

Donostiako Unibertsitate Eskola Politeknikoko ikasleen ahalmen espazialaren azterketa: neurria eta estrategiak

*Iera Arrieta Kortajarena
María Concepción Medrano Samaniego
Modesto Arrieta Illarramendi*

GAKO-HITZAK: Ahalmen espaziala. Estrategiak. Matematika. Marrazketa. Ingeniaritza. Hezkuntza unibertsitarioa.

1. SARRERA

Aspalditik azpimarratu izan da ahalmen espazialak adimen orokorrean duen garrantzia eta, baita, Matematikaren ikas-irakaskuntzan ere; horregatik hainbat ikerlarik hartu dute ahalmen espaziala beraien ikerkuntzaren oinarritzat. Hala ere, orain arte ikerlariak emandako definizioen eta kontzeptuen anizkoiztasunarekin ez da erraza ahalmen espazialaren eredu bereizgarri eta sendo bat eraikitzea.

Carroll-en (1993) (egituran) eta Burden eta Coulson-en (1981) (estrategietan) eruedetan oinarrituz, Donostiako Unibertsitate Eskola Politeknikoko ikasleen ahalmen espaziala aztertu eta neurtu nahi izan dira, ikasle horien gaitasun-maila besteei baino aipagarriagoa izan daitekeela uste baitugu. Horretarako test bereziak pasa dira, ahalmen espazialaren faktore guztiak neurtuko dituztenak. Test horien bidez, bi helburu nagusi planteatzen dira: batetik, espezialitate, sexu ezberdinen arteko ikasleen ahalmen espazialaren azterketa, eta bestetik, testak osatzeko orduan ikasleek erabiliko estrategien azterketa.

2. AURRE IKERKETAK

Hainbat ikerlarik (Bishop, 1989; Clements, 1998; Gutiérrez, 1998; Clements, 2003, Arrieta 2003) agerian utzi dute ahalmen espazialaren garrantzia Hezkuntza Matematikoan. Ahalmen hori garatu ahal izateko edo bere garapenerako proposamen didaktiko bat burutzeko, ordea, lehendabizi, beharrezkoa da bere egitura ondo definitzea eta, ondoren, bere neurketa ezartzea.

2.1. Egiturari dagozkionak

Ikus dezagun, bada, orain arte egin izan diren ikerketetan nola ulertu, definitu edo egituratu duten ahalmen espaziala eta nola neurtu duten. Erraza dirudien azterketa honek praktikan zailtasun handia du, ahalmen espazialari uztartuta dauden hainbat eta hainbat kontzeptu ezberdin erabili izan baitira.

Ikerlari batzuek ahalmen espazialari pentsamendu edo ikusmen espaziala ere deitu izan diote; beraien ustez, pertsona batek irudi espazialak mentalki sortzeko duen gaitasuna da ahalmen espaziala. Hala ere, norma-lean Mc Gee-ren (1979) definizioa hartzen da aintzat, irudi mentalak sortzeko eta pentsamenduan manipulatu ahal izateko gaitasuna, alegia.

Beste ikerlari batzuek diotenez (Guay eta McDaniel, 1977; Bishop, 1983; Tartre, 1990) ahalmen espaziala beste azpi-ahalmen zehatz batzuen multzoa da, bistaratzearena, orientazio espazialarena, erlazio espazialena eta pertzepzio espazialena, hain zuzen.

Hezkuntza matematikoan ere badaude ahalmen espazialari buruzko azterketa teorikoak: McGee (1979), Guay eta McDaniel (1977) ikerlariaren proposamenetan oinarritutakoak eta Clements (1983), Bishop (1983) eta Tartre (1990) bildutakoak. Azterketa horietan, ikuspuntu teorikotik, gutxienez bi faktore ezberdintzen dituzte: Bistaratzea, mentalki objektuak manipulatzeko gaitasuna (pertsonak objektua manipulatzeko du), eta orientazio espaziala, beste perspektiba batetik objektu bat imajinatze gaitasuna (pertsona da objektuaren inguruan mugitzen dena).

Wattanawahak (1977) ere ekarpen garrantzitsuak egin zituen, bistaratze espazialeko itemak taxonomikoki ordenatu baitzituen lau irizpide jarraituz: itema ebazten den dimentsio kopurua, itemak ebazteko beharrezkoa den barneratze gradua, itemaren erantzuna aurkezteko modua eta itema ebazteko beharrezkoa den eragiketa mental kopurua. Honen bidetik burutu dituzte beraien ikerketak Lahrizik (1984) eta Cossíok (1997) ere.

Ikus daitekeenez, definizio eta kontzeptu guzti hauek bateraezinak dira, eta ezin daitezke bereizi edo beraiekin egitura hierarkiko bat osatu.

Historikoki Ahalmen Espazialaren ikerkuntza adimenaren azterketari lotuta egon da, adimena bi alderdi nagusitik aztertuta izan delarik: lehenen-

goak, pertsonak beraien artean zenbat eta nola ezberdintzen diren aztertzen du, eta bigarrenak, orokorragoa denak, jokaera, funtzio mentala edo garapen mailak aztertzen ditu (Eliot, 1987).

Spearmanek (1927) korrelazio positiboak topatu zituen ahalmen-test ezberdinak pasatako pertsonen emaitzen artean. Horren ondorioz, testek neurtutako ezaugarriak zeharo independenteak ez direla pentsatu zuen eta eredu bifaktorial bat proposatu zuen: bata komuna, orokorra edo «g» faktorea deiturikoa, eta bestea, ahalmen zehatz ezberdinak biltzen zituena.

Thurstonek (1938), berriz, zazpi faktore independente bereizi zituen. Hasera batean «g» faktorearen existentzia ukatu zuen, baina gerora zeharkako errotazioarekin 2. ordenako faktore bat lortu zuen, Spearmanen «g» faktorearekin alderatu zitekeena.

Bi ikerlari hauen ondora, beste hainbat ikerketa burutu dira urteetan. Azken urteotan aipagarria da Gustafssonek (1988) egindako lana, 11 eta 15 urte arteko 2096 haurrei burututako bost azterketa enpirikoren emaitzak batu baititu, eta horrekin Cattelek (1971) eta Hornek (1985) proposatutako ereduak baieztatu ahal izan du: adimena hiru mailatan banatzen du, maila orokorrean Spearmanen «g» faktorea kokatuz, eta hortik beherako mailatan faktore zehatzagoak jarritz.

Carrollen (1993) hiru geruzen ereduak hartzen da Spearmanetik literatura zientifikoa egin diren ikerketa askoren azken sintesi moduan. 461 datu multzo eta haserako korrelazio matrizeak erabiliz, analisi faktorialak garbi erakusten du adimena hiru mailatan hierarkikoki bereiz daitekeela.

Bestalde, hainbat ikertzailek adierazi dutenez mutilen puntuazioak neskenak baino hobeak dira zeregin espazialean (Maccoby eta Jacklin, 1974; Linn eta Petersen, 1985), nahiz eta azken urteetako beste ikerketa batzuek ez dituzten baieztatu emaitza horiek (Tartre eta Fennema, 1995; Burin, Delgado eta Prieto, 2000; Arrieta, 2006).

Ingeniaritzako ikasketei lotuta, Dominguez de Posadak (1994), Cosío (1997), García-Ganuzak (2000) eta beste hainbat ikerlarik baieztatu duten bezala, geometriak, eta zehazki, ahalmen espazialak, garrantzi handia du ikasketetarako, eta baita, zenbait lanbidetarako, ingeniarietza barne.

Marrazketa geometrikoa ingeniari baten oinarri sendoenetarikoa bat izan da betidanik, egin behar izaten duen lan motagatik; eta ahalmen espazialak eragin zuzena du marrazketan (Smith, 1964). Horregatik, oso garrantzitsua da ingeniarietza ikasten ari den ikasleak ahalmen espaziala lantzea, marrazketarako eta gerora, lanerako, asko lagunduko baitio.

Gainera, ingeniarietza lan praktikoa jakin batzuekin ahalmen espaziala hobetu daitekeela frogatu zuten hainbat ikerlarik (Domínguez de Posada, 1994). Eta aurretik ikusi dugunagatik, ahalmen espazialaren garapenak adimenean eragina duenez, berarekin lan egiteak garrantzia du edozein pertsonengan, baina batez ere, ingeniarietza ikasleengan.

2.2. Estrategiei dagozkienak

Ikerlari ugari agerian utzi dute pertsonen ahalmen espazialeko jarduerak egiteko erabiltzen dituzten estrategiak aztertzeo garrantzia; beraien helburu nagusienetarikoa bat adimena aztertzea da, eta horretarako beharrezkoa da adimenak nola funtzionatzen duen ikertzea; estrategien ikerketak helburu horretara garamatza.

Ikerketa batzuei esker, baieztatu daiteke irakasteko metodo ezberdinek ahalmen espaziala alda dezaketela, eta beraz, Gorgorióren (1994) ustetan, «ahalmen horren ikasketekin dabiltzan ikasleen estrategiei buruzko informazioa ematea benetan garrantzitsua litzateke» (23. orr.).

Lohman-en (1979b) iritziz, «ebazpen-estrategietako ezberdintasun indibidualak ikerketa garrantzitsuenetarikoa bat dira, bai ikerketa esperimentaletan, baita pentsamendu espazialaren ikerketa korrelazionalan ere» (16. orr.). Lohman-ek (1979a) ondoko ondorioak lortu zituen bere ikerketan: «alde batetik, zenbat eta item zailagoak izan, orduan eta estrategia ezberdin gehiago agertzen ziren; eta bestetik, item bakoitzaren zailtasuna handitzen zihoan heinean, manipulazio mentala oinarritzat duten estrategiak erabiltzetik estrategia analitikoagoak erabiltzera pasatzen ziren ikasleak» (138. orr.).

Azken urteetan, estrategiak sailkatzeko eredu kognitibo ugari definitu dira. Krutetski-k (1976) pertsonak sailkatzen zituen, bakoitzak erabiltzen zituen estrategien arabera: pertsona analitikoak deitu ziren, soluzioak topatzeko logika eta hitzak erabiltzen zituztenei, pertsona geometrikoak, marrazketa eta pentsamendu bisuala erabiltzen zituztenei eta pertsona harmonikoak, aurreko biak nahasten zituztenei. Bishop-ek (1980, 1983) antzeko bereizketa egin zuen: pertsona analitikoak eta pertsona geometrikoak, ariketa matematikoen ebazpenetan erabilitako baliabide bisualen arabera. Clements-ek (1983) ere Kruteski-ren sailkapenari heldu zion: pertsona bisualizatzaileak, irudiak erabiltzen zituztenei, pertsona hitzunik, hitzezko kodigoak erabiltzen zituztenei eta nahasiak, biak erabiltzen zituztenei.

Hala ere, guztietatik garrantzitsuena eta gerora gehien erabilia izan dena Burden eta Coulson-ena (1981) da. Hauek, aurreko ikerlariak egin ez zuten bezala, pertsonak sailkatu beharrean, estrategiak sailkatu zituzten. Askoz ere interesgarriagoa da ikuspuntu hau, benetan ezagutu nahi duguna estrategia ezberdinen jokamoldea baita, ez pertsona bakoitzaren jokaera; gainera, pertsona batek estrategia mota bat baino gehiago erabili dezake, eta horregatik ez da egokiena pertsonak estrategien bidez sailkatzea.

Estrategiak bi modutan bereizi zituzten Burdon eta Coulson-ek: alde batetik, errepresentazio-moduen bidez, eta bestalde, atentzioa zentratzeko lekuaren bidez. Lehenengo moduan hiru estrategia ezberdin definitu zituzten: modu bisuala, hitzezko modua eta modu nahasia. Atentzioa zentratzeko lekuan, berriz, bi estrategia mota ezberdin definitu zituzten: modu

osoa eta modu partziala. Bestalde, ikasleek soluzioa topatzeko erabilitako estrategiak esplikatzerako orduan erabilitako baliabide lagungarriak (es-kuekin egindako keinuak...) ere aztertzen zituzten.

Burden eta Coulson-en ereduaren oinarrituz, Lahrizi-k (1984) estrategia espazialak ebaluatzeko eredu sarrera bikoitzeko taula baten bidez definitu zuen:

ESTRATEGIAK		Atentzioa zentratzen duena	
		osoa	partziala
Errepresentazio modua	bisuala	BISUALA-OSOA	BISUALA-PARTZIALA
	hitzezkoa	HITZEZKOA-OSOA	HITZEZKOA-PARTZIALA
	nahasia	NAHASIA-OSOA	NAHASIA-PARTZIALA

Estrategien azterketan lortutako emaitzei dagokienez, Sternberg eta Weil-ek (1980) silogismo linealei, espazialei eta hitzezko silogismoei buruz eginiko esperimendu batean errepresentazio bisualak erabiltzen zituztenek puntuazio handiagoak lortzen zituztela egiaztatu zuten.

Kyllonen, Woltz eta Lohman-ek (1981) baieztatu ahal izan zuten, gaitasun handiko pertsonak malgutasun handiagoa zuten estrategiak aukatzerako garaian; hala ere, beraien iritziz, gaitasunak ez du estrategia zehazten, baina emaitzetan islatzen da.

Cooper-ek (1982), egindako ikerketei esker, bat egin zuen aurreko hirukoteak esandakoarekin; gainera, gaitasun handiagoa zuten pertsonak normalean estrategia globalak erabiltzen zituztela, eta ariketak egitean azkaragoak zirela ere zehaztu zuen.

Gorgorió-k (1994) Burden eta Coulson-en eredu erabili zuen bere ikerketak egiteko. 24 ikasleri egindako elkarrizketetan emaitza hauek lortu zituen: maiztasunei zegokienez, gehien erabiliak izan ziren estrategiak partzialak izan ziren, bai hitzezkoak baita bisualak ere; gutxien erabili zirenak, berriz, hitzezko estrategia globalak. Ikerketako ondorioetako bat estrategia bisualen erabilerak pertsona bakoitzaren gaitasunen maila baldintzatzen zuela izan zen. Estrategiak sexuaren arabera ere aztertu zituen, ondoko emaitza lortuz: mutilek estrategia bisualak erabiltzeko joera handiagoa zuten eta neskek, berriz, hitzezkoak.

Cossío-k (1997) ere eredu bera erabili zuen bere ikerketetan. 36 ikasleri egin zizkien elkarrizketak, bakoitzak erabilitako estrategien berri edukitzeko. Ondoko ondorioetara iritsi zen: item bakoitzeko gutxienez bi estrategia ezberdin agertu ziren; okerren egindako itemetan estrategia ezberdinen kopurua handiagoa zen, eta alderantziz. Hitzezko estrategiak erabiltzen zituztenen emaitzak okerragoak ziren estrategia bisualak erabiltzen zituztenenak baino.

3. EREDU TEORIKOAK

Egiturari dagokionez, lan honetan, Carrollen (1993) hiru geruzen ereduak aukeratu da, urteetan egindako ikerketa gehienekin bat datorrelako eta analisi faktorialaren bidez justifikazio enpirikoa duelako (626. orr.):

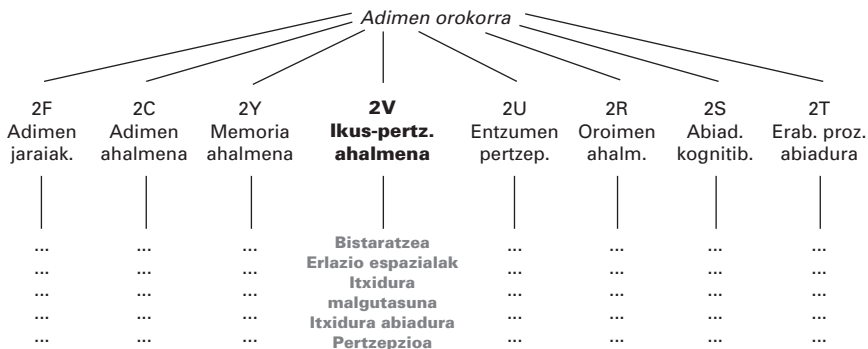
Hirugarren geruzan adimenaren faktore orokor bat dago (3G) (Spearmanen «g» faktorea).

Bigarren geruzan eremu kognitibo nagusiekin erlazonaturik dauden zortzi faktore daude: adimen jariakorra (2F), adimen kristaldua (2C), memoria ahalmena (2Y), ikuste-pertzepzioaren ahalmena (2V), oroimen ahalmena (2R), entzumen pertzepzioa (2U), abiadura kognitiboa (2S), erabaki prozesamenduaren abiadura (2T).

Lehenengo geruzan, berriz, oinarrizko gaitasun zehatzak kokatzen dira, aurreko eremu kognitibo bakoitza osatzen dituztenak; ikuste-pertzepzioan (ahalmen espazialean), zehazki, bistaratzea, erlazio espazialak, itxidura malgutasuna eta abiadura, eta pertzepzio abiadura daude, beraien artean in- dependenteak direlarik:

- *Bistaratze* (VZ). Bi edo hiru dimentsiotan ikuste ereduak mentalki ber- rreragiteko (sortzeko, desegiteko, tolesteko, garatzeko...) gaitasuna.
- *Erlazio espazialak* (SR). Bi edo hiru dimentsiotan nahiko sinpleak diren ikuste-ereduak mentalki biratzeko gaitasuna.
- *Itxidura abiadura* (CS). Bestelakoa dirudien pertzepzio eremu bat irudi bakar batean lotzeko azkartasuna.
- *Itxidura malgutasuna* (CF). Irudi bat gogoan gordetzeko gaitasuna, ondo definituriko beste irudi batzuekin ezberdindu ahal izateko.
- *Pertzepzio-abiadura* (P). Ikuste eredu ezagun bat aurkitzeko azkar- tasuna edo eredu bat edo gehiago zehazki konparatzeko azkartasuna, ereduak hondatzen edo ezkututzen ez diren ikus eremu batean.

Hau da:



Estrategiei dagokienez, lehen esan dugun bezala, zeregin espazialak ebazteko orduan erabilitako estrategiak sailkatzeko Burden eta Coulson-en (1981) eredia aukeratu da, azken urteetan erabiliena izan delako eta estrategiak (eta ez pertsonak) sailkatzen dituelako. Hala ere, guk ez ditugu baliabide lagungarriak aztertuko, aurreko ikerketetan ez direlako esanguratsuak suertatu.

Estrategiak bi modutan sailkatzen dira: alde batetik, errepresentazio moduaren bidez, eta bestetik, ikasleak atentzioa zentratzen duen lekuaren bidez.

Errepresentazio moduetan hiru bereizten dira:

1. MODU BISUALA: item espazialak ebazterakoan «irudi mentalen» bat osatzea beharrezkoa denean.
2. HITZEZKO MODUA: item espazialak ebazterakoan «irudi mentalen» laguntzarik behar ez denean.
3. MODU NAHASIA: proba bereko item ezberdinetan aurreko bi moduak erabiltzen direnean.

Atentzioa zentratzeko lekuari dagokionez bi modu bereizi zituzten:

1. MODU OSOA: item espazialak ebaztean atentzioa objektu osoan zentratzen denean.
2. MODU PARTZIALA: item espazialak ebaztean atentzioa objektuaren zatiren batean zentratzen denean.

4. METODOLOGIA

4.1. Helburuak

Ikerketa honen helburu nagusia Donostiako Unibertsitate Eskola Politeknikoko ikasleen ahalmen espaziala neurtzea eta erabilitako estrategiak aztertzea da. Helburuak bi multzotan banatuko ditugu:

- 1) Ahalmen espazialean dauden erlazioak edota ezberdintasunak aztertu:
 - Ingeniaritzako espezialitate ezberdinetako ikasleen artekoa.
 - Nesken eta mutilen artekoa.
 - Ikasleek marrazketan ateratako notekin alderaketa.
- 2) Ikasleek testak osatzean erabili dituzten estrategiak aztertu.

4.2. Hipotesiak

- 1) Marrazketaren eta matematikaren erabilera oparoagatik herri-lanetako ikasleek eta arkitektura teknikokoek mekanikoei baino ahalmen espazial hobea dute, eta hauek kimikoei baino hobea.
- 2) Oro har, ez dago ezberdintasun adierazgarririk nesken eta mutilen ahalmen espazialen artean.
- 3) Ikasleen ahalmen espazialak erlazio zuzena eta esanguratsua du marrazketako notarekin.
- 4) Estrategia bisualak erabiltzen dituzten ikasleek analitikoak erabiltzen dituztenena baino ahalmen espazial hobea dute.

4.3. Metodoa

4.3.1. Aldagaiak, frogak eta elkarrizketak

Azterketa hau egiteko hezkuntza matematikoaren ikerkuntzan tradizio handia dituzten testetan oinarritutako proba ezberdinak pasa zaizkie ikasleei; proba hauek, gainera, Carrollek proposaturiko ereduaren analisi faktoriala dute oinarritzat. Ahalmen espazialaren faktore bakoitza ariketa zehatz batzuen bidez neurtuko da (Arrieta, 2006):

- *Bistaratz*e (VZ). Gorputzen garapeneko proba. Item kopurua: 20. Iraupena: 6'
- *Erlazio espazialak* (SR). Figura lauen biraketen ariketa. Item kopurua: 20×8 . Iraupena: 6'
- *Itxidura malgutasuna* (CF). Konfigurazio konplexutan dauden irudien identifikaziozko proba. Item kopurua: 12. Iraupena: 7'
- *Itxidura abiadura* (CS). Erdi ezabatuta dauden irudien identifikaziozko ariketa. Item kopurua: 20. Iraupena: 3'
- *Pertzepzio-abiadura* (P). Irudi batzuen artetik bi berdina aukeratzeko datzana. Item kopurua: 48. Iraupena: 2'

Estrategia ezberdinak aztertzeko ikasleak banaka elkarrizketatu dira, testak zuzendu bezain azkar (testak pasa eta hilabete inguru beranduago). Elkarrizketak 15-30 minutukoak izan dira eta kasetean grabatu dira. Ikasle bakoitzari test bakoitzeko item bat edo bi egiteko eskatu zaio (bat konplexuagoa, bestea sinpleagoa), erabilitako estrategia zein den garbi geratu arte.

4.3.2. Lagina

Ikerketa hau aurrera eramateko erabili dugun lagina 2005/06 ikasturteko Donostiako Unibertsitate Eskola Politeknikoko lehenengo kurtsoko

161 ikaslek osatu dute (gehiengoa 18 eta 19 urte bitartean): industri ingeniarietza mekanikokoek (euskarazko taldeko 48 ikasle), kimikokoek (euskarazko eta gaztelarazko 23 ikasle), arkitektura teknikokoek (euskarazko eta gaztelarazko 57 ikasle) eta herri lanetako ikasleek (gaztelarazko 33 ikasle, ez dago euskarazko talderik), hain zuzen.

Estrategiak aztertzeko 161 ikasle horietatik zoriz 12 aukeratu dira, bi aldagai kontutan hartuta: alde batetik sexua (6 neska eta 6 mutil) eta bestetik ahalmen espazialeko testetan ateratako puntuazioaren arabera (puntuazio txikienen artetik 4, tarteko puntuazioen artetik 4 eta handien artetik 4).

5. EMAITZAK

Kalkulu estatistiko guztiak egiteko SPSS programa erabili da. Espezialitate ezberdinetan ondoko emaitzak lortu dira:

Espezialitatea	N	Batazbestekoa	Desbidazio tipikoa
arkitek teknikoak	57	65,428	8,639
herri lanak	33	66,464	11,291
mekanika	47	61,722	11,081
kimika	20	57,781	9,321
Guztira	157	63,562	10,397

Ikus dezakegunez, ahalmen espazial altuena herri-lanetako ikasleek lortu dute, 66.464 puntuko batez-bestearekin; jarraian, antzeko puntuazioarekin, arkitektura teknikoko ikasleak daude; ondoren, mekanikako ikasleak ageri dira; eta azkenik, kimikako ikasleak daude, 57.781 puntuko batezbestekoarekin.

Ezberdintasunak ba ote dauden ikusteko, Kruskal-Wallis izeneko proba estatistikoa erabili da, kimikako ikasleak 30 baino gutxiago direlako, eta beraz, ez direlako baldintza parametrikokoak betetzen: espezialitate ezberdinetako ikasleen ahalmen espazialen artean ezberdintasun adierazgarriak daude ($p = 0.003$) eta ezberdintasun horiek ageri diren espezialitateak kimika eta arkitektura teknikoak dira ($p = 0.04$), eta baita, kimika eta herri lanak ere ($p = 0.029$).

Ikus dezagun orain ea sexuaren arteko ezberdintasunik ba ote dagoen. Horretarako t-test proba estatistikoa erabili da. Ondorengo tauletan ikus dezakegunez, neskek lortutako puntuazioa mutilenarena baino zertxobait hobea da, baina ez dago ezberdintasun esanguratsurik ($p = 0.5$):

Ahalmen Espaziala	sexua	N	Batazbestekoa	Desbidazio tipikoa
	mutila	89	63,072	11,520
	neska	68	64,205	8,755

Ezarririk lehenengo helburuarekin bukatzeko, ikus dezagun ea ikasleek marrazketan ateratako notek eta bakoitzaren ahalmen espazialaren artean erlaziorik badagoen. Bi aldagai kuantitatibo horien erlazioa zuzena da ($R = 0,448^{**}$) eta esanguratsua ($p = 0.01$). Hau da, ikasle batek zenbat eta ahalmen espaziala hobea izan, orduan eta nota hobea lortzen du marrazketan.

Estrategiei dagokienez, test bakoitzean erabili diren estrategia moduak hartu dira kontutan. Hau da, test bakoitzeko ikasle bakoitzak erabilitako errepresentazio modua, atentzioa zentratzeko lekua eta estrategia orokorra aztertu dira. Ondoko maiztasunak lortu dira:

Estrategien maiztasunak	Osoa	Partziala	Guztira
Analitikoa	5	14	19
Bisuala	10	29	39
Nahasia	2	0	2
Guztira	17	43	60

Aurreko taulan ikusten dugunez, errepresentazio moduetatik bisuala da gehien erabili den estrategia mota; nahasia bi alditan bakarrik erabili da. Atentzioa zentratzeko lekuari dagokionez, % 71.67 dira estrategia partziala erabili dutenak eta % 28.33 osoa erabili dutenak.

Gehien erabili den estrategia mota bisual-partziala da (% 48.33) eta, jarraian, analitiko-partziala; nahasi-partziala behin ere erabili ez den estrategia mota bakarra da.

Lehen esan dugun bezala, guri interesatzen zaiguna erabili diren estrategia motak aztertzea da, eta ez ikasle bakoitzak nolako strategiak erabiltzeko joera duen ikustea, normalean, ikasle berak estrategia bat baino gehiago erabiltzen dituelako. Gure kasuan, ikasle bakarrak erabili du test guztietan estrategia mota bera; beste guztiek gutxienez bi estrategia mota ezberdin erabili dituzte. Azpimarratzekoa da estrategia mota bera erabili duen ikasle bakar hori, zehazki, elkarrizketatuak izan diren 12 ikasleetatik ahalmen espazial altuena duena dela, baina baita 161 ikasleetatik nota hoberena atera duena ere. Berak erabilitako estrategia bisual-partziala izan da.

Estrategia ezberdinen kopuruari dagokionez, alderantzizko erlazio esanguratsua dago ($R = -0.778^{**}$) testetan ateratako ahalmen espazialaren nota eta erabilitako estrategia kopuruaren artean. Hau da, zenbat eta ahalmen espazial handiagoa duten ikasleek orduan eta estrategia kopuru ezberdin gutxiago erabiltzen dituzte. Estrategia mota eta ahalmen espazialaren notaren artean ez dago halako erlazio berezirik. Ezarritako hipotesia pertzepzioaren testean bakarrik betetzen da: errepresentazio moduari dagokionez, pertzepzioan puntuazio txikiagoko ikasleek estrategia analitikoak erabiltzera jotzen dute eta puntuazio handiagokoek, berriz, bisualak ($p = 0.004$); atentzioa zentratzeko lekuaren eta notaren artean ez dago ezberdintasunik; estrategia motaren eta pertzepzioko puntuazioen artean, ordea, ezberdintasunak ageri dira ($p = 0.038$), puntuazio txikiagoko ikasleek estrategia analitiko-osoak erabiltzeko joera dutelarik, eta puntuazio handiagokoek bisual-partziala.

Sexuaren eta estrategia moten artean ere ez dago orokorrean ezberdintasun adierazgarririk. Soilik itxidura-malgutasuneko testean ageri dira ezberdintasunak eta ez estrategia motetan, errepresentazio moduan baizik ($p = 0.046$): neskek estrategia analitikoak erabiltzen dituzte gehienbat, eta mutilek, aldiz, bisualak.

6. EZTABAIDA ETA ONDORIOAK

Lehen hipotesiari dagokionez, espezialitateen arteko ezberdintasunak aztertzerako garaian, ikusi dugu herri-lanetako eta kimikako ikasleen artean ezberdintasun adierazgarria dagoela eta, baita, arkitektura-teknikoko eta kimikakoen puntuazioen artean ere. Beraz, lehenengo hipotesia modu partzial batean betetzen da.

Ahalmen espazialen testak pasa ondoren, ikasleek lortutako notak, orokorrean, nahiko altuak izan dira, gehienek 18-19 urte dituztela kontutan hartuta. Espezialitateen arabera herri-lanetako eta arkitektura teknikoko ikasleek lortu dituzte batez-besteko altuenak (66.464 eta 65.428 hurrenez hurren), gero mekanikakoek (61.722) eta baxuena kimikakoek (57.781). Arrietak (2006) egindako ikerketetan, 15/16 urteko haurren ahalmen espazialaren batezbestekoa 56.61 da. Espezialitate guztiek gaintitzen dute batezbesteko hori; beraz, ingeniariaritzaren egitea erabaki aurretik, puntu garrantzitsua litzateke ikasleen ahalmen espazialaren neurketa, eta batez ere, arkitektura teknikoaren edo herri lanak hasi behar duten ikasleena, 56.61eko batezbestekoa erraz gaintitzea komenigarria litzatekeelako.

Bigarren hipotesiari dagokionez, neskek mutilek baino ahalmen espaziala zertxobait altuagoa dutela ikusi dugu; hala ere, ezberdintasuna ez da adierazgarria. Ondorioz, baieztatu dira azken urteetako ikerketen emaitzak.

Marrazketako notaren eta ahalmen espazialaren notaren artean, aldiz, ezberdintasuna adierazgarria dela frogatu dugu, ezarritako hipotesia betez;

hau da, marrazketan nota altua zuten ikasleek ahalmen espazialeko testetan ere nota altua lortu dute, eta alderantziz. Honekin baieztatu dezakegu marrazketa eta ahalmen espazialaren artean dagoen erlazioa zuzena dela, eta beraz, ikasle baten ahalmen espazialaren notak ingeniartzako marrazketan ondo edo gaizki ibiliko den aurreikustera lagundu gaitzake.

Ikasleek ahalmen espazialeko testak egitean erabilitako estrategiak anitzak izan dira, eta aurretik definitutako 6 estrategietatik 5 agertu dira. Gehien erabilitako estrategia bisual-partziala izan da (29 aldiz) eta jarraian analitiko-partziala (14 aldiz). Erabilia izan ez den estrategia mota nahasi-partziala izan da. Aipatzekoa da, baita ere, ikasle gehienek estrategia partzialak erabiltzeko izan duten joera (%71.67).

Elkarrizketatuak izan diren ikasleetatik bakarrak erabili du estrategia mota bera 5 testetan; esanguratsua da ikasle hori ahalmen espazialaren puntuazio hobereana lortu duena dela (161 ikasleren artean), erabilitako estrategia bisual-partziala izanik.

Gainera, erabilitako estrategia kopuruaren eta ahalmen espazialeko notaren arteko erlazioa adierazgarria da; hau da, zenbat eta estrategia kopuru handiagoa erabili, orduan eta puntuazio txikiagoa atera izan dute, eta alderantziz. Badirudi, ahalmen espazial ona duten ikasleek segurtasun gehiago dutela erabili beharreko strategiaren aurrean, eta horregatik, estrategia bakarra edo bi erabili dituzte test guztiak egiteko; puntuazio txikiagoa dutenek, berriz, testak egin ahala eta emaitza txarrek lagunduta, estrategia aldatzera jotzen dute, eta horrek oraindik eta emaitza txarragoak lortzera bultzatzen dituzte. Ondorioz, emaitza hoberenak lortzeko estrategia mota bakarra eta bisual-partziala erabiltzea da egokiena. Estrategia mota horretatik aldenteak eta zenbat eta gehiago erabiltzeak, berriz, puntuazio txikiagoak lortzera bultzatzen du.

Estrategia mota eta ahalmen espazialaren notaren artean ez dago ezberdintasun adierazgarririk. Test bakarrean, pertzepzioan, ageri da ezberdintasuna: nota baxuagoko ikasleek estrategia analitikoak, eta zehazki analitiko-osoak, erabiltzeko joera eta nota altuagokoek estrategia bisualak, eta zehazki bisual-partziala, erabiltzekoa. Beraz, hipotesietan adierazitakoa partzialki betetzen da, eta baita, Sternberg eta Weil-ek (1980) eta Cossíok (1997) esandakoa ere.

Sexuaren eta estrategia motaren artean ere ez dago ezberdintasun adierazgarririk. Soilik itxidura-malgutasuneko testean agertzen dira ezberdintasunak eta hauek bat egiten dute Gorgoriók esandakoarekin, neskek estrategia analitikoak erabiltzeko joera handiagoa dutela, hain zuen, eta mutilek, berriz, estrategia bisualak.

Ikerketa honetatik abiatuz, bide ugari geratzen dira aurrerantzean uztartzeko. Alde batetik, aztertutako ikasleen jarraipena egin daiteke, beraien ahalmen espazialak hobekuntzarik duen ikusteko; testetan emaitza onak lortu ez dituzten ikasleek ikasketak amaitzeko arazorik izan duten ala ez ere iker daiteke, batez ere, herri lanetako eta arkitektura teknikoko ikasleek

(ahalmen espazialaren erabilera beharrezkoagoa dutelako beste espezialitatekoek baino). Bestalde, aztertutako lagina ere zabal daiteke, marrazketa eta matematikaren erabilerean arabera, ingeniariak baino ahalmen espazial altuagoa (arkitekturako ikasleak, adibidez) edo txikiagoa (psikologiako edo zuzenbide ikasketetako ikasleak, adibidez) izan dezaketen ikasleak aztertuz.

Jasotze-data: 2008/3/12

Onartze data: 2008/4/23

Abstract

Given the importance spatial ability has in the teaching-learning process of Mathematics, this article aims to study the spatial ability of 161 students of the Polytechnic University of San Sebastian Graduate School. On the one hand, we have measured the spatial ability of the above mentioned students, and this data has been compared according to different variables. On the other hand, we have carried out interviews in order to classify the strategies used in the suggested tasks. This study has been based on the models of Carroll (on the subject of structure) and Burden and Coulson (regarding strategies). As for measurement, significant differences have been detected between students of public works and those majoring in chemistry, and also between technical architecture and chemistry students.

As for strategies, the visual partial strategy has been used most. Moreover, it seems that there are significant differences between the number of different strategies used and the level of spatial ability. That is, the fewer the strategies used by a student, the higher the score got on the tests on spatial ability.

Keywords: *Spatial ability. Strategies. Mathematics. Drawing. Engineering. Higher education.*

Dada la importancia de la capacidad espacial en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas, en este artículo se ha estudiado la capacidad espacial de 161 alumnos de la Escuela Universitaria Politécnica de San Sebastián. Por un lado, se ha medido la capacidad espacial de dichos alumnos y se ha comparado en función de diferentes variables; por otro lado, se han realizado entrevistas para estudiar y clasificar las estrategias utilizadas en las tareas espaciales propuestas. Para todo ello, nos hemos basado en los modelos de Carroll (en estructura) y en el de Burden y Coulson (en estrategias).

En cuanto a la medida, se han detectado diferencias significativas entre los alumnos de obras públicas y de la especialidad de química, y también, entre los de arquitectura técnica y química.

En cuanto a las estrategias, la más utilizada ha sido la visual-parcial. Además, se han obtenido diferencias significativas entre el número de estrategias diferentes utilizadas y el nivel de la capacidad espacial; esto es, cuantas menos estrategias diferentes ha usado un alumno, ha obtenido mayor puntuación en los tests de capacidad espacial.

Palabras clave: Capacidad espacial. Estrategias, Matemáticas. Dibujo. Ingeniería. Educación universitaria.

Vue l'importance de la capacité spatiale dans les processus d'enseignement - apprentissage des Mathématiques, dans cet article a été étudiée la capacité spatiale de 161 élèves de l'École Universitaire Polytechnique de Saint-Sébastien. D'une part, la capacité spatiale des élèves s'est mesurée et a été comparée en fonction de différentes variables; d'autre part, des interviews ont été réalisées pour étudier et pour classer les stratégies utilisées dans les tâches spatiales proposées. Pour cela, nous nous sommes basés sur les modèles de Carroll (pour la structure) et sur ceux de Burden et Coulson (pour les stratégies).

En ce qui concerne la mesure, on a détecté des différences significatives entre les élèves de travaux publics et de la spécialité de chimie, et aussi, entre ceux d'architecture technique et chimique.

En ce qui concerne les stratégies, la plus utilisée était la visuelle - partielle. De plus, on a vu qu'il y a des différences significatives entre le nombre de différentes stratégies utilisées et le niveau de capacité spatiale; l'élève qui a utilisé le moins des stratégies différentes, a obtenu un plus grand classement (ponctuation) dans les tests de capacité spatiale.

Mots clé: Capacité spatiale. Stratégies. Mathématiques. Dessin. Ingénierie. Enseignement supérieur.

BIBLIOGRAFIA

- ARRIETA, M. (2003): «Capacidad espacial y educación matemática: tres problemas para el futuro de la investigación». *Educación Matemática*, 15(3), 57-76.
- ARRIETA, M. (2006): «La capacidad espacial en la educación matemática: estructura y medida». *Educación Matemática*, 18 (1), 125-158.
- BISHOP, A.J. (1980): «Spatial abilities and mathematics education. A review». *Educational Studies in Mathematics*, 11, 257-269.
- BISHOP, A.J. (1983): «Space and Geometry». In R. LESH & M. LANDAU (arg.). *Acquisition of Mathematics Concepts and Processes* (175-203). New York.

- BISHOP, A.J. (1989): «Review of Research on Visualization in Mathematics Education». *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11 (1), 7-16.
- BURDEN, L.D. eta COULSON, S.A. (1981): *Processing of Spatial Tasks*. M. Ed. Thesis, Monash University, Melbourne.
- BURIN, D.I.; DELGADO, A.R. eta PRIETO, G. (2000): «Solution Strategies and Gender Differences in Spatial Visualization Tasks». *Psicológica*, 21, 275-286.
- CARROLL, J.B. (1993): *Human Cognitive Abilities*. Cambridge: University Press.
- CATTELL, R.B. (1971): *Intelligence: Its Structure, Growth and Action*. Boston: Houghton-Mifflin.
- CLEMENTS, D.H. (2003): *Teaching and Learning Geometry. A research Companion to principles and Standards for School Mathematics*. Reston VA-NCTM.
- CLEMENTS, M.A. (1983): «The question of how spatial ability is defined, and its relevance to mathematics education». *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 1, 8-20.
- CLEMENTS, M.A. (1998): *Visualisation and Mathematics Education*. Barcelona: TIEM.
- COOPER, L.A. (1982): «Strategies for visual comparison and representation: Individual differences». In R.J. STERNBERG (arg.): *Advances in the psychology of human intelligence (I)*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- COSSÍO, J. (1997): *Diagnosis de la habilidad de visualizar en el espacio 3D con estudiantes de Bachillerato (B.U.P.) del Bilbao metropolitano*. Doktorego Tesia. Leioa: UPV/EHU.
- DOMÍNGUEZ DE POSADA, J.E. (1994): *Influencia de las asignaturas gráficas sobre el desarrollo de la visión espacial en los alumnos de escuelas técnicas superiores: estudio monográfico el E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid*. Doktorego Tesia. Universidad Politécnica de Madrid.
- ELIOT, J. (1987): *Models of Psychological Space*. New York: Springer-Verlag.
- GARCÍA GANUZA, J.M. (2000): *Intervención para mejorar aptitudes espaciales en alumnos de ambos sexos*. Doktorego Tesia. UPV/EHU.
- GORGORÍO, N. (1994): *Estratègies, dificultats i errors en els aprenentatges de les habilitats espacials*. Doktorego Tesia. Universitat Autònoma de Barcelona.
- GUAY, R.B. eta MCDANIEL, E.D. (1977): «The Relationship between Mathematics Achievement and Spatial Abilities among Elementary School Children». *Journal for Research in Mathematics Education*, 8, 211-215.
- GUSTAFSSON, J.E. (1988): «Hierarchical models of individual differences». In R.J. STERNBERG (ed.): *Advances in the Psychology of Human Intelligence (4.alea)*. Hillsdale (New Jersey): Erlbaum.
- GUTIÉRREZ, A. (1998): *Tendencias actuales de investigación en Geometría y Visualización*. Barcelona: TIEM.
- HORN, J.L. (1985): «Remodeling old models of intelligence». In B.B. WOLMAN (arg.): *Handbook of Intelligence: Theories, Measurement and Applications*. New York: John Wiley and Sons.
- KRUTEKSKI, V.A. (1976): *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*. University of Chicago Press, Chicago.
- KYLLONEN, P.C.; WOLTZ, D. eta LOHMAN, D.F. (1981): *Models of strategy and strategy-shifting in spatial visualization performance*. Technical Report 17. Aptitude Research Project, School of Education, Stanford University.

- LAHRIZI, H. (1984): *Étude de l'habilité a visualiaser des relations geometriques dans trois dimensions chez les élèves et les élèves-proffeseur au Maroc*. M. Ed. Thèse. Université de Laval. Quebec.
- LINN, M.C. eta PETERSEN, A.C. (1985): «Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis». *Child Development*, 56, 1479-1498.
- LOHMAN, D.F. (1979a): *Spatial Ability: a Review and Reanalysis of the Correlational Literature*. Technical Report 8. Aptitude Research Project, School of Education, Stanford University, october 1979.
- LOHMAN D.F., (1979b): *Spatial Ability: individula differences in speed and level*. Technical Report 9. Aptitude Research Project, School of Education, Stanford University, october 1979.
- MACCOBY, E.E. eta JACKLIN, C.N. (1974): *The Psychology of Sex Differences*. Stanford: University press.
- MCGEE, M.G. (1979): «Human Spatial Abilities: Psychometric Studies and Environmental, Genetic, Hormonal, and Neurological Influences». *Psychological Bulletin*, 86(5), 889-918.
- SMITH, I.M. (1964): *Spatial ability*. Knapp.
- SPEARMAN, C. (1927): *The Abilities of Man*. London: Macmillan.
- STERNBERG, R.J. eta WEIL, E.M. (1980): «An aptitude x strategy interaction in linear syllogistic reasoning. *Journal of Educational Psychology*, 62, 226-236.
- TARTRE, L.A. (1990): «Spatial orientation skill and mathematical problem solving». *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(3), 216-229.
- TARTRE, L.A. eta FENNEMA, E. (1995): «Mathematics Achievement and Gender: a longitudinal study of selected cognitive and affective variables (grades 6-12)». *Educational studies in Mathematics*, 28, 199-217.
- THURSTONE, L.L. (1938): *Primary Mental Abilities*. Chicago: University of Chicago Press.
- WATTANAWAHA, W. (1977): *Spatial ability and sex differences in performance on spatial tasks*. M. Ed. Thesis. Monash University. Melbourne.