen hiru hauek azalduko ditugu atal honetan: ReadLang, VIEW eta Tagarela.

5.1. READLANG

Hezkuntza- eta hizkuntza-teknologiak uztartuz, erabiltzaileak webguneak irakurri bitartean hiztegia eta bestelako hizkuntza-egiturak ikasteko baliabideak eskaintzen ditu ReadLangek. Esaterako, erabiltzaileak ulertzen ez dituen hitzetan edota egituretan klik eginda, hautatutako testua nabarmendu eta gainean haren itzulpena agertzen da beste kolore batez aukeratutako hizkuntzan; euskara ere badago hizkuntza horien artean. Hori egin ahal izateko, itzulpen automatikoa erabiltzen du ReadLang sistemak, hizkuntza-teknologia alegia.

Aukera gehiago du. Hala, erabiltzaileak egunean hainbat webgunetako edukia irakurtzen badu eta horietan hitzak azpimarratzen baditu, kontsulta horiek guztiak gorde egiten ditu ReadLangek eta automatikoki sortzen ditu memoria-kartak. Hauen bidez, hurrengo batean erabiltzaileak hitz edota egitura horiek gogoratzen dituen auto-egiazta-tzeko modua izango du (hezkuntza-teknologia). ReadLangek kontsulta horiek eta testuen iturriak gordetzen dituenez, erabiltzaileak eskura izango ditu kontsultak eta testu originalak.

ReadLangen, horrez gain, bideoak eta azpidatziak ere landu daitezke. Irakasleak material errealeko bideoak erabiltzeko aukera izango du, eta hizkuntza eta komunikazio-gaitasuna lantzeko baliabideak sortzeko halaber. Hasierako mailetan dauden ikasleentzat izan daiteke bereziki baliagarri.

5.2. VIEW

VIEW aplikazioan, ikasleak eskolan landutako hizkuntz formak bere kabuz ikasi eta landu ahal ditu, gustuko dituen webguneetako testuak irakurriz eta nahi dituen ariketak sortuz eta eginez. Hainbat hizkuntzatan dago erabilgarri dagoeneko (gaztelaniaz, ingelesez, alemanieraz edo errusiarrez, besteak beste) baina ez euskaraz. Hala ere, etorkizunean halako bat euskaraz sortzeko asmoa dute Ixa Taldean.

Tresna honen bidez, ikasleak material erreala eta bere gustukoa erabiltzeaz gain, ikasteko autonomia irabazten du eta motibazio handiagoa izan dezake, ariketa interaktiboa delako eta erabiltzaileak aukeratzen duelako zer ariketa mota egin. Esaterako

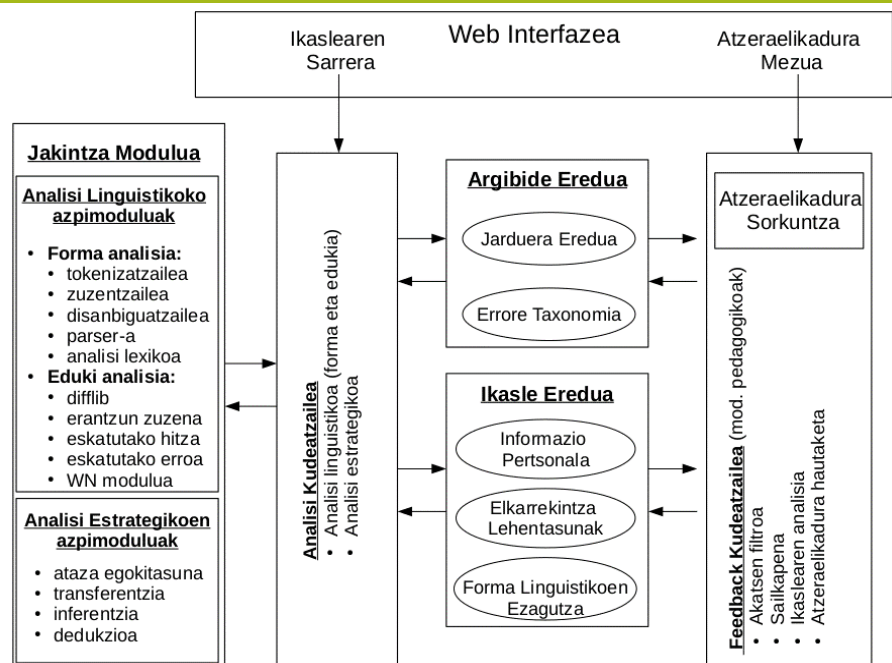
- i. Koloreztatu: aukeratu diren hizkuntza-formak kolorez agertzen dira hautatutako webgunean, eta forma egokia koloreztatzen da hizkuntza-teknologiaz.
- ii. Klikatu: aukeratu den hizkuntza-forma bilatu behar da eta gainean klik egin. Testu egokia aukeratuz gero, berdatu egiten da; okerra aukeratuz gero, berri, gorritu.
- iii. Aukera anitzekoak: aukeratutako hizkuntza-forma testuan beste aukera batzuekin batera agertzen da (hizkuntza-teknologia erabiliz sortutako distraktore esanguratsuak); forma egokia aukeratu behar du erabiltzaileak.
- iv. Hutsuneak sortzen dira aukeratutako hizkuntz forman; testu-zati egokia idatzi behar du erabiltzaileak.

Izan ere, ikasle bakoitzaren abiapuntua ezberdina da beste hizkuntza bat ikastea, bakoitzak ama hizkuntza (edo hizkuntzaren jakintza) ezberdina duelako besteak beste. Hori horrela, ikasi behar den hizkuntzaren zenbait formak beste batzuek baino irakaskuntza esplizituagoa beharko dute seguruenik, formak nabarmendu egin beharko dira, forma berri horiek eta beren funtzioak komunikazio-ekintzetan egoki ikasteko. Horregatik, VIEW aplikazioko hizkuntza bakoitzak hizkuntza-forma ezberdinak ditu ariketak sortzeko. Esaterako, ingelesez artikuluak eta *phrasal verbs*, besteak beste, bilatu daitezke, eta gaztelaniaz “*ser vs estar*” edo preposizioak landu daitezke.

5.3. SISTEMA OSOAGOAK: TAGARELA

Bestalde, badira jarduera mota batean oinarritzen ez diren sistema osoagoak. Esaterako, Amaralek eta Meurersek (2011) portugesa ikasteko TAGARELA¹³ izenekoa diseinatu zuten eskolako baliabide pedagogikoen osagarri gisa. Lan-koaderno baten modukoa da TAGARELA; esaterako, norberaren akats mota ezberdinei buruzko datuak ematen ditu, ortografian, morfologian, sintaxian eta semantikan. Entzumena, irakurmena eta idazmena lantzeko modua ere badago, eta lan-koadernoetan egin ahal izaten diren ariketa motak egin daitezke. 2. irudian aurkezten dugu TAGARELaren arkitektura.

2. irudia. TAGARELA sistemaren arkitektura
 (Amaral eta Meures, 2011, 17. or.; egileek euskaratua)



Arkitektura horretan, argi eta garbi ikusten da hizkuntza-teknologiak nola lagundu dezakeen eskolan; izan ere, galdera-erantzun itxien mugak gainditu daitezke ikaslearen erantzuna ulertuko duen sistema erabiliz. Horrez gain, aipagarriak dira ikasle bakoitzaren erritmora egokitzen diren sistemak eta atzeraelikadura indibiduala ematen duen feedback-sistema automatikoak (Rudzewitz et al., 2020): testuak irakurri eta ikaslearen ahozko nahiz idatzizko jarduna erregistratzeko eta, horrela, ikasleak ikasi behar duena gehiago landuko du eta ikuspegi hobea izango du.

¹³ TAGARELAz gain, interesgarria izan daitezke Robo-Sensei (Nagata, 2002) eta E-tutor (Heift, 2003) japoniera eta alemana, hurrenez hurren, ikasten laguntzeko sistemak.

6. EUSKARAZKO HIZKUNTZA-TEKNOLOGIA

Euskarari dagokionez, hizkuntza-teknologia hizkuntzen irakaskuntzan eta hezkuntzan baliatzeko zenbait ikerketa eta proposamen egin dira eta dagoeneko ikasketa automatikoko teknikak erabiltzen dira (esaterako, Bai&by-ren DDK System). Hala eta guztiz ere, oraindik lan asko egin behar da hizkuntza-teknologiak baliagarriak direla erakusteko eta ohiko metodoekin baino hobeto ikasten edo ebaluatzen dela erakusteko.

Hizkuntzaren Prozesamenduko ikerketa-lerroan parte hartzen duten hainbat ikertalde eta erakunde daude, besteak beste, Ixa Taldea, Aholab, Elhuyar eta UZEI. Atal honetan, Ixa Taldeak (testu idatzia) eta Aholab (ahozko testua) taldeetan garaturiko lanez arituko gara gehienbat.

Tresna batzuk hizkuntza bat ikasteko metodo edota osagarri gisa aurkezten dira. Beste batzuk, nahiz eta hizkuntza bat irakasteko ez diren propio diseinatu, ikasteko prozesuan zehar erabilgarri gerta daitezke zenbait moldaketa eginez gero. Hori dela eta, ikuspegi zabala hartuko dugu ondoren egingo dugun egoera-azterketan; hizkuntza-teknologiek aurrez aurreko ereduaren zein eskola birtualean edota eskola orduetatik kanpo hizkuntzak ikasi eta irakasteko eskaintzen dizkiguten baliabideak aipatuko ditugu.

6.1. IKUSPEGI OROKORRA

Badago dagoeneko erabilgarri dauden zenbait tresna; esaterako, Xuxen edo Hobelex zuzentzaile automatikoak. Web ingurunea dute bi horiek; Interneteko esploratzaile eta ofimatikako programa erabilienetan instala daitezke; hala ere, garapen bidean daude, Xuxen gramatika-zuzentzailea adibidez. Ingelesa eta euskara konparatuz, Grammarly web-zerbitzuaren doako bertsioa probatuta ikus dezakegu euskarazko zuzentzaile automatiko horiek nolako garapena izan lezaketen zenbait urteren buruan.

Zuzentzaileez gain, honako hauek izan daitezke hizkuntzak i(ra)kasteko baliabiderik garantzitsuenak:

- Corpusak.
- Hiztegi elektronikoak (Euskalterm, Euskalbar, Elhuyar).
- Hizkuntza idatzia eta ahozkoa analizatzen dituzten web-aplikazioak
- Itzulpen automatikoko aplikazioak.

Baina, baliabide horiek ez dira dauden bakarrak. Esate baterako, ERREUS akatsen datu-basea ere kontuan hartu ahal dugu. Halaber, hizkuntza ikasten ari direnen corpusak eta horien “desbideratzeak” gordetzeko sistema garatu zen ICALL testuinguru batean; horrela egin zen, hain zuzen, IDAZKIDE (Diaz de Ilarraza et al., 1998).

Hizkuntzaren Prozesamenduko (HP) teknikak baliatuta egin izan dira beste era bateko aplikazioak. Adibidez, hizkuntzen irakaskuntzan laguntze aldera sistema hauek garatu dira:

- ArikIturri: galdera-erantzun automatikoak sortzeko HPko teknikan oinarrituriko teknologia erabiliz, corpusetan oinarrituriko aplikazioa (Aldabe et al., 2006).
- IRAKAZI: akatsak detektatzen dituen ICALL web-zerbitzua; irakaslearentzat diseinatua dago (Aldabe et al., 2006).

Ariketa automatikoen bidez euskara ikasteko aukera ere aztertu dute Aldabek et al.-ek (2006). Agirrezabal et al.-ek (2019), berriz, ipuin eleaniztunetan hiztegi-ariketak sortzeko HPko tresnak erabili dituzte. Hala, informazio linguistikoa erauzi ondoren, erabilerara desberdinak egon badaude, esaterako, hitz-lainoak osatzeko, hitz batzuk (izenak) irudiekin ordezkatzeko edota WordNet (Miller, 1995) baliatuz hitzak beren sinonimo edo hiperonimoekin ordezkatzeko.

Akatsen detekzio automatikoari dagokionez, eskuzko erregelen bidetik edo hurbilpen sinbolikotik, SAROI da (Oronoz et al., 2010) akats sintaktikoak detektatzeko lehenengo sistemetako bat. Ildo beretik, ikasleei laguntzeko asmoz garatu den sistema baten lehenengo urratsak deskribatzen dira Aldezabal et al.-en (2019). Bestalde, CG formalismoa corpus erreal batean aplikatu eta zenbait egitura sintaktiko edota gramatikal balioztatzeke ariketak burutu ditzakete ikasleek kontzientzia metalinguistikoan sakontzeko. Halaber, corpus errealean gainean egitura sintaktikoak formalizatzeko ahaleginak, gramatika-arauak zehatz-mehatz azaltzeak eta horiei lotutako esaldiak izateak, informazio zehatza eta praktikoa dakar. Alde horretatik, zenbait ikaslerentzat hurbilpen metodologiko aberasgarria izan daitekeela uste dugu.

Ez genuke aipatu gabe utzi nahi web-zerbitzuen bidez erregeletan oinarrituta hainbat hizkuntza-teknologia garatu direla eta horiek eskoletan erabiltzeko ez dela informatikako jakintzarik behar. Esaterako, euskararako garatu den tresna interesgarri eta erabilerraza da ANALHITZA (Otegi et al., 2017), eta tresna hori eskoletan nola erabil daitekeen azaldu da (Iruskietak et al., 2019).

Halaber, argitu beharra dago hainbat hizkuntzatarako jorratu den metodologia hau lantze-bidean dugula euskararako. Gramatika eta lexikoaren aldetik baditugu baliabideak, baina prestatzeke dugu erabiltzaileari eskaini ahal izateko ingurunea. Prestatze-lan horretan, alde informatikoarekin batera, alde didaktikoa ere kontuan hartzeko egokieran gaude, eta hori irakasleekin lankidetzan egitea litzateke egokiena. Esate baterako, ikasle aurreratu eta ez-aurreratuei begira, metodologia honen bidez, edukiak mailakatzeko eta ikasleen aurrerapena behatzeko aukerak lantzea izango genuke erronka. Talde heterogeneoei begira, bakoitzari dagokion mailaren arabera esleitu materiala eta ikasle bakoitzak bere erritmoan aritzeko aukera ere izango genuke. Jakina, horretarako gramatikak eta testuak mailaren arabera moldatu eta aukeratu ahal izateko funtzionalitateak garatu beharko genituzke. CGren lanketan asko aurreratu dugun arren, bistan da euskara irakasteko metodoak hobetze aldera oraindik hainbat eginkizun ditugula.

Bestalde, ikasketa sakonak pisu handia du egun Ixa taldeko hainbat ikerketa-lerrotan eta HPko hainbat jarduera motatan erabiltzen da, hala nola, itzulpen automatikoan (Artetxe et al., 2018, 2019), antzekotasun-atazan (Lopez-Gazpio et al., 2017; Goikoetxea et al., 2018) edota testu-inferentzian (Lopez-Gazpio et al., 2019). Aipatu behar da, aurreko atalean aipatutako BERT ereduaren euskarazko bertsioak (BERTeus) jatorrizko bertsio eleaniztunak baino emaitza hobekak lortu dituela euskaraz (Agerri et al., 2020). Horrez gain, BERT hirueleduna ere abian da eta euskara, gaztelania eta ingeleza bateratzen ditu.

6.2. HIZKUNTZA-MAILAK AZTERTZEKO OINARRIZKO TEKNOLOGIA

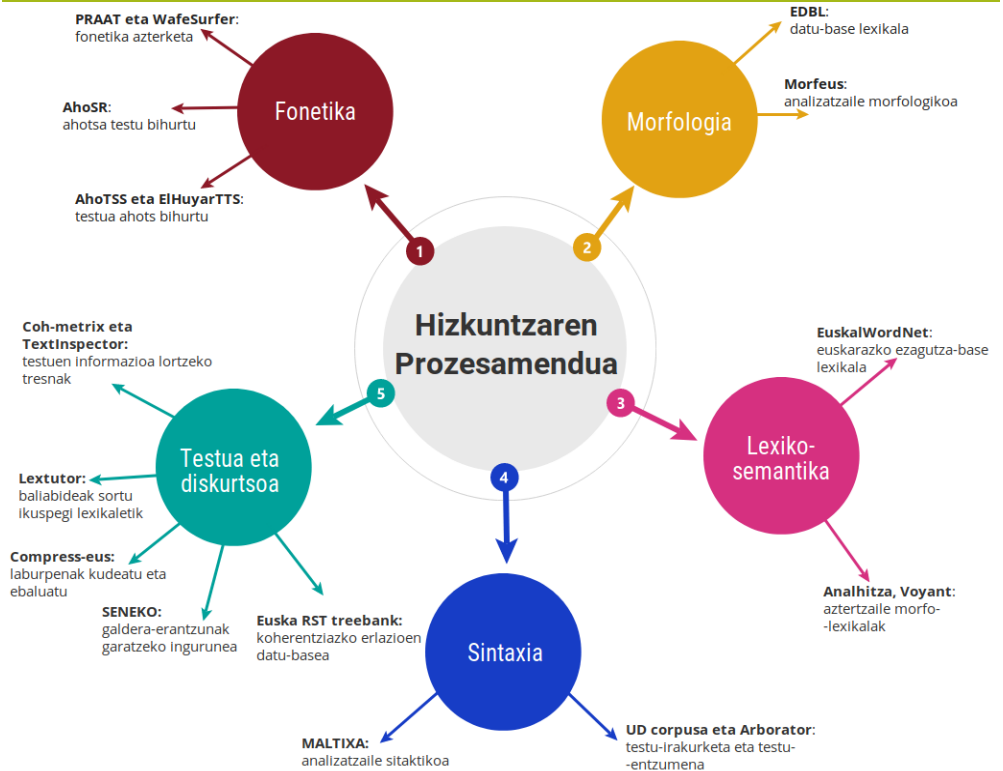
Euskarako hizkuntza-maila guztiak aztertzeke oinarritzko hizkuntza-teknologia garatzen ari da Ixa Taldea. Teknologia hori nola erabil daitekeen azaldu dute Iruskietak eta Arriolak (2019).

3. irudian ikus daitekeen moduan, bi baliabide nagusi agertzen dira:

- Corpus aberastuak.
- Hizkuntza-mailak aztertzeke/ustiatzeke baliabideak, hizkuntzaren unitate txikiak aztertzen dituen hizkuntza-mailatik hasita (fonetikatik) hizkuntza-maila konplexuenera (diskurtsora).

Euskaraz dauden baliabide guztiak ez daude eskema horretan jasota, baina zenbait baliabideren berri eman nahi izan dugu, oro har eta hainbat arrazoiengatik ezezagunak direlako helduen euskalduntzean. Egia ere bada baliabide eta analizatzaile hauek maila ezberdinean garatu direla. Dena den, etiketatze-lanarekin, ikasketa automatikoko teknika berriekin eta corpus gehiagorekin hobetu egingo dira erreminta eta tresnok, bai emaitzei dagokienez, bai erabilerraztasunean (web-zerbitzuei esker).

3. irudia. Hizkuntza-mailak aztertzeko hizkuntza-teknologia (berezko ekoizpena)

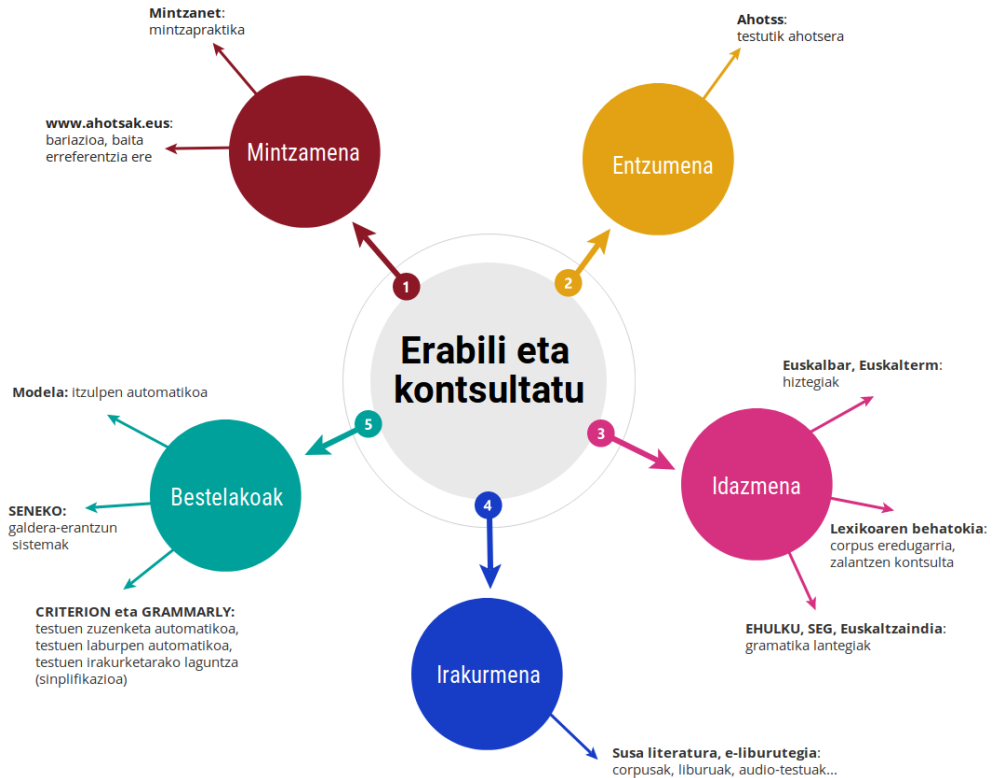


6.3. ERABILTZAILEAK KONTSULTARAKO ERABIL DITZAKEEN BALIABIDEAK

Bestelako sailkapen bat egin dute Camachok eta Iruskietak (2018) hizkuntza-teknologiari dagokienez. Hizkuntz trebetasunekin lotzea eta baliabide horiek etorkizunean helduen euskalduntzean ekar ditzaketen onurak nabarmentzea izan da helburua. Kasu honetan, erabiltzaileak kontsultarako erabil ditzakeen baliabideei erreparatu diete (ikus 4. irudia).

Bildutako batzuei erreparatuko diegu. Hala, euskarazko testuak zuzentzen laguntzeko ezagunak dira XUXEN eta HOBELEX. Ingelesa zuzentzen laguntzeko, ordea, badaude garatuago dauden CRITERION eta GRAMMARLY moduko web-zerbitzuak; zuzentasunaz gain, argitasuna eta erakargarritasuna (estiloa) hobetzeko, beste testuekiko antzekotasuna neurtzeko eta norberaren estatistikak ateratzeko aukera eskaintzen dute halakoek. Bestalde, ahozko zein idatzizko hizkuntza-formak kontsultatzeko corpus interesgarriak garatu dira edo garatzen ari dira euskaraz, esaterako, *ahotsak.eus* edota *Lexikoren Behatokia*, batzuk aipatzearen. Corpusean bilaketa aurreratuak egiteko aurretik aipatu ditugun hizkuntza-teknologiak erabiltzen ditu azken honek.

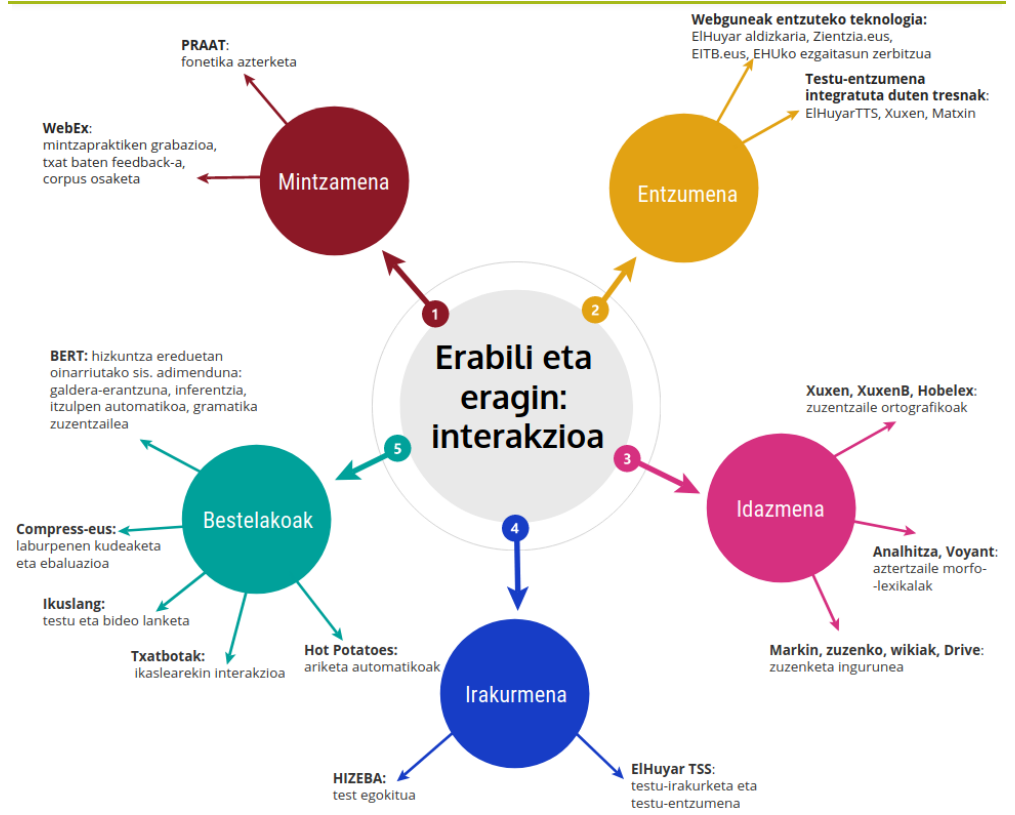
4. irudia: informazioa kontsultatzeko hizkuntza-teknologia (berezko ekoizpena)



6.4. TESTUAK AZTERTZEKO ETA HIZKUNTZ FORMEKIN INTERAKZIONATZEKO BALIABIDEAK

Horrez gain, nork bere ahozko edo idatzizko testuak aztertzeke eta hizkuntza-formekin interaktuatzeko erabil daiteke hizkuntza-teknologia (ikus 5. irudia). Esaterako, BERT hizkuntza-ereduetan oinarritutako sistema adimendua da; eta hainbat ataza egin daitezke hizkuntza-eredu horiei esker: akatsak zuzendu, galdera-erantzunak egin, inferentzia eta itzulpen automatikoa, besteak beste. Mintzamenari dagokionez, PRAAT oso tresna baliagarria da prosodia aztertzeke eta ahotsaren ezaugarri batzuk eraldatzeko (ahotsa anonimo bihurtzeko edota ezaugarriren bat aldatzeko). ADITU, berriz, ahozko jarduna automatikoki transkribatzeko eta zuzentzeko web ingurunea da. ANALHITZA tresnak testu edo corpus baten analisisa kalkulu-orrian ematen duenez, bertan dauden datuak erraz manipula daitezke iragazkiak erabiliz. MARKIN tresnarekin, aldiz, eskuz zuzenduriko testu guztien estatistikak atera daitezke; horrela, ohiko akats edo erabilera desegokiak klasean azaltzeko erabil daitezke. Bestelako tresnak ere jarri ditugu sailkapenean, IKUSLANG esaterako; material multimodalarekin lan egiteko baliagarria da azken hau.

5. irudia. Trebetasunetako interakzioa bultzatzeko eta lantzeko hizkuntza-teknologiak (berezko ekoizpena)



7. ETORKIZUNEN BIDEAK ETA ERRONKAK

Hizkuntzen irakaskuntzen esparruan hizkuntza-teknologiak eskaintzen dituen aukerak erakutsi nahi izan ditugu artikulu honetan. Azaldu den bezala, ikerketa-proiektuetan eta hizkuntzalaritza konputazionalen sortutako hainbat tresna informatiko dago erabilgarri dagoeneko, baita euskararen kasuan ere.

Alabaina, Iruskietak (2019) "Euskaraz i(ra)kasteko baliabideen eta tresnen garapena: aukerak eta mugak, hizkuntza-teknologietatik begirata" hitzaldian aipatu zuenez, tresna horien arrakasta ikerketa-taldeen eta helduen euskalduntzean diharduten erakundeen arteko lankidetzan sendo baten ondoren lortuko da. Horrez gain, CLARIN-ERIC moduko hizkuntza azpiegiturekin lankidetzan aritzearen abantailak ere aipatu zituen; izan ere, zenbait moldaketa eginda beste hizkuntza batzuetan sortu den teknologia euskaraz ere berrerabil daiteke, euskara aztertzeko oinarritzko tresnak garatuta baitaude. Hitzaldi horretan, gaur egun arrakasta duten aplikazio eta garapen batzuk euskarara egoki daitezkeen argitzeaz gain, euskararen ingurune digitala elikatzeke aukera interesgarriak eman dezaketzen tresnen mapa bat aurkeztu zen.

Halaber, eskolan zer erabil daitezkeen azaldu dugu, erregeletan oinarrituriko euskararen ikaskuntza proposatuz edota ikasketa automatikoan sorturiko jarduerak ikaslearen hizkuntza-ikaskuntzan erabiltzeko moduak eta sistemak aurkeztuz, batez ere ikerketari dagokionez. Nolanahi ere, onartu nahi dugu oraindik orain euskarazko baliabideak ez direla baliagarri euskaltegiatiko irakasle gehienentzat. Dena den, arestian adierazitakoa berretsiz, eremu ezberdinetako lantaldeak (euskaltegiak, HABE, eskola-unibertsitatea, hizkuntzen irakaskuntzan eta hizkuntzaren prozesamenduan ari diren ikerketa-taldeak) elkar ezagutu eta gehien behar diren tresnak gara daitezke CLARINen moduko ikerketa-azpiegituraren barruan, lankidetzan estrategikoak abian jarritz. Horrela, europar

azpiegitura horretan garaturiko teknologia euskarara ekartzeko asmoa dugu, ikerketa proiektuetako hurrengo emaitzetan ikusiko den bezala.

Ildo horretatik, nabarmendu nahi dugu Ixa Taldean CLARIN-K azpiegituran lankidetzaz horri heltzeko bidean dihardugula, hizkuntzak irakasteko hizkuntza-teknologiak egin dezakeen ekarpena esanguratsua izan dadin. Izan ere, datu multimodaletan oinarritutako diren ikerketek hizkuntza-teknologia sendoa behar dute idatzia eta ahozkoa prozesatzeko. Horrez gain, ikuspegi teknopedagogiko egokia duten euskara ikasteko ikasgela birtualak, MOOCak edota jardun biko ikastaro gehiago behar dira euskaraz, edozein eduki eta ikasgai ikasteko, baita horiek ahalik eta ondoen baliatzeko eta ikasleari atzerelikadura esanguratsuak emateko hizkuntza-teknologian oinarrituriko tresnak ere.

Bukatzeko, kontuan izan behar dira etorkizunerako aurreikusitako bide honetan hizkuntza-teknologiaren edota bestelako hurbilpen teknologikoen erabilerarako egon daitezkeen oztopo eta arazoak. Honako hauek dira, besteak beste:

- Hezkuntza-erakundeen aldetik teknologia honetan irakasleak trebatzeko ezintasuna.
- Irakasleen jarrera eta behar den formaziorako denbora urria.
- Behar errealen eta estrategikoen analisi falta.
- Hizkuntzak ikasteko beharrezkoak diren baliabideak, tresnak eta metodoak diseinatzeko ezintasuna.
- Ikasketa automatikoan oinarrituriko sistemak garatzeko hitzun komunitate txikiak duten baliabide falta.
- Tresna erabilgarri eta eguneratuak eskaintzeko azpiegitura falta.

Bibliografia

- Agerri, R., Vicente, I. S., Campos, J. A., Barrena, A., Saralegi, X., Soroa, A., eta Agirre, E. (2020). Give your Text Representation Models some Love: the Case for Basque. *arXiv preprint*. <https://arxiv.org/abs/2004.00033>
- Agirrezabal, M., Altuna, B., Gil-Vallejo, L., Goikoetxea, J. eta Gonzalez-Dios, I. (2019). Creating vocabulary exercises through NLP. *DHN*, 18-32.
- Aldabe, I., De Lacalle, M. L., Maritxalar, M., Martinez, E. eta Uria, L. (2006). Arikiturri: an automatic question generator based on corpora and nlp techniques. In *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, (584-594 or.).
- Aldabe, I., Arrieta, B., De Ilarraza, A. D., Maritxalar, M., Niebla, I., Oronoz, M. eta Uria, L. (2006). The use of NLP tools for Basque in a multiple user CALL environment and its feedback. *TALN*, 815-824.
- Aldezabal, I., Arriola J.M. eta Estarrona, A. (2019). A modular grammar-helping tool for Basque: work in progress. In *Proceedings of Workshop on Constraint Grammar- Methods, Tools and Applications*. NODALIDA Turku, Finland.
- Alhawiti, D. K. M. (2014). Natural Language Processing and its Use in Education. In *Computer Science Department, Faculty of Computers and Information technology, Tabuk University*, Tabuk, Saudi Arabia.
- Alkaniotis, D. eta Raheja, V. (2019). The Unreasonable Effectiveness of Transformer Language Models in Grammatical Error Correction. In *Proceedings of the Fourteenth Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications*, (127-133 or.). Association for Computational Linguistics.
- Alonso-Perez, R. eta Sánchez-Requena, A. (2018). Atzerriko hizkuntzak irakastea ikus-entzuzkoen itzulpengintzako baliabideak erabilia: irakasleen hainbat ikuspegi. *eHizpide*, 93. http://www.ikasten.ikasbil.eus/mod/habecms/view.php/irakasbil/argitalpenak/ah_irakastea_iei_baliabideak_erabilia
- Amaral, L. A. eta Meurers, D. (2011). On using intelligent computer-assisted language learning in real-life foreign language teaching and learning. *ReCALL*, 23(1), 4-24.
- Antonsen, L., Huhmarniemi, S. eta Trosterud, T. (2009). Constraint Grammar in Dialogue Systems. *NEALT Proceedings Series 8*, 13-21.
- Artetxe, M., Labaka, G. eta Agirre, E. (2018). Unsupervised statistical machine translation. In *Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language* (3632-3642 or.). Association for Computational Linguistics.
- Artetxe, M., Labaka, G. eta Agirre, E. (2019). An effective approach to unsupervised machine translation. In *Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, (194-203 or.). Association for Computational Linguistics
- Atutxa, U., Iruskieta, M. eta Ansa, O. (2019). Laburpena eskolan: estrakzioaren eta abstrakzioaren arteko zubia. In *XX Congreso Internacional de DLL: Hizkuntzaren eta Literaturaren didaktika testuinguru eleaniztunetan* (32-34 orr.).
- Bell, S., Yannakoudakis, H. eta Rei, M. (2019). Context is Key: Grammatical Error Detection with Contextual Word Representations. In *Proceedings of the Fourteenth Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications*, (103-115 or.). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/w19-4410>
- Berendes, K., Vajjala, S., Meurers, D., Bryant, D., Wagner, W., Chinkina, M. eta Trautwein, U. (2018). Reading demands in secondary school: Does the linguistic complexity of textbooks increase with grade level and the academic orientation of the school track?. *Journal of Educational Psychology* 110(4), 518-543. <https://doi.org/10.1037/edu0000225>
- Bick, E. (2015). DanProof: Pedagogical Spell and Grammar Checking for Danish. In G. Angelova, K. Bontcheva eta R. Mitkov (ed.), *International Conference Recent Advances in Natural Language Processing: Proceedings* (55-62 or.). INCOMA Ltd.
- Bullock, B. E. eta Toribio, A. J. (2013). *The Spanish in Texas Corpus Project*. COERLL. <https://corpus.spanishintexas.org>
- Camacho, A. eta Iruskieta, M. (2018). *Euskararen ikaskuntza-prozesuetan teknologiak baliatzeko estrategiak*. In *Helduen Euskalduntze Alfabetatzea aurrera begira. Glotodidaktikako VI. Topaketa*. UEU.
- Chen, X. eta Meurers, D. (2016). CTAP: A web-based tool supporting automatic complexity analysis. In *Proceedings of the Workshop on Computational Linguistics for Linguistic Complexity* (113-119 or.).
- Chinkina, M. eta Meurers, D. (2016). Linguistically aware information retrieval: providing input enrichment for second language learners. In *Proceedings of the 11th workshop on innovative use of NLP for building educational applications*, (188-198 or.)
- Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K. eta Toutanova, K. (2018). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. In *Proceedings of NAACL-HLT 2019*, (4171-4186 or.). Association for Computational Linguistics

- Diaz de Ilarraza, A., Maritxalar, A., Maritxalar, M., & Oronoz, M. (1999). IDAZKIDE: an intelligent computer-assisted language learning environment for second language acquisition. In *Proceedings of a one-day conference Natural Language Processing in Computer-Assisted Language Learning organised by the Centre for Computational Linguistics*, (12-19 or.).
- Didenko, B. eta Shaptala, J. (2019). Multi-headed Architecture Based on BERT for Grammatical Errors Correction. In *Proceedings of the Fourteenth Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Application*, (246-251 or.).
- Estarrona, A. (2014). EPEC corpusa predikatu-mailan etiketatzeko oinarriak: EPEC-RolSem, BVI eta e-ROLda. In I. Aduriz Agirre eta R. Urizar Enbeita (koord.), *Euskal hizkuntzalaritzaren egungo zenbait ikerlerro: hizkuntzalari euskaldunen I*, (149-174 or.). UEU.
- Ferreira-Mello, R., André, M., Pinheiro, A., Costa, E. eta Romero, C. (2019). *Text mining in education. WIRES: Data Mining and Knowledge Discovery*, 9(6), e1332. <https://doi.org/10.1002/widm.1332>
- García, J. D., Rigo, E. eta Jiménez, R. (2017). Multimedia Learning-a eta bigarren hizkuntzen ikaskuntza (I): teoria. *eHizpide*, 90. http://www.ikasten.ikasbil.eus/mod/habecms/view.php/irakasbil/argitalpenak/multimedia_learning-a_eta_bigarren_hizkuntzen_ikaskuntza_bat
- Gilakjani, A. P. (2012). The significant role of multimedia in motivating EFL learners' interest in English language learning. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, 4(4), 57-66. DOI: <https://doi.org/10.5815/ijmecs.2012.04.08>
- Goikoetxea, J., Soroa, A. eta Agirre, E. (2018). Bilingual embeddings with random walks over multilingual wordnets. *Knowledge-Based Systems*, 150, 218-230.
- Groves, M. eta Mundt, K. (2015). Friend or foe? Google Translate in language for academic purposes. *English for Specific Purposes*, 37, 112-121.
- Heift, T. (2003). Multiple learner errors and meaningful feedback: A challenge for ICALL systems. *CALICO Journal*, 20(3), 533-548.
- Hiremath, G., Hajare, A., Bhosale, P., Nanaware, R. eta Wagh, K. S. (2018). Chatbot for education system. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 4(3), 37-43.
- Iruskieta, M., Braud, C. (2019). EusDisParser: improving an under-resourced discourse parser with cross-lingual data. In *Proceedings of the Workshop on Discourse Relation Parsing and Treebanking*, (62-71 or.).
- Iruskieta, M. eta Iturricastillo, A. (2019). Idatzizko eta ahozko hizkuntza-irakuntza online. In M. Iruskieta, M. Maritxalar, A. Arroyo eta A. Camacho (ed.), *IKTak eta kompetentzia digitalak hezkuntzan*, (279-294 or.). UEU eta UPV/EHU.
- Iruskieta, M. eta Arriola, J.M. (2019). *Tresna digitalak hizkuntzak eta gramatikak ikertzeko eta irakasteko*. In *II Jornadas GrOC/GaiGram 2019*.
- Iruskieta, M., Otegi, M., Uria, L., Diaz de Ilarraza, A eta, Artolazabal, A. (2019). Zer i(ra)kas dezakegu geure corpusekin "jolastuz"? In A. Etxebarria Lejarreta, A. Iglesias Chaves, H. Legarra Uruburu eta A. Romero Andonegi (ed.), *Traineru bete lagun: Iñaki Gaminde omenduz*. (35-66 or.). UPV/EHU.
- Kaneko, M., Hotate, K., Katsumata, S. eta Komachi, M. (2019). TMU Transformer System Using BERT for Re-ranking at BEA 2019 Grammatical Error Correction on Restricted Track. In *Proceedings of the Fourteenth Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications*, (207-212 or.).
- Kumar, M. N., Chandar, P. L., Prasad, A. V. eta Sumangali, K. (2016). Android based educational Chatbot for visually impaired people. In *2016 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Computing Research (ICIC)* (1-4 or.).
- Larrañaga (2019). Ikaskuntza-datuen analisisia edo learning analytics. In M. Iruskieta, M. Maritxalar, A. Arroyo eta A. Camacho (ed.), *IKTak eta kompetentzia digitalak hezkuntzan*, (43-52 or.). UEU eta UPV/EHU.
- Lende, S. P. eta Raghuvanshi, M. M. (2016). Question answering system on education acts using NLP techniques. In *2016 World Conference on Futuristic Trends in Research and Innovation for Social Welfare (Startup Conclave)* (1-6 or.).
- Lopez-Gazpio, I., Maritxalar, M., Gonzalez-Agirre, A., Rigau, G., Uria, L. eta Agirre, E. (2017). Interpretable semantic textual similarity: Finding and explaining differences between sentences. *Knowledge-Based Systems*, 119, 186-199.
- Lopez-Gazpio, I., Maritxalar, M., Lapata, M. eta Agirre, E. (2019). Word n-gram attention models for sentence similarity and inference. *Expert Systems with Applications*, 132, 1-11.
- Lund K. (1995). Semantic and associative priming in high-dimensional semantic space. In *Proceedings of the 17th Annual conferences of the Cognitive Science Society*.
- Nagata, N. (2009). Robo-Sensei's NLP-Based Error Detection and Feedback Generation. *CALICO Journal*, 26(3), 562-579.
- McEnery, T., Brezina, V., Gablasova, D. eta Banerjee, J. (2019). Corpus Linguistics, Learner Corpora, and SLA: Employing Technology to Analyze Language Use. *Annual Review of Applied Linguistics*, 39, 74-92.

- Meurers, D., Ziai, R., Amaral, L., Boyd, A., Dimitrov, A., Metcalf, V. eta Ott, N. (2010). Enhancing authentic web pages for language learners. In *Proceedings of the 5th Workshop on Innovative Use of NLP for Building Educational Applications (BEA-5) at NAACL-HLT 2010*, (10-18 or.).
- Miller, G. A. 1995. Wordnet: a lexical database for english. *Communications of the ACM*, 38(11):39-41.
- Ornoz, M., Díaz de Ilarraza, A. eta Gojenola, K. (2010). Erroreak automatikoki detektatzeko tekniken azterlana eta euskararentzako aplikazioak. Beñat Oihartzabali Gorazarre. ASJU Anuario del Seminario de Filología Vasca "Julio de Urquijo", 43(1-2), 679-706.
- Peters, M. E., Neumann, M., Iyyer, M., Gardner, M., Clark, C., Lee, K. eta Zettlemoyer, L. (2018). Deep contextualized word representations. In *Proceedings of the 2018 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long Papers,)* (2227-2237 or.). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/n18-1202>
- Reategui, E., Klemann, M., Epstein, D. eta Lorenzatti, A. (2011). Sobek: A text mining tool for educational applications. In *Proceedings of the International Conference on Data Mining (DMIN). The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp)*.
- Reinders, H. & White, C. (2016). 20 years of autonomy and technology: How far have we come and where to next? *Language Learning & Technology*, 20(2), 143-154. <http://dx.doi.org/10.125/44466> [Euskaraz: Reinders, H. White, C. (2018). Autonomia eta teknologia 20 urteren ondoren: noraino heldu gara? nora goaz? *eHizpide*, 92.]
- Román-Mendoza, E. (2018). Aprender a aprender en la era digital: tecnopedagogía crítica para la enseñanza del español LE/L2. Routledge.
- Sagarzazu, I. (2019). Ordenagailu bidezko hizkuntza-egiaztatze gintza. *e-Hizpide*, 94. http://www.ikasbil.eus/mod/habecms/view.php/irakasbil/argitalpenak/ordenagailu_bidezko_hizkuntza_egiaztatze_gintza.
- Tuomi, I. (2018). *The impact of artificial intelligence on learning, teaching, and education. Policies for the future*, https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113226/jrc113226_jrcb4_the_impact_of_artificial_intelligence_on_learning_final_2.pdf.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N. eta Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in neural information processing systems*, 5998-6008.
- Wiechetek, L. (2017). When grammar can't be trusted- Valency and semantic categories in North Sámi syntactic analysis and error detection. [Doktore-tesia, The Arctic University of Norway]. <https://munin.uit.no/handle/10037/12726>
- Yuan, Z. eta Briscoe, T. (2016). Grammatical error correction using neural machine translation. In *Proceedings of the 2016 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies*, (380-386 or.).
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M. eta Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>

Eranskina. Artikuluan aipatutako teknologiak

Erreminta	Helbidea	Erabilera
Aditu	https://aditu.eus/	Ahotsa testu bihurtzeko
Ahotsak	https://ahotsak.eus/	Euskalkiak entzuteko
ANALHITZA	http://ixa2.si.ehu.es/clarink/analhitza.php?lang=eu	Testu idatziak aztertzeko
ARIKITurri	http://ixa.si.ehu.es/node/8793?language=en	Galdera automatikoak sortzeko
BERT	http://ixa2.si.ehu.es/node/13029	Hizkuntz eredua
Bussu	https://www.busuu.com/	Hizkuntzak ikasteko
Complexity	http://complexity.schule	Hizkuntza idatziaren konplexutasuna aztertzeko
Compress eus	http://ixa2.si.ehu.es/compress-eus/	Laburpenak lantzeko
RST parserra	http://ixa2.si.ehu.es/rst/tresnak/rstpartialparser/	Diskurtso egiturak eta ideia garrantzitsua detektatzeko
Duolingo	https://www.duolingo.com/	Hizkuntzak ikasteko
EDBL	http://ixa2.si.ehu.es/edbl/	Euskararen datu base lexikala kontsultatzeko
ERREUS	http://ixa.si.ehu.es/Erreus	Euskarazko erroreak kontsultatzeko eta monitorizatzeko
FLAIR	http://sifnos.sfs.uni-tuebingen.de/FLAIR/	Ikaslearen maiaren arabera irakurgaiak lortzeko
Grammarly	https://app.grammarly.com/	Testuak zuzentzaile gramatikala
HOBELEX	https://www.uzei.eus/hobelex/	Testu zuzentzeko
Idazkide	http://ixa.si.ehu.es/node/7586	Idazten laguntzeko
Itzuli itzultzaile neuronal (Eusko Jaurlaritz)	https://www.euskadi.eus/itzuli/	Testu idatziak itzultzeko
Itzultzailea, (Elhuyarren itzultzaile automatikoa)	https://itzultzailea.eus/eu/itzultzailea	Testu idatziak itzultzeko
IRAKAZI	http://ixa.si.ehu.es/irakazi/	Ikasleen erroreak monitorizatzeko
Lexikoaren behatokia	http://lexikoarenbehatokia.euskaltzaindia.eus/	Lexikoa eta egiturak corpusean kontsultatzeko
Maltixa	http://ixa2.si.ehu.es/maltixa/index.jsp	Sintaxia aztertzeko
Mintza.net	http://mintzanet.net/	Ahozkoa praktikatzeko
MODELA	https://www.modela.eus/eu/itzultzailea	Testu idatziak itzultzeko
Morfeus	http://ixa2.si.ehu.es/demo/analisianali.jsp	Morfologia aztertzeko
Praat	http://www.fon.hum.uva.nl/praat/	Fonetika aztertzeko
ReadLang	https://readlang.com/	Baliabide multimodalekin irakurketa eta lexikoa lantzeko
SAROI	http://ixa.si.ehu.es/node/4559	Errore sintaktikoak detektatzeko eta zuzentzeko
Seneko	http://ixa2.si.ehu.es/seneko	Galdera-erantzunak lantzeko
View	http://sifnos.sfs.uni-tuebingen.de/VIEW/index.jsp?content=home	Hizkuntza-prozesatuz irakurketa eta ariketak lantzeko
Visual Interactive Syntax Learning (VISL)	https://visl.sdu.dk/	Sintaxia lantzeko
Voyant Tools	https://voyant-tools.org/	Testuetako bilaketa bistaratzeko
WordNet	http://ixa2.si.ehu.es/mcr/	Lexikoa eta erlazio semantikoak kontsultatzeko
Xuxen	http://xuxen.eus/	Testuak zuzentzeko