

# Zenbakizko pentsamenduaren sorrera psikologia paradigma ezberdinetatik

*José Domingo Villarroel Villamor*

Euskal Herriko Unibertsitatea  
Matematika eta zientzia esperimentalen didaktikaren saila  
Gasteizko Irakasle Eskola

**GAKO-HITZAK:** Zenbakizko gaitasuna. Pentsamendu matematikoa. Giza bilakaera. Teoria psikologikoak

## 1. SARRERA

Giza garapenean zehar suertatzen diren jokabide, bizipen eta pentsamendu aldaketak dira bilakaeraren psikologiaren jomuga (Izquierdo, 2005). Jakintza eremu honetan, aurreko mendeko azken hamarkadetatik, pentsamendu matematiko eta zenbaki-zentzua ikertze-lerro oparoak bihurtu dira, psikologo eta pedagogoen interesa bereganatu dutenak (Feigenson, Dehaene eta Spelke, 2004).

Alabaina, gizakiaren bizi-zikloko jokamolde eta pentsamendu aldaketak eta beraiek eragiten dituzten faktoreak ezin dira ulertu ikuspegi bakar batetik abiatuta. Giza garapena fenomeno konplexua da, dimentsio aniztun eta norabide ugari hartzen dituena eta honen ondorioz, giza garapenarekin loturiko gaien ulertzeak ikuspegi eklektikoa eskatzen du (Trianes eta Gallardo, 2004).

Hala izanik, zenbaki-zentzuaren bereganatze-prozesua ikuspegi batetik baino gehiagotik ere araka daiteke. Paradigma batzuek nabarmentzen dute, esaterako, testuinguru sozialaren eta giza elkarrekintzaren zeregina sinbolo matematikoen esanguraren sorreran. Beste batzuek, ordea, azpimarratzen dute matematikaren oinarri logikoen asimilatze-prozesuan, giza esperientziak duen garrantzia; hain zuzen ere, barne estruktura kognitiboaren aldaketak ahalbidetzen dituelako. Azkenik, egon ere badaude pertsonalitatearen barne ezaugarriei bainoago, ikaskuntza prozesua baldintzatzen dituen kanpoko faktoreetara so egiten duten ikusmoldeak (Hoffman, Paris, eta Hall, 2002). Ikusten denez, pentsamendu matematikoaren eremuan ere paradigma ugaritasun zabala dago.

Artikulu honen bidez, zenbakizko pentsamenduaren gaineko paradigma ezberdinak erakutsiko dira, baita bakoitzak zenbaki-zentzuaren sorrera ulertzeko dakartzan ondorioak ere. Hartara, idazkiaren lehenbiziko ataletan bilakaeraren psikologiaren teoria nagusiak ekarriko dira kontura eta, bigarren atalean, zenbaki-zentzuaren garatze prozesua ulertzeko agertzen diren ikuspuntu ezberdinak agerraraziko dira. Idazkiaren bukaerarako ikuspegi ezberdinon ondorioei tartea eskainiko zaie.

## 2. GIZA BILAKAERAREN PSIKOLOGIA ETA PENTSAMENDU MATEMATIKOA

Giza bilakaeraren psikologiaren arloan garatu diren teoria guztien artean akaso paradigma kognitibokoek, ikusmolde testuinguru-kulturalekoek eta, geroan ikusiko denez, bere inplikazioengatik ikerkuntza konparatuan, ikaskuntzaren teoriak eragin dute gehien pentsamendu matematikoaz egun daukagun ulertze maila.

Jarraian teoria gauen deskripzio gain-gainetikoa eskaintzen da; hain zuzen ere, pentsamendu matematikoan, bakoitzak duen influentzia zuzen kokatzeko.

### 2.1. Paradigma kognitiboak

Teoria kognitibokoak gogamenaren garapena, bere egitura eta bere funtzionamendua dute jomuga eta, paradigma hauen erroan bi planteamendu nagusi daude: Jean Piageten garapen kognitiboaren teoria eta informazioaren prozesamenduarena.

#### 2.1.1. *Piageten teoria*

Jean Piageten teoria zabalaren azterketa sakona artikulu honen xedeetatik kanpo geratu arren, akaso, nolabaiteko birpasa eskaintzeko, hasteko komeni da nabarmentzea autore honen kezka pentsamenduaren eraikitze prozesua karakterizatzean zetzala eta, hartara, haurtzaro eta nerabezeroaren garapen kognitiboa ikertu zuela.

Piageten teoria, konstruktibismoan kokatzen da; izan ere, paradigma honek azpimarratzen du esperientzia dinamikoaren bidez, gizabanakoak ezagutzaren eragile gisa duen zeregina. Pertsonak errealitatearen gainean duten pertzepzioa eta inteligentzia (azken hau errealitatea ulertzen ahalbidertzen duen gaitasuna izanik) elkar eraikitzen duten fenomenoak dira, elkarren arteko eraginpean daudenak.

Ikusmolde honetan akzioa da garapenaren gakoa eta honen adibide, jaiotzatik bertatik umeei akziorako prestatuta egotea. Hauen ekintzak, ha-

siera batean, erreflexu erakoak baino ez dira baina hazi ahala, gero eta akzio boluntarioagoak eta zehatzagoak egiten dituzte, errealitatea ikuspegi berrietatik ezagutzea ahalbideratzen diena.

Piageten teoriaren beste puntu garrantzitsua eskemen kontzeptua da. Eskemak, akzio edo jokamolde estrukturatuak dira; hain zuzen ere, errealtatearen ezaguera ahalbidetzen dutenak. Eskemen bidez, gizakiak antolatzen ditu objektuetan eta ingurunean egiten dituen ekintzak; izan ere, inkontzienteak eta iraunkorrak izanik, egoera batetik antzeko den beste batera aplikatzekoak dira (esaterako, umeak darabil zurgapen erreflexua objektu berriak ezagutzeko).

Eskemak, hala ere, ez dira beti mugimenezkoak. Garapen fase goiztiar batean errealtatearen ezagutzea ekintza sentitze-mugitzekoetan errotu arren, geroan subjektuak kognizio sisteman bertan ekintza horien irudikapena osatuz doa eta, hala, errealtatearen alderdi berriez jabetzeko mugimenezko aktibitateak ezinbestekoa izateari uzten dio.

Eskemak, bestalde, iraunkorrak izanik ere, noizbait haiekin ondo artekatzen ez den esperientzia bati egin behar diote aurre. Hala, desoreka kognitibo sortzen da eta subjektuak eskema ez egokien ala zaharra moldatu behar du. Moldaketa izanez gero, esperientzia berriaren barneratze edo asimilazioa suertatuko da. Subjektuak, ingurunearekin izan duen ekintza berria asimilatzeko egokitu behar izan du bere egitura kognitiboa eta egokitze lan honek garapena dakar.

Desorekek barne antsia eta herstura ekar dezakete; izan ere, subjektuaren egitura kognitiboak zailtasunak ditu errealtatearen aspektu batzuk artekatzeko baina desoreka hauek dira, egokitze-ahalmena gainezkatzen ez bada, Piageten iritziz, hazkunde intelektuala suspertzen dutenak.

Azkenik, aipatu beharra dago paradigma kognitibo honen ikuspegitik giza garapena eta pentsamenduaren bilakaera fase edo etapa ezberdinetatik igaroz hezuramaitzen dela. Hauxe izan daiteke, beharbada, teoria piagetaren aspekturik ezagunena. Lau etapatan sailkatu zituen Piagetek haurtzaroran zehar umeen pentsamenduak agertzen dituen eraldakuntzak: aro sensoriomotor, 0-2 urte artekoa; operazio-aurreko etapa, 2-7 urte bitartekoa; operazio konkretuen etapa, 7-12 urte artekoa eta, azkenik, operazio formaletakoa, 12 urtetatik aurrera. Etapa bakoitzak subjektuak adierazten ditu ingurunea aztertu, irudikatu eta ulertzeko era ezberdinak baita logika eta arrazoimen gaitasun bereizgarriak ere (aro bakoitzaren ezaugarrien deskripzio zehatzago ondoko hauetan kontsulta daitezke: Piaget, 2007; Blas eta al., 2005).

### 2.1.2. *Informazioaren prozesamenduaren paradigma*

XX.mendeko bigarren erdialdetik aurrera ordenagailuaren funtzionamenduaren analogiak, giza bilakaeraren eta gogamenaren egitura eta jardunbidea ulertzeko bide berriak ireki zituen. Era honetan, eta, berez, teoria

gisa zehaztu ahal izan gabe ere, informazioaren prozesamenduaren ikusmolde berria sortu zen Noam Chomsky eta George Miller bezalako autoreek bultzatu zutena.

Ikuspegi berri honen arabera, kanpotik jasotzen den informazioak subjektuaren sistema kognitiboan ibilera jakin bat egiten du, urteen poderioz aldatzen ez dena (adinarekin batera eraginkortasuna hobetuz joan arren). Ibilera honek honako atalok ditu: (a) estimuluen jasotzea, (b) estimuluen erregistroa, (c) ezagutzaren osaketa, (d) erantzunen sortzea eta (e) kontrol-prozesuak.

Esan bezala gogamenaren aribidea ulertzeko informazioaren prozesamenduaren ikuspegi honen arabera, sistema kognitiboaren funtzionamendua eta barne atalak beti dira berberak, edozein adinetan ere eta, ondorioz, ikusmolde hau ez dator bat giza bilakaeran aldiak ala etapen egotearen us-tearekin. Hau baino gehiago sistema osoaren eraginkortasuna finduz doala irizten da eta subjektuak adinarekin batera bereganatuz doa barne eskema ala egituraz baino gehiago, estrategia eta trebetasun berriak, memoria, ikaskuntza eta problemen ebazpenetan eragin positiboak dituztenak.

Aurreko ildotik, adinarekin batera hobetuz doaz, esaterako, zentzumenen zorrotasuna, eta estimulua eta informazioak aztertu, kodifikatu, integratu eta elkartzeko abilitatea. Era berean, adinarekin batera epe luzean memoria datu kopurua handitzen da eta, honen ondorioz, subjektuak informazio gehiago eta konplexuago du eskura, ikaskuntza prozesuak ondu eta bizkortzen dituena.

## 2.2. Testuinguru-kulturalak izeneko teoriak

Testuinguru-kulturalaren ikuspegitik nabarmentzen da subjektuaren eremu sozialeko eskenatoki ezberdinek eta beraiek dakartzaten aztura, jarrerara eta usteek eragiten dutela ezagutzaren egite-prozesua eta gaitasun intelektualenen garapena.

Hauen barruan Urie Bronfenbrennerren teoria ekologikoa eta Lev Vygotskyren ikuspegia kokatzen dira baina artikulu honetan zehar, azkena baino ez da aintzat hartuko zeren horrexek izan baitu eraginik sakonena pentsamendu matematikoaren ulerkuntza arloan.

Vygotskyren arabera giza bilakaera ezin da ulertu aintzat hartu gabe subjektuaren testuinguru historiko eta soziala. Autore honen iritziz, gorabehera sozialek eta aldaketa historikoek egundoko eragina dute subjektuak adierazten duen errealitatearekiko ikuspegia, baita bere kontzientzia moral eta jokamoldean ere.

Vygotskyk bereizten ditu bi psikologia-prozesu, oinarritzkoak (memoria eta arreta, esaterako) eta goi-mailakoak. Azken hauek gizakiei espezifikoak dagozkienak dira eta kultura bereganatzearekin batera garatzen dira. Hala, garaikideekin subjektuak bizitzen duen elkarrekintza, gaitasun kognitiboan

abiapuntua da; testuinguru historikoa, bilakaera kognitiboaren norabidea ezartzen duena eta, azkenik, lengoia, kultura eta goi mailako prozesu psikologikoak barneratzeko instrumentua. Hau dela eta, Vygotskyren ikuspegitik, esperientzia kulturala ezberdinek giza garapen ezberdinak eragin ditzakete.

Goi psikologia-prozesuen artean, batzuk kultura batean parte hartzearekin berez garatzen dira (esaterako, hizkuntza) baina beste batzuk barneratzeko (*aurreratua* deritzotenak) berariazko instrukzioa beharrezkoa da. Azken hauen artean pentsamendu zientifikoa eta idazkera daude eta heziketa xederako erakunde propioa behar dute, eskola, esate baterako.

Autore honen beste puntu garrantzitsua Garapen Hurbileko Eremua kontzeptua da. Ideia honen bidez nabarmentzen da trebezia, gaitasun eta ezagutza multzoa, umeak, oraindik, autonomoki martxan jartzen ezin duena baina heldu ala kide adituago baten laguntza eta gidaz irispidean eduki dezakeena. Zonalde ezegonkor baina posible horretan, irakasle, tutore, kide ala gurasoek umea gradualki gidatu eta motiba dezakete desafio kognitibo berriei aurre egin eta bere trebeziak autonomoki ibilarazten.

Vygotskyren ikuspegitik ikaskuntza eta garapena gauzatuko da umea, pertsona esanguratsu baten sostenguz, igarotzen lagundua izaten denean bere oinarriko abilezietatik, gaitasun potentzialetara. Bi maila hauen arteko aldeak (hasierakoa edo basala eta potentziala) mugatzen du Garapen Hurbileko Eremua eta hantxe gauzatzen da garapena.

Azkenik, nabarmendu beharra dago teoria honek egundoko garrantzia diola lengoia eta pentsamenduaren arteko erlazioari eta Vygotskyren ustez, bi prozesuok (mintzamina eta garapena) zeharo txirikordatuta agertzen direla.

### 2.3. Ikaskuntzaren teoriak

Ikaskuntzaren teoriak gogamenaren egitura ala pertsonalitatearen barne ezaugarriei baino gehiago gizabanakoarengandik kanpo dauden faktoreei so egiten diete eta, ondorioz, gizakiaren garapena ulertzeko, bereziki, testuinguruaren ezaugarriak, arauak, sariak, zigorrak eta errefortzu sozialak bezalako aldagaiak aintzat hartzen dira.

Teoria hauek guztiak estimulu eta erantzunen arteko loturan dautza eta prozesu jarraitu gisa ulertzen dute giza bilakaera (hau da, eten ala etaparik gabe). Hauen artean bi teoria-multzo bereizten dira: ikaskuntza soziala eta baldintzapenaren teoriak.

Baldintzapen teoriaren arabera, garapena eta ikaskuntza agertzen dira organismoak egiten dituen estimuluen arteko asoziazioengatik (baldintzapen klasikoa) ala portaera jakin batek dakarren errefortzuagatik (baldintzapen operantea).

Baldintzaren operantearen modeloaren ikuspegitik, pertsona ala animalia batek jokabideren bat ikasiko du jokabide horren ondorioz suertatzen den erantzunaren arabera. Hala, organismoak jasotzen duen erantzuna atsegina bada portaera bera berriro agertzeko aukera handitzen da baina aldearantziz gertatuko da erantzuna desatsegina izatera.

Baldintzaren teoriaren arabera jokabide baten ikaskuntzarako errefortzu egokiak erabili behar dira. Hauen helburua jokamoldearen probabilitatea gehitzean datza eta positiboak (ondorio laketgarria) ala negatiboak (ondorio gozogatukoak saihestea) izan daitezke. Bestalde, gaztiguen erabilpenak probabilitatea gutxitzea dakar.

Geroan ikusiko denez, zenbakizko kognizio konparatuaren arloan, batez ere, baldintzaren operantearen teoriak izan dute garrantzia.

### **3. PARADIGMEN EKARPENAK, ZENBAKI ZENTZUAREN GARAPENAREN ULERKUNTZAREN ARLOAN**

#### **3.1. Paradigma kognitiboen ekarpenak**

Piageten ikuspegiaren arabera, umea hazi ahala bere gogamen egiturak aldatuz doa eta haurra estrukturaliki ezberdinak diren etapetatik pasatuz errealitatearekiko ezaguera hobetuz doa. Informazioaren prozesamenduari perspektibatik, haatik, ez da aldaketa esanguratsurik suertatzen giza bilakaeran zehar eta, funtsean, benetako aldaketak ezaguera-egituretan baino, informazioa erabiltzeko eran izaten dira.

Giza bilakaera ulertzeko bi ikusmolde hauek zenbaki-zentzuaren sorrera eta garapena ulertzeko bi kontzeptzio ezberdin eragin dute, baita pentsamendu matematikoa aztertu eta ikertzeko paradigma kontrajarri samarrak ere.

Hala Jean Piaget-en arabera haurrak berbazko kontaketa burutzeko gai izaten dira zenbaketa adiera ulertu baino urte dexente lehenago. Honen arabera, umeak zenbakien sekuentzia esan ahal izango du; baita, behar bada, ikasi ere itxurazko zenbatzea baina, zinez, operazio-aurreko etapa gainditu arte haurrek ezingo die zenbakiei antzeman berba sorta bati baino zentzu handiagorik (Piaget, 1965, 1980).

Operazio-aurreko etapan zehar (2 eta 7 urte artean dirauena), haurra barne akzioetan errotzen den pentsamendua garatuz doa eta, ondorioz, mugimenezko esperientziarekiko dependentzia gutxituz joango da (Feldman, 2005). Aitzitik, etapa honetako pentsamendu mota hau mugatua agertzen da, batez ere, bere itzulgarritasun falta, egozentrismoa eta animismoagatik (Blas, Gutiérrez eta Bartolomé, 2005). Ondorioz, adin honetako umeek ezin izaten dituzte barneratu betekizun logikoak, Piageten ustez, ezinbestekoak direnak zenbaki-zentzua izateko eta, honenbestez, berbazko zenbake-

ta egin arren, zinez, kontatzean ezin dute ulertu zertan dirauten (Schirlin eta Houdé, 2006).

Betekizun logiko hauek zenbakizko adiera kardinal zein ordinalaren ulertzea ahalbidetzen dituztenak, honako hauek dira (Kamii et al., 2005; Labinowicz, 1986):

- (a) zenbakiaren irautea: hau da, multzo bateko elementu kopuruak irauten du, multzoan eragin daitezkeen aldakuntzak gorabehera. Esaterako, ilaran jarritako bi objektu-multzo konparatzean umeek ilaren luzerari erreparatuko diote erabakitzeke zein multzok duen objektu kopuru gehien eta hau gertatzen da operazio-aurreko etapako umeetan, multzoen objektuak zenbatzen jakin arren. Ondorioz, adin honetan zenbakiak errezitatzeak, baita kontatzeko kasuan ere, ez du bermatzen haurrek ulertzen dutela objektu-multzoetan egiten diren itxuraldaketez objektu-kopuruan eraginik ez dutela.
- (b) Seriazioa; hau da, multzo bateko elementuen arteko konparaketazko erlazioak ezartzeko kapazitatea eta, honen bidez, gai izatea objektuon goranzko ala beherazko ordenaketak sortzeko ahalmena. Gaitasun hau trantsitibotasunean eta itzulgarritasunean errotzen da. Lehenengo gabe, umeak ulertzen du, esaterako, A objektua handiago dela B objektua baino eta B handiagoa izan daitekeela C objektua baina, ezin du bi baieztapen horiek aldi berean koordinatu, adibidez, ondorioztatzeke A objektuak handiagoa izan behar duela C baino. Itzulgarritasun gabe, ordea, umeak ezin ditu erlazio alderantzizkoak ezarri eta, demagun, tamainaren arabera beherazko serie ordenatu batean ezin du aldi berean ulertu objektuen bat izan daitekeela aurrekoak baino txikiagoa eta hurrengoak baino handiagoa.
- (c) Zenbakizko zentzua ulertu ahal izateko Piagetek ezartzen duen azken betekizun logikoa, sailkapenak egiteko gaitasunarekin lotzen da; hots, objektuen artean antzekotasun, ezberdintasun, taldekidetza eta parekotasun-erlazioak jartzeko abilitatea.

Alabaina, bestelako paradigmaman oinarriturik, aurreko mendeko hirurogeita hamar hamarkadatik aurrera zalantza ugari agertu dira zazpi urtetik beherako neska-mutilen kontatze-ahalezia hutsalen ustearen inguruan. Duda zabaldu ziren, lehenbizi, Gelmanek eta Gallistelek mahairatu zuten «*lehenik printzipioak, gero gaitasunak*» izeneko proposamena dela eta (Gelman eta Gallistel, 1978; Gelmen eta Meck, 1983) baina, geroan, duda nabarmenagoak izan dira jaiotzetiko zenbakizko kognizioaren ikerkuntzak agertu dituen datu harrigarriengatik (ikus, esaterako, Xu eta Arriaga, 2007; Spelke eta Kinzler, 2007).

«*Lehenik printzipioak, gero gaitasunak*» delako paradigma bi eta lau urte arteko haurrek kontatze ekintzetarako ulertze ahalmena oinarritzeko izan badutelako ideian errotzen da eta, hau frogatzeko, umeen zenbatze

aktibitatea metodologia zehatzagoaren bidez aztertzea proposatzen da. (Rittle-Johnson eta Siegler, 1998).

Ildo honetatik, Gelman eta Gallistelen ustez, umeek adierazten dituzte zenbaketarako bost printzipio oinarri-oinarrizkoak, kontatze ahalmenaren garapena gidatzen dutenak. Autoreok frogatu zuten printzipio gidari hauek oso goiztiarrak direla; izan ere, umeetan bi urtetik aurrera hauteman daitezke (hauen errepasso bat izateko, ikusi Villarroel eta Nuño, 2007).

Gelman eta Gallistelen oinarritzko printzipio hauek, kontaktaren inguruko gutxienezko ulermen maila adierazi arren, ez dakarte umeak bere zenbatze-ekintzetan errore eta hutsuneak ez izaterik. Gelmanek eta Gallistelek proposatzen dute ezberdintzea kontaktetarako printzipioak izatea (zenbatze-ekintzei zentzua ematen diena) eta printzipio horiek testuinguru ezberdinetan eta eginkizun guztietarako martxan jartzeko gauza izatea (Gelman, 1993; Gelman eta Brenneman 1994). Ildo honetatik, ikerlariok uste zuten 2 eta 7 urte bitarteko umeek adierazten dituzten kontatzeko erroreak lotuago daudela eginkizun ezaugarriekin, umeen kontatzearen inguruko ahalmen ezarekin baino (Butterworth, 2005; Gelman, 2006).

Piageten teoriarekin alderatuta, badirudi nabarmenak direla «*lehenik printzipioak, gero gaitasunak*» izeneko planteamendu honek ezartzen dituen aldeak. Ezberdintasun hauek kontatze abilezien hasierako edadean ez ezik, gaitasun hauen garapen motan ere aurkitzen dira; izan ere, Gelmanen eta Gallistelen proposamena ez dator bat etapaz etapa bilakaturiko zenbaketarako gaitasun kognitiboarekin eta aroka oinarrituriko garapenaren ideia ezdeusten du.

Testuinguru honetan ere koka daitezke jaiotzetiko zenbakizko kognizioaren ikerketa lanak zeinek nabarmendu baitute kontatzerako egitura kognitiboak bi urtetik beherako umeetan ere, egon badaudela.

Hala, ikerketa lerro hauek aurkitu dute kantitate handiak bereizteko sistema kognitibo bat (literaturan; «*analog magnitude representations*» izeneko) eta berau deskribatua izan da bai urte betetik beherako umeetan, bai gizaki helduetan (Féron, Gentaz eta Streri, 2006; Xu, Spelke eta Goddard, 2005; Xu eta Arriaga, 2007). Bestalde, primate ez-gizatiarrarekin ere antzeman egin da sistema bera (Cantlon eta Brannon, 2006; Flombaum, Junge eta Hauser, 2005). Estimuluen zenbakizko erregulartasunak hautemateko sistema kognitibo honek ondoko bi berezitasun nabarmen ditu: lehenik, objektu bildumen gaineko gutxi gorabeherako estimazioak baino ez dituela bideratzen eta, bigarrenik, kantitateen arteko ratioarekin lotuta dagoela (ikusi, Villarroel eta Nuño, 2007b; Villarroel, 2008).

Bestelako sistema kognitiboa proposatu da esplikatzeko urte bete beherako umeek adierazten duten objektu, jazoera ala soinu multzo txikiak (1, 2 eta 3 elementurekin) kontrolatzeko ahalmena (Feigenson eta Carey 2005; Xu, 2003; Cheries, Wynn eta Scholl, 2006). Sistema hau haurtxoetan ez ezik, gizaki nagusigoetan ere aipatua izan da (Hauser et al., 2007) eta arretaren ikerkuntzan deskribatu den «*object file*» sistemaren parekoa dirudi



(Kahneman et al., 1992). Arestian kontaturiko «*analog magnitude representations*» delakoaren aldean, egitura kognitibo honek zehatz-mehatz jarrai diezaieke kantitate txikiei baina, esan bezala, gehieneko 3 objektuko muga dauka. Edonola ere, sistema honetan oinarritzen omen dira multzoen aldaketa aritmetiko txikiak hautemateko urte bete izan aurretik umeez azalarazten dituzten ebidentziak (Wynn, 1992b; Kobayashi, Hiraki, Mugitani eta Hasegawa, 2004).

Amaitzeko ba ei dago beste sistema kognitibo goiztiarra, ume txiki-txikietan ediren dena: multzo-kuantifikatzaileen sistema (Le Corre eta Carey, 2007). Egitura kognitibo honexetan errotzen da hizkuntza-kuantifikatzaile zehaztugabekoen (anitz, ugari, asko, gutxi,...) eta zenbakizkoen (bat, bikoitza, hiruko, erdia,...) ulertzea. Sistema kognitibo honen ikerkuntza oraindik ez du argitu hizkuntza-ahalmenen aurretikoa ala sistema ez-berbazkoa ote den baina badirudi gutxienez, singular eta pluralaren bereizteari dagokionez, lengoaiarako ahalmenen aitzin egon daitekeela (Le Corre eta Carey, 2007).

Oro har, Piageten teoriarekin parekatuz, bi urtetik beherako umetxoek zenbaki-zentzuaren inguruko ikertze-lerro hauen birpasak, kontatzerako abilezien inguruko paradigma hagitz ezberdina erakusten du. Hau hala da, lehenik, egitura kognitiboaren fundamentuen agertzeak lotuta ez dirudielako adinarekin ala etapa ezberdinekin eta, bigarrenik, pentsamendu matematikaren garapena estekatuago azaltzen delako oinarritzko sistema kognitibo aitzindari baten fintze eta hobetzearekin, egitura berrien agertzearekin baino.

### 3.2. Teoria testuinguru-kulturalen ekarpenak

Esan bezala, teoria testuinguru-kulturalek nabarmentzen dute ingurune historiko eta sozialak, kide eta nagusien gidaritzak eta lengoaiak duten garrantzia garapen intelektualaren suspertzean.

Paradigma honetan oso azpimarragarriak dira pentsamendu matematikoaren bilakaeran eta kontzeptu abstraktuen ulertze-prozesuan diskurtso eta hizkuntza usaerek duten eragina (Sfard, 2000a, 2000b; Villarroel, 2007c; Villarroel, 2007a).

Ikusmolde honen abiapuntu maiz Duvalen paradoxa kognitiboan aipatua izan da (Amore, 2000; Sfard, 2000b). Berau ondoko era honetan planteatzen da: matematika objektuen ikaskuntza ezin da konprenitu kontzeptuen benetako ulerkuntzarik gabe baina, bestalde, errepresentazio semiotikoen bidez baino ezin da objektu matematikoetara ailegatu (izatez, elementu matematikoak ez baitira sumagarriak). Egoera honek, kontraesan didaktiko sakona dakar: matematikako kontuetan hasiberriek nola ez dituzte nahastuko objektu matematikoak eta euren irudikapen semiotikoak, objektu matematikoak maneiatzeko irudikapenok baizik ez badituzte? Ala

bestelako eran azaldurik, irudikapen semiotikoak erabili aurretik objektu matematikoen ulerkuntza aurrebaldintza bada (sinboloak zuzen erabiltzeko) eta sinboloak badira bide bakarra objektu matematikoak sumatzeko, nola ikasten dira kontzeptuen esanahia, sinboloak baino lehen azken hauek nola maneiatu jakiteko?

Paradoxa hau areagotzen da aintzat hartzen bada, funtsean, pentsamendu matematikoa jardunbide kognitiboa dela eta irudikapen semiotikoa zerbait estrintseko eta bigarrendarra baino ez dela.

Sorgin kurubilo honen askatze puntuan aribide sozialaren bitartez gidaturiko esperientzia sentsoriala kokatu da (Sfard, 2000a, 2000b). Honen arabera, sinboloaren esanahia eta objektu matematikoena elkarren artean moldatzen diren egitateak dira eta kontzeptu matematikoen inguruan helduak ikasleari erakusten dizkion esperientzia fisikoan oinarrituriko klixek edo estereotipo linguistikoek objektu matematikoen ulertzerako bidea ezartzen dute.

Bide linguistikoko horien erabilpenaren bidez, ikasleak sinboloen erabilpen zuzena bereganatu ez ezik, nozio matematikoen zentzua hezurramitu ere egin dezake. Sfardek (Sfard 2000a, 2000b) argi uzten du objektu fisikoekin izaten dugun esperientzia sentsorialaren bidez eraturiko komunikazio-moldeak direla diskurtso abstrakturako klixek linguistikoen jatorria eta aktibitate komunikatibo honetan errotzen dela kontzeptu matematikoen esanguraren gauzatzea. Klixek hauek dira »diskurtso abstraktura pasatzen diren metafora moduko transplante linguistikoak» (Sfard, 2000a, 68. orrialdea).

Ikusmolde honetatik berebiziko garrantzia dute matematikaren didaktikarako espresuki garatzen diren objektu manipulagarriak (abakoa, Cuisinaire-ren erregeletak, bloke base anitzak eta abar). Tresna hauetan irakasleak ezartzen ditu arestian aipaturiko molde komunikatiboak, ikasleari sinboloen erabilpena eta kontzeptuen esanahia eratzen lagun diezazkioketenak (Fernández, 1989; Cascallana, 1988; Villarroel, 2007a).

### 3.3. Baldintzapean operantearen ikuspegiaren ekarpenak

Zenbaki-zentzuaren ikerkuntzan kausitu diren emaitzarik harrigarrien artean, akaso abilezia kognitibo hau beste animalia espezie batzuekin konpartitzen dugula egiaztatzea izan da. Edonola ere, ezin da esan ikerketa larro hau berria denik.

Otto Koehler-ren (1889-†1974) lan aitzindaria dugu honen lekuko; izan ere, aurreko mendearen hastapenetan jadanik nabarmendu zituen hegaztien zenbakizko trebeziak (Hassenstein, 1974). Harrez geroztik, ugariak izan dira animalien abilezia hauek konfirmatu dituzten ikerlanak, bereziki primate ez-gizatiarrarekin (Beran, 2007; Cantlon eta Brannon, 2007; Jordan eta Brannon, 2006; Van Marle, Aw; McCrink eta Santos, 2006; Lewis, Jaffe eta Brannon, 2005).

Zenbakizko kognizio konparatuaren arlo honetako ikerkuntza diseinuak, hein hain batean, ondoko printzipio honetatik abiatu dira: zenbakiaren kontzeptua izate abstraktukoa den aldetik, ezin da espero animaliak era naturalean eta espontaneoki adierazterik zenbakiaren kontzeptuarekin loturiko jokabiderik, ez bada alde zuzenetik jokabide horietara animaliak hartarazten direlako, heziketa-metodoa eta instrukzioarako prozedura zehatza erabiliz.

Ikertze-diseinu hau zeharo ondo uztartzen da baldintzapean operantea delako paradigmarekin. Ondorioz, sariak, errefortzuak eta gaztiguak izan dira animaliek ere zenbaki-zentzuarekin loturik egon daitezkeen jokabideak azalaraz ditzaketela frogatzeko bidea. Arestian aipatu den bezala, hau bereziki primate ez-gizatiarren kasuan frogatu da baina bestelako animalia espezieetan ere: zetazeoak (Kilian et al, 2003, 2005), txakurrak (Ward et al., 2007), karraskariak (Schmidt et al., 2004; Breukelaar et al, 1998; Church et al. 1984), hegaztiak (Rugani et al., 2007) eta arrainak (Agrillo et al., 2007).

Hala ere, eta artikuluko honen gaitik alderaturik ere, apika interesgarria izan daiteke nabarmentzea arlo honetako azken ikerketek ikuspegi berriak ireki dituztela; izan ere, egiaztatu da animaliek espontaneoki bai adierazten dituztela barne zenbakizko errepresentazioak izatearekin bat letozkeen jokamoldeak (Cantlon et al., 2007; Flombaum et al., 2005).

#### 4. ONDORIOAK

Zenbaki-zentzuaren ikerkuntzari buruzko birpasa honetan ageri azaltzen da bilakaeraren psikologiaren arloan bezala, pentsamendu matematikoaren fenomenoak paradigma anitzekoa dela eta honen inguruan halako ikuspegi orokorra eratuko bada beharrezkoa dela fenomenoaren aspektu ezberdinak aintzat hartzea.

Oraindik ez dago paradigma ezberdinetatik kausitu diren datu esperimentalak eta beraien interpretazioak bateragarri egiten dituen teoriarik. Ondorioz, umeez kontatzen nola ikasten duten ulertzeko jarrera eklektikoak ezinbestekoa dirudi.

Hala izanik ere, bai aipa daitezkeela datu zenbait prozesu honen nondik norakoa argi dezaketenak:

1. Hasteko aipatu beharra dago egun maneiatzen diren datuekin, ezin dela egiaztat jo zenbakizko zentzua gizaki helduen ahamen eskusiboa denik. Alde baterik, Piagetek definitu zuen operazio-aurreko etapen zehar aurkitu dira ikerlari suizarrak kontuan hartu ez zituen aritmetika abilezia oinarrikoak. Abilezia hauen aurkikuntzak pentsatzera eramanez gaitzake edade horretan umeez zenbakizko zentzu gutxienezkoa izan badutela.

Are gehiago, une honetan ukazina dirudi hizketan hasi aurretik estimuluen erregulartasun kuantitatiboak eta multzoen aldaketa aritme-

tikoei erreparatzeko gaitasuna egon badagoela eta gaitasun hau goiztiarra izateaz gain, batzuen ustetan, sortzetikoa ere izan daitekeela (Butterworth, 2005; Díaz, 2006).

Honen ildotik, oso iradokigarria dirudite giza kognizio egitura nuklearra eta jaiotzetikoa deskribatu duten ikerketek (Spelke eta Kinzler, 2007). Hauen arabera lehendabiziko hilabetetatik bertatik gizakiok ahalmena adieraziko genuke bereizteko ondoko ezaguera plano hauek: (a) objektu inanimado eta haien arteko elkarrekintza mekanikoenak, (b) gizakien jokabidea eta euren asmoenak, (c) banaketa espaziala eta erlazio geometrikoak eta (d) multzoak eta zenbakizko erlazioak (ordenatze, batze eta kentzekoa).

Bestaldetik ezin da oharkabean pasatzen utzi zenbaki-zentzuak izan dezakeen egokitze-balioa gizakiontzat ez ezik bestelako animalia espeziatarako ere eta aspektu honek mahairatzen dituen inplikazio filogenetiko ezin interesgarriagoak (Brannon, 2006).

2. Datuak datu, bestalde, ez dago zalantzarik mintzamenaren garapenerekin eta, bereziki, Piagetek aipatzen zituen betekizun logikoak bereganatzearekin batera, zenbakizko zentzuaren garapena maila singular eta berariazkoa ailegatzen dela. Hala eta guztiz ere, oraindik ez da erabat ulertu aurreko abilitateekin, fase honek izan dezakeen erlazioa. Ildo honetatik aipagarriak dira Wynn lanak (Wynn, 1990, 1992) non deskribatu diren umeen kontatze gaitasun mugatuaren bilakaera eta zein adinetan agertzen diren; hain juxtu, benetako kontatze gaitasuna agertu aurretik.

Edonola ere, litekeena da ikusmolde piagetano eta informazioaren prozesamenduarena nekez bateragarri suertatzea; izan ere, hipotesi eta aurreuste ezberdinetatik abiatzeak aldea dakar metodologian eta interpretatzeko eran.

8. Testuinguru honetan zehazteke geratzen da jakitea noraino den elementu kritikoa, matematikaren irakaskuntzarako espazio komunikatibo eraginkorrak sustatzea; hain zuzen, ikasleari laguntzeko bere barne egitura kognitiboaren mugetatik haratago joaten. Ildo honetatik ikusmolde testuinguru-kulturalaren aldetik, zein den garapen kognitiboaren abiapuntua jakitea bezain garrantzitsua da ezagutzea noraino ailega daitekeen ikasle baten ahalmen potentziala, baita ezagutzea ere irakasleak ikasleari eskaini behar dion sostengu eta aldamiaia mota, didaktika eraginkorrak eskaintzeko.

Begi-bistakoa denez zenbaki-zentzuaren sorrera eta garapena ulertzeak egundoko erronka dakar ikertze arloan zein eremu didaktikoan.

Jasotze-data: 2007-11-7

Onartze-data: 2008-2-8

*The process that children develop passing from merely pronouncing number words to showing real comprehension of the concept of number is a question which has attracted interest from psychologists and pedagogues due to its implications in researching cognitive skills and its undeniable didactic scope. This article presents a review of the theoretical paradigms which have most influenced this issue and, in the light of this traditional theory, it also demonstrates the latest results in matters relating to developing numerical skills during childhood.*

**Keywords:** *Number ability. Mathematical thinking. Social evolution. Psychological theories.*

---

*El proceso a través del cual se desarrolla durante la niñez el paso de la mera pronunciación de palabras para numerar a la verdadera comprensión del concepto de número es una cuestión que ha atraído el interés de psicólogos y pedagogos por sus implicaciones en la investigación de las habilidades cognitivas y por su innegable alcance didáctico. En este artículo se presenta una revisión de los paradigmas teóricos que más han influido en esta cuestión e, igualmente, se expone, a la luz de esta tradición teórica, los resultados más novedosos en la cuestión del desarrollo de las capacidades numéricas durante la infancia.*

**Palabras clave:** *Capacidad numérica Pensamiento matemático. Evolución social. Teorías psicológicas*

---

*Le processus grâce auquel se développe, pendant l'enfance, le passage de la plus simple verbalisation pour dénombrer à la véritable compréhension du concept de nombre est une question qui a suscité l'intérêt des psychologues et pédagogues de par ses implications dans la recherche des compétences cognitives et par sa portée didactique inégalable. Cet article présente une révision des paradigmes théoriques qui ont le plus influencé cette question, il expose également, à la lumière de cette théorie, les résultats les plus innovants en matière de développement des capacités numériques pendant l'enfance.*

**Mots clé:** *Capacité numérique. Pensée mathématique. Évolution social. Théories psychologiques.*

---

## BIBLIOGRAFIA

- AMORE, B. (2000). «La didáctica de las matemáticas a la vuelta del milenio: raíces, vínculos e intereses». *Educación Matemática*, 12, 39-50.
- AGRILLO, C.; DADDA, M. ETA BISAZZA, A. (2007). «Quantity discrimination in female mosquitofish». *Animal Cognition*, 10 (1), 63-70.
- BERAN, M. (2007). «Rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) enumerate large and small sequentially presented sets of items using analog numerical representations». *Journal of Experimental Psychology. Animal Behavior Processes*, 33 (1), 42-54
- BLAS, A.; GUTIERREZ, D. ETA BARTOLOMÉ, R. (2005). *Educación Infantil*, Mc Graw Hill, Madrid.
- BRANNON, E. (2006). «The representation of numerical magnitude». *Current Opinion in Neurobiology*, 16.2, 222-229.
- BREUKELAAR, J. ETA DALRYMPLE-ALFORD, J. (1998). «Timing ability and numerical competence in rats». *Journal of Experimental Psychology. Animal Behavior Processes*, 24, 84-97.
- BUTTERWORTH B. (2005). «The development of arithmetical abilities». *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 46, 1, 3-18.
- CANTLON, J. ETA BRANNON, E (2006). «Shared system for ordering small and large numbers in monkeys and humans». *Psychological Science* 17 (5), 401-406.
- CANTLON, J. AND BRANNON, E. (2007). «How much does number matter to a monkey (*Macaca mulatta*)?». *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes* 33 (1), 32-41.
- CHERIES, E.; WYNN, K. ETA SCHOLL, B. (2006). Interrupting infants' persisting object representations: an object-based limit? *Developmental Science* 9 (5), 50-58.
- CHURCH, RUSSEL AND WARREN MECK. 1984. *The numerical attributes of stimuli*. Ondoko honetan: Roitblat, Herbert, Thomas Bever & Herbert Terrace (eds.), *Animal cognition*, 445-64. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- CASCALLANA, M. T. (1988). *Iniciación a la matemática (materiales y recursos didácticos)*. Santillana: Madrid.
- DÍAZ, R. (2006): «Innatismo y Cultura en el Aprendizaje de la Noción de Número», *Revista Cognición*, 5, 37-50.
- FEIGENSON, L.; Dehaene, S. eta Spelke E. (2004). «Core systems of number». *Trends in Cognitive Science* 8 (7), 307-314.
- FELDMAN, D. (2005). «Piaget's next term stages: the unfinished symphony of cognitive development». *New Ideas in Psychology*, 22 (3), 175-231.
- FEIGENSON, L. ETA CAREY, S. (2005). «On the limits of infants' quantification of small object arrays». *Cognition*, 97, 295-313.
- FERNÁNDEZ, J.A. (1989). *Los números en color de G. Cuisenaire*. Madrid: Seco Olea.
- FÉRON, J., GENTAZ, E. AND STRERI, A. (2006). «Evidence of amodal representation of small numbers across visuo-tactile modalities in 5-Month-old infants». *Cognitive development*, 21 (2), 81-92.
- FLOMBAUM, J; JUNGE, J. ETA HAUSER M. (2005). «Rhesus monkeys spontaneously compute addition operations over large numbers». *Cognition*, 97 (3), 15-325.
- GELMAN, R. (1993). «A rational-constructivist account of early learning about numbers and objects». Ondoko honetan: *Learning and motivation* New York: Academic Press.

- GELMAN, R. (2006): «Young Natural-Number Arithmeticians», *Current Directions in Psychological Science* 15 (4), 193–197.
- GELMAN, R. AND BRENNEMAN, K. (1994). *First principles can support both universal and culture-specific learning about number and music*. Ondoko honetan: Mapping the mind: domains, culture and cognition. New York: Cambridge University Press.
- GELMAN, R. Y GALLISTEL, C. (1978): *The child's understanding of number*, Harvard University Press.
- GELMAN, R. Y MECK, E. (1983). «Preschooler's counting: principles before skill». *Cognition*, 13, 343-360.
- HALPERN, C.; GLOSSER, G.; CLARK, R.; GEE, J.; MOORE, P.; DENNIS, K.; McMILLAN, C.; COLCHER, A. ETA GROSSMAN, M. (2004). Dissociation of numbers and objects in corticobasal degeneration and semantic dementia. *Neurology*, 62, 1163–1169.
- HAUSER, M.; BARNER, D. AND O'DONNELL, T. (2007). Evolutionary Linguistics: A New Look at an Old Landscape. *Language Learning and Development*, 3 (2), 101 – 132.
- HASSENSTEIN B., 1974. «Otto Koehler--his life and his work». *Zeitschrift fur Tierpsychologie*, 35 (5), 449-464.
- HOFFMAN, L.; PARIS, S. ETA HALL, E. (2002). *Psicología del desarrollo hoy*. Madrid,: MacGraw-Hill.
- IZQUIERDO, A. (2005). «Psicología del desarrollo de la edad adulta : teorías y contextos». *Revista Complutense de Educación*, 16, (2), 601 – 619.
- JORDAN, K. ETA BRANNON, E. (2006). «Weber's Law influences numerical representations in rhesus macaques. (Macaca mulatta)». *Animal Cognition*, 9, 159-172.
- KAMII, C.; RUMMELSBURG, J. ETA KARI, A. (2005): «Teaching arithmetic to low-performing, low-SES first graders». *The Journal of Mathematical Behavior*, 24 (1), 39-50.
- KILIAN, A.; YAMAN, S. AND VON FERSEN, L. (2003). «A bottlenose dolphin discriminates visual stimuli differing in numerosity». *Learning and Behavior*, 31, (2), 133-142.
- KILIAN, A.; VON FERSEN L. AND GUNTURKUN, O. (2005). «Left hemispheric advantage for numerical abilities in the bottlenose dolphin». *Behavioural Processes*, 68, (2), 179-184.
- KOBAYASHI, T., HIRAKI, K., MUGITANI, T. AND HASEGAWA, T. (2004). «Baby arithmetic: One object plus one tone». *Cognition*, 91 (2), 23-34.
- KAHNEMAN, D., TREISMAN, A. ETA GIBBS, B. (1992). «The reviewing of object files: Object-specific integration of information». *Cognitive Psychology*, 24, 175-219.
- LABINOWICZ, E. (1986). *Introducción a Piaget. Pensamiento*. México: Aprendizaje y Enseñanza, Fondo Educativo Interamericano.
- LE CORRE, M. ETA CAREY, S. (2007). «One, two, three, four, nothing more: How numerals are mapped onto core knowledge of number in the construction of the counting principles». *Cognition*, 105 (2), 395-438.
- LEWIS, K.; JAFFE, S. ETA BRANNON, E. (2005). «Analog number representations in mongoose lemurs (Eulemur mongoz): evidence from a search task». *Animal Cognition*, 8 (4), 247-252.
- PIAGET, J. (1965). *The child's conception of number*. New York: Norton.

- PIAGET, J. (1980). *Biología y conocimiento*. Madrid: Siglo Veintiuno.
- PIAGET, J. (2007). Jean Piaget. 2007ko azaroaren 6a eskuratua ondoko honetatik: [http://es.wikipedia.org/wiki/Jean\\_Piaget](http://es.wikipedia.org/wiki/Jean_Piaget).
- RITTLE-JOHNSON, B. ETA SIEGLER, R. (1998). *The relation between conceptual and procedural knowledge in learning mathematics: A review*. Ondoko honetan: The development of mathematical skill. United Kingdom: Psychology Press.
- RUGANI, R.; REGOLIN, L. AND VALLORTIGARA, G. (2007). «Rudimental numerical competence in 5-day-old domestic chicks (*Gallus gallus*): Identification of ordinal position». *Journal of Experimental Psychology. Animal Behavior Processes* 33, (1), 21-31.
- SCHIRLIN, O. AND HOUDÉ, O. (2006). «Negative priming effect after inhibition of weight/numbernext term interference in a previous term Piaget next term-like task». *Cognitive Development*, 22 (1), 124-129.
- SCHMIDT, M.; WARHAWK, J. AND GARCIA, J. (2004). «Numerousness Discrimination in Rats». *Annual International Conference on Comparative Cognition*, Melbourne Beach.
- SFARD, A. (2000a). *Symbolizing mathematical reality into being: How mathematical discourse and mathematical objects create each other*. Ondoko honetan: P. Cobb, K. Yackel, eta K. McClain, *Symbolizing and communicating: perspectives on Mathematical Discourse, Tools, and Instructional Design*, NJ: Erlbaum. Mahwah, 37-98.
- SFARD, A. (2000b). «Steering (dis)course between metaphor and rigor: Using focal analysis to investigate the emergence of mathematical objects». *Journal for Research in Mathematics Education*, 31.3, 296-327.
- SPELKE, E.S. ETA KINZLER, K. D. (2007). «Core knowledge.» *Developmental Science* 10, 89-96.
- TRIANES, M. ETA GALLARDO, J. (2004). *Definición, campos y proceso histórico de la psicología de la educación y del desarrollo*. Ondoko honetan: *Psicología de la educación y del desarrollo en contextos escolares*. Madrid: Piramide.
- VAN MARLE, K.; AW, J.; MCCRINK, K. ETA SANTOS, L. (2006). «How capuchin monkeys (*Cebus apella*) quantify objects and substances». *Journal of Comparative Psychology* 120 (4), 416-426.
- VILLARROEL, J (2007a). «Nola lagutzen dute objektu manipulagarriek matematikaren ikaskuntzan?». *Sigma, Matematikaren aldizkaria*, 30, 27-41.
- VILLARROEL, J ETA NUÑO, T. (2007b). «Umeen zenbatze ekintzari buruzko perspektiba berriak: Piagetengandik haratago». *Uztaro* (inprimategian dago).
- VILLARROEL, J. (2007c). *Nuevas perspectivas sobre la enseñanza de las ciencias. Motivación y estilos de aprendizaje en el aprendizaje científico*. Bilbao: Villarroel (Ed.)
- VILLARROEL, J (2008). «Nuevas perspectivas sobre el conteo infantil». *Suma* (aztertze pean).
- WARD, C. AND SMUTS B. (2007). «Quantity-based judgments in the domestic dog (*Canis lupus familiaris*)». *Animal Cognition* 10 (1), 71-80.
- WYNN, K. (1990). «Children's understanding of counting». *Cognition*, 36, 155-193.
- WYNN, K. (1992). «Children's acquisition of number words and the counting system». *Cognitive Psychology*, 24, 220-251.
- WYNN, K. (1992b). «Addition and subtraction by human infants». *Nature*, 358, 749-750.



- XU, F. (2003). «Numerosity discrimination in infants: evidence for two systems of representations». *Cognition*, 89 (1), B15–B25.
- XU, F., SPELKE, E. ETA GODDARD, S. (2005). «Number Sense in Human Infants». *Developmental Science*, 8 (1), 88-101.
- XU, F. ETA ARRIAGA, R. (2007). «Number discrimination in 10-month-old infants». *British Journal of developmental psychology*, 25, 103-108.