

Horváth Péter

Az információtudomány történeti háttere II.

A sorozatban az információtudomány fogalmait, megjelenésüket és kialakulásukat, összefonódásaikat kívánjuk bemutatni történeti fejlődésük keretében. A kultúrtörténeti tabló felvázolása mellett célunk egy olyan modell bemutatása is, amely egységes keretbe foglalja az információról alkotott képünket. A második részben a kognitív teljesítmények létrejöttének feltételeit és körülményeit, az archaikus gondolkodás jellemzőit és a számolás kialakulását vizsgáljuk meg.

A kognitív teljesítmények kialakulása; az archaikus emberi gondolkodás

„A kogníciót, az intellektuális teljesítményeket mindazon szellemi képességek összességének tekinthetjük, amelynek révén az elme feldolgozza a külvilágról felfogott bemeneti jeleket és meghatározza a kimenetet, azaz a külvilágban elvégzendő cselekedeteket. Olyan funkciókat számítunk ebbe a körbe, mint az észlelés, az emlékezés, a tanulás, az érvelés, és így tovább. Tehát észlelünk valamit, tároljuk a memóriánkban, visszakeressük a vonatkozó egyéb ismereteket, az egészet feldolgozzuk, következtetéseket vonunk le, megtanulunk valamit belőle, ezt ismét tároljuk az emlékezetünkben, és felhasználjuk annak eldöntésére, mi legyen a következő cselekedetünk. Mindez a kogníció része.” [Scaruffi, ford. H. P.]

Az ember valószínűleg a kezdetektől fogva vizsgálta kíváncsi szellemi képességeinek tulajdonságait, eredetét, működési módját, törvényeit, és nem véletlen, hogy ma is a megismeréstudomány az egyik legfontosabb területe a kutatásnak. Lehet-e az intelligencia fejlődése mögött megtalálni valamilyen működési elvet? Mi a motivációs háttér? Mi volt előbb: a munkavégzés, a kommunikáció, a csoportkooperáció? Mi az ösztönös, és mi a tanult ismeret? Teljes biztonsággal máig megválaszolatlan kérdések. Az ember történetének kezdeti szakaszairól kevés a megmaradt emlék, ezért a kutatóknak gyakran a feltevések birodalmában kell járnia, ami kellő alázatra kell, hogy intse. Több, a kérdéssel foglalkozó szerző próbál meg valamilyen rendezőelvet felállítani, de számunkra az látszik célravezetőnek – a mindenütt felbukkanó kölcsönhatások, visszacsatolások miatt –, ha kitarunk amellett, hogy a különböző tényezők együtt, egymásra is hatva alakították a kognitív teljesítményeket. Előljáróban példaként idézzük, hogy az „emlékezet funkciója semmiképp sem puszta pasz-

szív információfelvétel. Ellenkezőleg: aktívan irányítja és vezérli az információfelvételt, és a motivációs hatás nyomására annak felkutatására sarkall, hogy mi lehet még hasznos az adott szituációban jelentkező probléma megoldására; a használhatatlan információt elveti.” [Klix, p. 133–134.]

Nincs lehetőség az antropogenezis egyes fázisaira kitérni, ezért csupán néhány változásról teszünk említést: motivációkról, következményeiről és ezek egymáshoz való kapcsolatairól.

Az ember és a hominidák közötti néhány különbség

Az antropogenetika kutatói szerint közel 12 millió év alatt zajlott le az első hominida, a ramapithekus és a homo erectus, az első rendszeres eszközhasználó közötti átmenet. A különbségek és háttérük vizsgálatára az tűnik a legalkalmasabbnak, ha az alapvető biológiai ösztönök, a faj- és egyedfenntartás változásaiból indulunk ki. Az említett periódusban az utódkihordás ideje a hét hónapról kilenc hónapra nő, ez alatt a két hónap alatt az idegsejtek száma 2^{31} -ről 2^{39} -re nő a méhen belül [Klix, p. 135.], ami lényegesen megnöveli az újszülött agyi kapacitását. Ha 256-szoros idegsejtszám-növekedés még nem látszik is látványosan többnek, a lehetséges kapcsolatok számának kombinatorikus növekedése már megteremti a memória fejlődésének fizikai-biológiai alapjait. A korábbiak szerint a memória teszi lehetségessé a tanulást, és ennek következménye a szigorú biológiai, genetikus viselkedésmeghatározottságtól való fokozatos elszakadás.

Ez az eloldódás megjelenik más funkciókban is, így a szexuális viselkedésben és a kommunikációban. A periodicitástól független szexuális hajlandóság és a vizuálistól a hang felé eltolódó kommunikáció (kialakul a nyelv, amely a gondolathoz kap-

csolódik) egyaránt utat nyit a közösségi léthez, a családhoz és a csoporthoz. Megjegyezzük, hogy az elmúlt évtizedekben nagy nyelvészeti vita folyt és folyik máig arról, hogy a nyelv ösztön vagy tanult funkció [lásd *Pinker*]. Az biztosnak látszik, hogy kialakulásának anatómiai feltétele vagy oka is van. A majmok állcsontjának belső-felső része mindig sima, míg az ember állcsontján kis dudorok vannak, amelyhez a nyelvet mozgató két izompár csatlakozik. Ez a tagolt beszéd biztos anatómiai bizonyítéka. [*Fényes*, p. 14–15.]

A kollektív cselekvés nagyobb esélyt ad a táplálékszerzésre és biztonságra, tehát az egyedfenntartásra. Ez is tapasztalattá válik a közösségen belül. A család és a csoport-együttműködés viszont csak gazdag kommunikációval lehetséges. A kommunikáció ismeret nélkül üres formáság, ugyanakkor az ismeret közlési lehetőség nélkül frusztrálólag hat az egyénre. A közösségi lét elvezet a munkamegosztáshoz.

Az idegrendszer kapacitásának bővülése további funkciókat is megerősített. Ezek közül kettőt emlíünk meg: a lényegkiemelést és az asszociációt, az emlékezeti elemek összekapcsolódását. Az idegéletani kutatás már évtizedekkel ezelőtt kimutatta, hogy az idegrendszer – miközben folyamatosan gyűjti az információkat – véges áteresztési és feldolgozási kapacitásai miatt ki is szűri egy részüket. *Berlyne* ennek két eszközét említi: a figyelmet és az absztrakciót [p. 43–46.]. Az érzékszervek fontos feladata a szenzoros benyomások tömegéből kiemelni meghatározott jegyeket. Ezek rögzülnek az emlékezetben. A válogatás egyben lényegkiemelés; ez teszi lehetővé az osztályozó megismerést. Az emlékezetben a jegyek összekapcsolásával, asszociálásával születik a fogalom, szemléleti tulajdonság esetén a primer fogalom. Pl. a ragadozómadár felismerésére elegendő a széles szárnyak, és a magasban végzett lassú körözés jegyeinek észlelése. (Közelebről nézve nyilván már több, pontosabb felismerést adó jellemzőt is ismerünk.)

Az észlelt világot megragadó kogníció; a primer fogalmak kialakulása

A jegyek összekapcsolódása jegyek halmazává alkotja a fogalmi struktúrákat, és ez az osztályozó megismerés alapja. Nem megnevezve még, de az ember – észlelve az invariáns tulajdonságokat – így hoz létre ekvivalenciaosztályokat a döntési válasszreakciót tekintve. Megjegyezzük, hogy más összefüggésben az észlelt tárgyak más jellemzői

lehetnek fontosak, így más osztály tagjaként vehetjük őket számba. (A virág lényeges tulajdonságai mások, ha drogként vagy dísznövényként, ha termelési vagy ajándékozási szempontból vizsgáljuk.)

A szavak azért jelentősek kognitív szempontból, mert a fogalmi struktúrákat nevezik meg. Ezt egyfajta kódolásnak is nevezhetjük, és a szavakban felismerhetővé válik a valóság tagolódása. A nyelvi megnevezések rendszerében tükröződik a nyelvi közösség mentalitása is. Ez már az archaikus (crómagnoni) ember gondolkodásának osztályozási rendszereiben is megjelenik. Egy példa a navahó indiánok osztályozási rendszerére:

- az élőlények /beszélők–nem beszélők/,
 - a nem beszélők /állatok–növények/,
 - az állatok /futók–repülők–mászók, továbbá földön vagy vízen utazók, nappal vagy éjjel utazók/.

A megnevezés mellett regisztrálják az elejtés és a megfogás módját is. [*Klix*, p. 166.]

A jegyek, a megnevezendő dolgok differenciálódása folyamatos. Indián törzseknél az öregek tanácsa tesz javaslatot az ismeretlen tárgy megnevezésére. Elindul egy – az idegéletani folyamaton túlmutató – absztrakciós folyamat. A nyelvész szempontjából az absztrakció a közvetlenül nem érzékelhető dolgok megnevezése általánosító fogalomalkotás útján. Ezt ismét osztályozás követi, követheti. Az alapkategóriák az irány, a tér, az idő (az egy jellemzővel, saját magukkal jellemezhető fogalmak).

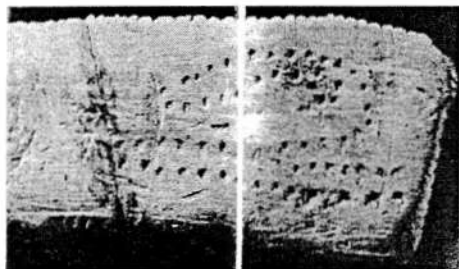
A konkrét és az absztrakt láncszerűen kapcsolódnak egymáshoz. Az absztrakt fogalom, amint alkalmazása megszokottá válik a tudatban, „vissza-konkretizálódik”. Egy későbbi fokon az absztrakció is tudatosul: így lesz később a számfogalomból absztrakt matematika [*Fényes*, p. 18.]. A társas létben a nyelv nemcsak az emberi gondolkodást teszi lehetővé, hanem a kulturális átörökítést, az ismeretek felhalmozását is. Ennek eredménye lesz többek között a társadalmi „absztrakció”, a konvenció, az ideológia [*Fényes*, p. 17.], vagy az ideák, azaz szervezett gondolatok világa. [*Csányi*, p. 171.]

A teljesítményorientált gondolkodás kialakulásának motivációs alapjait keresve, lényegesnek tekinthetjük a döntési bizonytalanságot. [*Klix*, p. 162–164.] A korai ember létfeltételei szerények, és mindennapjai teli vannak veszéllyel: a sikertelen vadászat, a ragadozó állatok, járványok és betegségek, az időjárás viszontagságai, a közösség szem-

pontjából jelentős személyek halála mind-mind gyengítik a biztonságot. A döntési bizonytalanságot csökkenti a jövő előrejelezhetősége, ezért nagy szociális értéke van a jövő eseményeivel számolni képes tudásnak. Ez motiválja kognitív stratégiák kialakulását. Az előrejelzés az észlelet alapján történhet, ezért meg kell figyelni a lényeges összefüggéseket. A térbeli és időbeli összefüggések, relációk, asszociációk emlékezetben tartása, majd regisztrációja lehetővé teszi a folyamat szabályszerűségeinek felismerését. A kérdéssel foglalkozók többnyire többféle stratégiát jelölnek meg vagy érintenek ezzel kapcsolatban. [Klix, p. 163–164.; Fényes, p. 20. és másutt; Simonyi, p. 32.]

A tér- és időbeli összefüggések és feltételeik megfigyelése

Egy jellemző példa a sok említendő közül: egy indián törzs tagjai az elejtett bölény magzatának fejlettségéből következtetnek a tavasz közeledtére. A kettő között nyilván nincs oksági kapcsolat, az egybeesés mégis szabályszerű. Egy más jellegű, az irodalomban ismert példa *Marshak* feltételezése egy kőkorszaki eredetű csontba vésett jelek jelentéséről. [Klix, p. 153.; Simonyi, p. 32.]



1. ábra

Az erősen kritizált elemzés azt állítja, hogy az 1. ábrán látható, agancsból készült ovális csontra vésett 69 jel a Hold mozgása és fázisai szisztematikus lejegyzésének tekinthető. Más értelmezések csak egy vadászat eredményeit vélik látni a képen. Az azonban joggal feltételezhető, hogy itt egy folyamat időbeli leírását láthatjuk egyfajta koordináta-rendszerben. Ez az egyik legkorábbi rögzített, tárolt információ. Jogos azonban a feltevés, hogy favesszőkre, botokra sokkal korábban is róttak feljegyzéseket, adatokat.

A 30 000 évvel ezelőtti periódus az őskor vége, a neolitikus forradalom időszaka. A crô-magnoni korszak végső fázisában gyors változások zajlottak mind a technika fejlődésében, mind a munkameg-

osztásban. Bár egyöntetű az a felfogás, hogy a szerszámkészítés és a munkamegosztás döntő hatást gyakorolt a kognitív teljesítmények ugrászerű fejlődésére, e hatás bemutatására nincs lehetőségünk kitérni. Itt is hangsúlyozzuk azonban, hogy mindkettő a gondolkozási és élettani folyamatokkal párhuzamosan és azokkal kölcsönhatásban fejlődött.

A kezdet irodalmi megfogalmazását adja *Asimov* [p. 38–39.]: „Ahhoz, hogy az ember vigye valamire, ... ahhoz, hogy elméjét így kicsiszolja, számolnia és mérnie kellett ... meg kellett látnia valami törvényszerűséget, amelyet felfoghatott – valamit, ami elég rendszeres volt ahhoz, hogy lehetővé tegye a jövő előrelátását, az értelem hatalmának felismerését. Ennek egyik egyszerű módja volt a törvényszerűség felfedezése a természet valamely állandó, ciklikus ritmusában.” *Asimov* szerint a nappal és éjszaka változása túl rövid, az éves ciklus túl hosszú volt a megfigyelésre. „Nem meglepő tehát, hogy a világegyetem megértésére irányuló korai erőfeszítések a Hold körül összpontosultak. *Stonehenge* ősi obszervatórium lehetett, ... Alapos okunk van tehát rá, hogy elhiggyük: az embert először a Hold nyomon követésének igénye taszította a számolás és az általánosítás útjára; a Hold miatt születtek meg a naptárak; belőlük született meg a matematika és a csillagászat (meg a vallás is); belőlük pedig minden egyéb.” Mint említettük, ez szépirodalom, de a mérést és számolást illetően egybevág a szakemberek véleményével.

Analogikus gondolkodás a hasonlóságok alapján és analogikus cselekvés, utánzás, imitáció

A hasonló jelenségek felfedezése, rögzítése és az ebből eredő cselekvés az asszociációk képzésének fontos módszere. Ez jelentkezik mind a felismerés, mind a cselekvés oldalán. „*Belső-Afrika egy pigmeus törzsénél figyelték meg, hogy a foghoz hasonlatos formája miatt az anyarost használják a kígyómarás ellenszerül. Mindazt, ami keserű és csípős, méregnek tartják.*” [Klix, p. 163.] Az analógia, a hasonlóságok felismerése – függetlenül attól, hogy igaz-e vagy sem – ugyanúgy az asszociációs teljesítményre utal, mint korábban a fogalmi struktúrák kialakulásakor. Ebbe a kategóriába tartozik a varázslás, a mágikus cselekvés, amellyel a jövő kikényszeríthető, s áldozattal az istenség lekenyerezhető. Ilyen a névadás is (Saszem, F ürge menyét), amellyel a nevezettek tulajdonságai átvihetők a név viselőjére.

Az imitációra szép példát olvashatunk *Frobenius*-tól, aki leírja esetét néhány pigmeussal 1906-ban. [*Frobenius*, p. 317–319.] A hozzájuk csatlakozott vadászokat megkérte, hogy löjjenek vacsorára antilopot. Azok azt mondták, hogy csak másnap lehetséges, mert nem készítették elő a vadászatot. Az etnológus másnap megleste az előkészületeket: egyikük pontban napkeltekor a homokba rajzolt antilop nyakába nyilat lőtt, miközben a többiek varázsszavakat mormoltak. Nemsokára meg is érkeztek az elejtett antiloppal.

Sok európai és afrikai szikla- és barlangrajzon látható megnyilazott állat. Feltételezhető, hogy hasonló imitáció emlékeit láthatjuk. A mitikus hiedelmeket nem szabad lebecsülni. Egyrészt a kialakított meggyőződés révén valóban csökkentik a bizonytalanság miatti félelmet, másrészt – amint Fényes és Klix egyaránt hangsúlyozza – a természeti ember a mítoszban is ugyanazt az oksági elvet alkalmazza, mint a mai természettudós, csak más világnépe alapján keresik az okot (Fényes), vagy másképp töltik ki a hiányzó ismeretrészeket (Klix). A releváns jegyek ugyan az észlelésből származnak, de ez még csak a felszín és korlát is egyben. Az elmélyedést a mítosz szolgálja (ez a racionális mag, betömi a megismerés hiányait), ami már a *ha* – *akkor* oksági viszony kialakulását segíti. Ez többnyire nem hasonlóságon alapul, sokkal inkább egy szimbolikus, a jelenség mögött rejlő, az észleléssel nem megragadható oksági mechanizmus. (Pl. az orvoslás sikerek és kudarcok sorozata; utóbbiakra ad magyarázatot a démonok befolyása.)

A gondolkodási stratégia azonban fontos: mindennek van oka, magyarázata. Fényes *Kaj Birket-Smith* könyvéből idézi [p. 32–33.] egy eszkimó magyarázatát a jegesmedve-vadászat sikertelenségéről: „*Nem jött medve, mert nincsen jég, és nincsen jég, mert túl erős a szél, a szél pedig azért erős, mert vétkeztünk a hatalmak ellen.*” Ez nem illogikus, mondja a szerző, sőt tökéletesen logikus, csak az oksági viszonyokat itéli meg helytelenül az eszkimó.

Az oksági összefüggés felismerése az egyénben képződik: észleli, hogy saját cselekedeteinek van hatása. Felismerése a világ megragadására szolgál, ez lesz a kognitív döntéshozatalnak és világszemléletnek egyik első és elvileg igazolható alapszabálya. Így áll elő az osztályozás–döntés–viselkedés (cselekvés) összefüggés az állatokénál magasabb szinten.

A matematikai gondolkodás keletkezéstörténete

A mennyiségek kifejezésére alkalmas eszközök kifejlődése

Bármennyire is csábító a feltevés, a számfogalom kialakulásának folyamata nem az ujjakon való számolással kezdődött. A kiindulópontot a mennyiség szelektív érzékelése jelentette. Ennek is megvoltak az állatvilágba visszanyúló előzményei. Az állatok is képesek egyenlő vagy hasonló dolgok különböző számát felismerni. Feltételezhetően ez az idegrendszer veleszületett képessége.

A jelenségek felszíne mögé a kognitív folyamatok segítségével lehet eljutni. A következő lépés az, amikor az észlelés számára teljesen különböző dolgok között felismerték az azonos típust képviselő invariáns tulajdonságokat. A halmaz és az osztályozás fogalmi azonos gyökereik. Névvel még nem illetett alkalmazásuk is magában hordja a naiv halmazelmélet további fogalmainak felismerését: a primitív ember már az élelmiszer-termelő gazdaság előtt jártas olyan egyszerű logikai formák használatában, mint a rendezés és a véges halmazok egymásra való leképezése (ami a mérés és számolás alapfeltétele). Már alkalmazza az oksági elvet. Ezeken a fázisokon halad át a mai kisgyermek is szellemi fejlődése során. Ezt több tanulmányában részletesen leírja *Piaget* [1969].

A rendezés adott dolgok összességén észlelt vagy létrehozott egyfajta struktúra. Természetesen sokféle struktúra létezhet, de ezek között a rendezésnek kiemelt szerepe van: a (teljes) rendezettséget az jellemzi, hogy az elemek egymással az *előtte* vagy *azonosan*, vagy *utána* viszonyban állnak egymással. A besorolás szempontja sokféle lehet: idő, hely, név, érték stb.

A leképezés fogalma is kötődik az osztályozáshoz. Itt egy halmaz elemeit egyértelműen hozzárendeljük egy másik halmaz elemeihez, megfeleltetjük egy másik halmaz elemeinek. (Amikor az archaikus ember minden egyes állatot besorol például a *veszedelmes*–*nem veszedelmes* kategóriák egyikebe, már egy halmazt képez le egy másikra. Később ugyanezt teszi a pásztor a rábizott állatok és a tulajdonosok halmazaival.) Ezt a „naiv halmaztant” azonban egy idő múlva nem lehetett az igényeknek megfelelően továbbfejleszteni. A munkamegosztás bővülése, a termelt javak cseréje, a kereskedés, majd a terméknylvántartás, raktározás, szerződések, a tulajdon- és birtokviszonyok, a

tartozik és követel bürokratikus világának kialakulása olyan lényeges és tartós társadalmi szükségletet jelentett, amely elvezetett a számolás és mérés fogalomrendszerének és műveleti módszereinek kialakulásához. Ehhez a kognitív teljesítményhez vezető utat Kr. e. 10 000 és 200 között teszik meg, döntően az intézményes közösségi kereteket kialakító közel-keleti városállamokban. Ez nem zárja ki, hogy más birodalmakban is lezajlottak hasonló folyamatok, de ezekről lényegesen kevesebbet tudunk.

Egy második folyamatnak, a gazdasági szükséglettel azonos fontosságú és azzal egybefonódó kognitív vonulatnak tekinthetjük azt, hogy megkezdődött a módszeres gondolkodás: a megfigyelés, próbálkozás, összehasonlítás, emlékezetbe helyezés mint tudatos cselekvés. A természet megfigyelése, a szabályszerűen visszatérő események rögzítése teszi lehetővé a jövő eseményeinek előrejelzését. Ez mind az egyén, mind a közösség számára fontos. Az előrejelzéshez természetesen szükséges az összefüggések megragadása is. Itt is fontos a számrendszerek mellett a műveletek felismerése.

Számfogalom, számnevek, számrendszer

A számfogalom és a számírás kifejlődésének első szakaszairól nagyon kevés a rögzített ismeretanyag, ezért főleg néprajzi és nyelvészeti adatokra támaszkodhatunk. Ilyen körülmények között eltérő leírások jöttek létre, de a szakirodalom néhány fontos pontban megegyezik.

Nem ugyanaz az egyforma elemek halmazának nagyságáról felismert általános benyomás (*egykevéssok*), illetve a különböző, egy halmazban lévő elemek számának felismerése. Az általános sokaságélménynek fel kellett bontódnia ahhoz, hogy az egyes elemeket meg lehessen nevezni. (Először a szenzoros szelektivitás alakult ki: a pásztorok felismerik, ha hiányzik egy kutya vagy jószág.)

A számsor elején álló sorszámnevek elsődlegességét – azaz a csak *néhány elem*ből álló halmaz rendezését – többek szerint nyelvi jelenségek bizonyítják. [Fényes, p. 42–44.; Filep–Bereznai, p. 16–18.; Klix, p. 220–222.] A legtöbb nyelvben az első sorszámnevek és tőszámnevek eltérő eredetre utalnak, és kezdetben a sorszámnevek is rendezést jelöltek.

A magyarban: *első*–*egy* a közös 'e' mutató névmásból még rokon. Ez és a másik (második) már

rendezés eredménye, szemben a kettővel. Az indoeurópai nyelvekben a *pro* (előtt, elől), görögül *protosz*, latinul *pro*, *prae* a *primus*, a német *vor* (előtt), az angol *fore* (elől, legfelső foka *forest*) a *first* őse.

A latin *secundus* (*sequi* = követni), a görög *deuterosz* (*deuomai* = lemarad) eredete hasonló. Ilyen jelenség az oroszban: *pervij*–*vtaraj*, *ogyindva*. Valószínűsíthető a latin *trans* (túl) és *tertius* (harmadik), *tres* (három) rokonsága is.

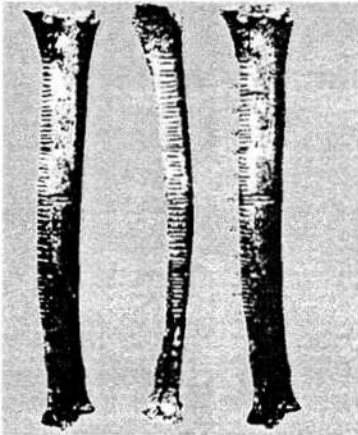
A számnevek kialakulásának kezdetén a szám nem mint absztrakt fogalom jelent meg, csak mint az adott mennyiség jelzője (két kutya, akár a szép kutya). Hosszú folyamat volt, amíg a számot elvonatkoztatták a konkrét dologtól. A sumeroknak külön voltak számláló- és mérőszámaik, ezek képzése és olvasata is különbözött. A görög és más nyelvekben is van az egyes és többes szám mellett kettes ragozás. A tsimshi nyelvben különböző tárgyak megszámlálására hatféle számsor használatos. Hasonló jelenséget másutt is megfigyeltek őskori körülmények között élő csoportok között. A kolumbiai indiánok, a Fidzsi-szigeteki őslakók más szót használnak más tárgyak mennyiségeire. A Fidzsi-szigeteken tíz csónak '*bola*', tíz kókuszdió '*koro*'. Az észak-amerikai indiánok másként nevezik a tíz csónakot, ha harcba indul, mint amikor eleséget szállít. A mai nyelvekben is megtalálhatók a melléknévi használat maradványai. A magyarban a melléknévként használt kettő a tárgyhoz rögzült: énekduett, cipőpár, ikergyerek, dupla kávé (de pl. a házassduett nem használatos).

A tőszámnevek kialakulása – mondhatnánk – más töről fakadt, mint a sorszámneveké. Itt a – párképzésnek is nevezett – másik említett reláció, az *egy* az *egy*-hez leképezés speciális formája játszott szerepet.

Egyszerűbb esetben ténylegesen párképzés volt a gyakorlat. Filep és Bereznai említenek olyan feltételeket, hogy ezt már a tűz felfedezése előtt ismerhették. Volt olyan számolni nem tudó törzs, ahol az a törzsfőnök, akinek több kecskéje van, és páronként leszámolják a versenytársak állatait. Piaget vizsgálta és elemezte a sorszámnevek és tőszámnevek kialakulásának folyamatát kisgyermekekben. Azt találta, hogy a fejlődés három szakaszra tagolható: az elsőben még nem létezik sem számszerű értékelés, sem sorszámozás, csak globális becslés, és az ilyen vagy olyan, a kicsi és nagy megkülönböztetése; a másodikban a gyerek képessé válik a helyes sorba rendezésre és

egyenlő halmazok összeállítására; és végül a harmadikban megtörténik a kétféle szám koordinációja, annak megértése, hogy „*a véges számok tehát egyszerre tőszámok és sorszámok is, és ez magának a számnak a természetéből következik; a szám természete ugyanis az, hogy azonos műveleti egészbe foglalt osztályoknak és aszimmetrikus viszonyoknak a rendszere.*” [Piaget, p. 267–274.]

A számlálás jelzésére is maradt fenn igen korai „dokumentum”. A 2. ábrán 25 000–30 000 éves, fiatal farkas-lábszárcsontokra vésett, részben ötös rovátkacsoportok láthatók.



2. ábra

Feltételeznünk kell, hogy a rovás fára, így romlkonyabb hordozóra is történt, ezért a – minden, az e témával foglalkozó írásban megemlített – csontmaradvány nem lehetett egyedi eset. A leképezés eszköze nem szükség szerint rovás; ne feledkezzünk meg az indiánok adatrögzítési technikájáról, a zsinórokon elhelyezett csomók rendszeréről sem. Egészen egyedi megoldásokra is van példa. A darabszámok egyéniesítését és egyben szemléletességét példázza a pápua testszámjelölés (kisujjtól a bal fülig 14 szám). Ez az íráspiktográfiának megfelelő szint, és zsákutcának tekinthető.

Sokkal nagyobb régészeti forrásanyagra támaszkodó érvelést ismertet *Kalla Gábor* [p. 37.]. *Oppenheim*, *Amiet* és *Schmandt-Besserat* eredményeire hivatkozva írja, hogy a mezopotámiai kultúrákban már Kr. e. 8000-től használtak kis kavicsokat és agyagból készült kisméretű alakzatokat (ahogyan a szerzők nevezik, 'calculus'-okat vagy számológöveket, másképp 'token'-eket), amelyek száma mennyiséget, alakja konkrét dolgokat jelenthetett, sőt az 5. évezred közepétől

esetenként mesterséges jelzésekkel is el voltak látva. Függetlenül attól a vitától, hogy ezek a calculusok mennyire tekinthetők az írás kialakulása előzményeinek, az biztosnak látszik, hogy kiterjedt nyilvántartási rendszerek részei voltak.

Fényes elemzése szerint a „*természeti ember viszont (szemben a mai gyerekekkel – H. P.) csak a leképezés műveletét kapta kulturális örökségként, így ennek alkalmazásával kellett magán segítenie.*” [l. m. p. 45.] „*A konvencionális leképezés egyik alkalmazása az ún. indexhalmazra való leképezés. Indexhalmaz lehet bármely rendezett halmaz, ha elegendő eleme van, és könnyen, áttekinthetően rendelkezésünkre áll. ... Valamilyen bonyolult szerkezetű és nehezen áttekinthető halmazt áttekinthetővé tehetünk, ha egy jól ismert rendezett indexhalmazra kölcsönös egyértelműséggel leképezzük.*” Minden leltározás ilyen, mint a farkascsont rovátkái is. A könyvtárosok számára is ismerős lehet ez a megfogalmazás. De a nyelv is példa lehet – írja Fényes (Pavlov után): „*A második jelzőrendszer mint jelzések jelzése szintén indexhalmaz: a szavak az érzékletek, képzetek 'indexei', leltári jegyei.*” [l. m. p. 41.]

Más gondolkozásbéli teljesítmény azonban a halmaz számosságának rögzítése (a leképezés), és más, amikor minden egyes mennyiségre különálló megjelölést kell találni. Ez utóbbihoz több ezer év kellett. Tetszőleges számú mennyiséget kellett kifejezni, könnyen elsajátítható és felhasználható módon. Az egyedi megnevezések és jelek kialakítása lépésről lépésre történt. Az első számneveket többnyire egyedi dolgokkal és párosokkal jelölik. Az óind nyelvben: *egy – hold, kettő – nap/éjszaka*, az ósumerben: *egy – férfi, kettő – nő*. Ezután közvetlenül a sok következik. Egyiptomban: *több ezer – az ezer jele háromszor*. Kínában: az erdő jele három fa. [Klix, p. 219–220.]

Nagyobb lépés a három felfedezése. Ezzel ugyanis megszűnt az egy és a kettő kiemelt szerepe. Az öt a kéz ujjai miatt fontos határ. A szemléletesség miatt ez hamar csoportosítási egységgé válhatott. A nagyobb mennyiségekkel való számoláshoz a számok megjelölése mellett egy további lépésre, a számrendszer kialakítására volt szükség, amelyet a csoportosítás és a helyértékrendszer határoz meg.

A kezdetleges számrendszerek a kettőre, majd háromra épültek: néhány számjegy kialakítása és megnevezése után ezekből alkotják a többit. Sokak által idézett példa a kamilaroi ausztrál törzs

számrendszere: 1 = mal, 2 = bulan, 3 = guliba, 4 = bulan-bulan, 5 = bulan-guliba stb. Ezek sohasem lépik át a hatot. A szükségleteknek megfelelően később sokféle, különböző alapszámú csoportosítás alakult ki. Öt, hat, hét, tíz, tizenkettő és húsz a gyakoribb alapszámok. A hét sok helyütt szakrális jelentőségű, pl. az ószövetségben. Több mai afrikai törzs is ilyennek tekinti. Minden számrendszer tartalmazza a különböző alapszámok nyomait. Az eredeti csoportosítás képezi a későbbi tagolás alapját.

A 3. ábra Menninger nyomán óindiai khatoszi számjegyeket mutat 4-es 10-es, 20-as csoportosítással a Kr. e. 2. századból.

1	2	3	4	5	6	8	10
I	II	III	X	IX	II ^X	XX	?
3	733	333	2333	41	?	11	
20	50	60	70	100	200		

3. ábra [Klix, p. 223.]

Sok mai számrendszerben is felismerhetőek a korábbi határok. (A magyarban kihalóban van a tucat.) A többek által felsorolt példákban mi is bemutatunk néhányat.

Az angol *score* = *rovátka*, ez volt a 20 megnevezése az óangolban. A skótban, írben a kelta eredetű 20 = *fiche*, a 40 = *da fiche*, a 60 = *tri fiche*, 80 = *cithre fiche*. A franciában a konstruktív számlálás nyolcvannál megszakad: a *quatre-vingt(s)* négy húszast jelent. Oroszban 40 = *szorok*: a bőrre (serkr) 2×20-as kötegben alkudtak. A maják, mexikóiak 20-as rendszerben számolnak. Nagy Károly 1 font ezüsből veretett 20 szolidust minden 12 dénárhoz. Anglia két évtizede állt csak át az 1 font = 20 shilling = 20×12 pennyről a decimális rendszerre. De említhetjük mai számolási gyakorlatunkat is, ami az elektronikus számológépek korában is megmaradt: ### = 5.

A csoportosítás mint kognitív technika általánosítható volt: nagyobb csoportokat is egy jellel lehetett jelölni. Egyszerű jelek egyre bonyolultabb (nagyobb) kategóriákat jelöltek. Ezeket ekkor még egyszerűen kellett megnevezni. Az általános nyelvi fogalmak jelölésekor már bevált kognitív folyamat, az absztrakt sűrítés alakítja ki a helyi vagy pozíciós értékrendszert. A megnevezés vagy a folyamatos leírás sorrendjének felel meg az adott jel hierarchikus foka: 412 = négy (száz) egy (tíz) két

(egyes). Ez már majdnem a végleges állapot a legelőnyösebb leíráshoz. Az utolsó lépés a nulla bevezetése, amelyet az indiaiak használtak először. Az arab számrendszer részeként került át Európába, de itt csak a 15–16. században honosodott meg, ami azt mutatja, hogy ennek felismeréséhez is kognitív teljesítmény kellett.

Számítási műveletek

Az időszámításunk előtti városállamok és birodalmak Egyiptomtól Mezopotámián át Kínáig nagy létszámú lakosságot és termelési szervezeteket hoztak létre, amelyeknek adminisztratív-gazdasági irányítása és szakembereinek technikai feladatai egyaránt megkövetelték számrendszereik használatát a listázó, táblázatos nyilvántartásokon túl is. A számítási műveletek egy része mindössze gyakorlati célokra szolgált (például Egyiptomban), és ennél nem is mentek tovább. Nem a számolás maga volt a fontos, hanem hogy képesek voltak bizonyos feladatokat kiszámolni (a magtár tartalma, készletszükséglet, az építkezéshez szükséges faanyag, a földek felmérése stb.). A legfontosabbként számon tartott, innen származó dokumentum a Rhind-papirusz (lejegyezték Kr. e. 1800 körül). A Rhind-papirusz bevezetőjében a tartalomról ezt olvassuk: „szabályok a természetbe való behatároláshoz, és minden létezőnek, mindenféle misztériumnak... megismeréséhez.” Ennek ellenére az előbb említett gyakorlati számításokat tartalmazza. [Van der Waerden, p. 28–32.] Egy részlete látható a 4. ábrán.

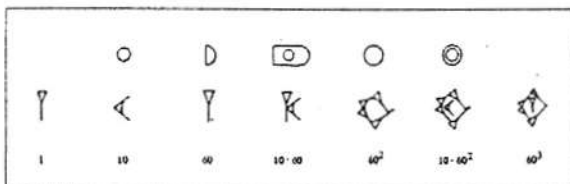


4. ábra

Az *egyiptomi számrendszer* ugyan decimális, de nincs helyértékrendszere. Műveleti gondolkodásuk az *összeadáson* és *kettőzésen* alapult. E két művelettel végzik el a szorzást, és az osztást is fordított szorzásként. Bonyolultnak tűnik, de e mikroalgoritmus hasonmását az elektronikus számítógépekben is megtalálhatjuk.

A *sumer-babiloni számrendszer* régebbi, mégis fejlettebb, mint az egyiptomi. A sumeroknak eredetileg decimális rendszerük volt. Ezt Kr. e. 3000 és 2800 között felváltották a hatvanossal; 2500 és 2000 között a hódító akkádok átvették, és a különböző babilóniai hódítók végig fenntartották. Ebben az időszakban nagy teljesítményeket értek el a csillagászatban (pl. a csillagok heliakus kelése, a csillag első, napfelkelte előtti megjelenésének megfigyelése), és megalkották a csillagok mozgásához igazodó naptárt is. (Ptolemaiosz Kr. u. 280-ban még a hatvanas számrendszert használta, és ehhez kapcsolódik időmérésünk mai formája is.) Feltehetjük a kérdést: mi az oka a hatvanas alapszámnak, és hogyan jutottak el idáig?

Az 5. ábra [Wussing, 1962. nyomán] az ősi és az új számjegyeket mutatja. A felső sorban még a Kr. e. 3000 előtti, az alsóban a klasszikus babiloni számjelek láthatók. A felsőket kerekített, az alsókat prizma alakú vesszővel nyomták az agyagba. A 10-es és a 60-as csoportosítható nyilvánvaló. Feltételezhető, hogy kezdetben a tízes a szóbeli, a hatvanas az írásos számolás értékhatára. A 60² egy ékkoszorú, ezekből konstruálják a többi. Így rendkívül erős lerövidítést érnek el.

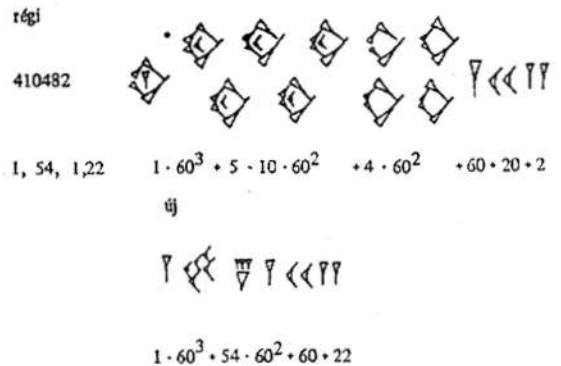


5. ábra [Klix, p. 237.]

A következő eredmény a helyértékrendszer kialakítása vagy átvétele volt.

A 6. ábra [Wussing nyomán] két különböző fázist mutat: felül a halmazos, alul a lineáris formát, amikor a jelek sorrendje információhordozóvá válik. Ez is egyfajta leképezés (transzformáció), a számértékek hierarchikus szerkezetének leképezése az írott sorok szintjén. A helyértékrendszernek az a funkciója, hogy lehetővé teszi röviden leírni a nagy számokat. A problémalátás és ezzel párhuzamo-

san a kifejezésére szolgáló eszközök leegyszerűsítése a kognitív folyamatok eredménye, egyben jelentősen hozzájárul a megismerő tevékenység és képesség növekedéséhez – értékeli Klix.



6. ábra [Klix, p. 238.]

Hiányzik még a semmi kifejezése. Sokféle megoldással próbálkoztak az évszázadok alatt. Végül Kr. e. 700 körül az üres hely jelölésére külön jegyet vezettek be (két kicsi ék egymás felett) a nulla funkcióra, de a bizonytalanságot még mutatja, hogy a szám végén nem teszik ki.

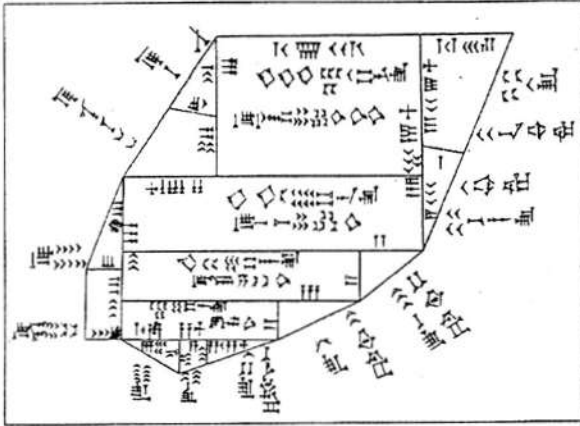
Megoldották a törtszámok jelölését és a velük való műveleteket is. Ez azért fontos, mert a mérés tulajdonképpen osztás, amikor mindig egy adott egység többszörösének vagy tört részének meghatározásáról van szó. A hatvanas rendszer itt kifejezetten előnyös, hiszen a legtöbb osztója van a száz alatti számok között (2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30). A törtek kifejezésére reciprok táblázatokat készítettek, és jelölésükre egy ürmérték jelét használták. Az osztást ezután a számláló és a nevező reciprok értékének szorzásával oldották meg.

A „jó jelölésrendszer és a négy alpművelet kényelmes kezelési módja elengedhetetlen feltétele a matematika fejlődésének” – írja Van der Waerden [l. m. p. 61.]. A babilóniak rendszere eleget tett ennek a „feltételnek”.

Meg tudtak oldani két- és többismeretlenes első- és másodfokú egyenletrendszereket. Ismerniük kellett a Pitagorasztételt. Erre példa egy óbabilóni szövegből: „Egy (függőleges) palú (gerenda, palló?) 0; 30 hosszú. Fentről 0; 6-tal lecsúszott. Mennyivel tolódott el lent?” A megoldás azonos azzal, amire a görög matematikusok jutottak. Leírnak pitagoraszi számhármassokat, vannak négyzet- és köbgyöktáblázataik. Emellett vannak „ideológiai

eredetű" hibáik is: az év 360 napból áll, a π értéke csak 3. (Az egyiptomiak 3,16-ig jutottak el.)

Két példával jellemezzük végül a babiloni matematika erejét. Az első: a 7. ábra [Wussing nyomán] egy földterület felosztási vázlatát mutatja az egyes részek adataival. Megragadó az ábrázolás egyszerűsége.



7. ábra [Klix, p. 239.]

A második a názáreti Jézus születési éve és a babiloni csillagászat kapcsolatáról szól. Lukács evangéliumában azt mondják a keleti bölcsek: „Hol van a zsidók királya? Láttuk (felkelő) csillagát napkeleten, és eljöttünk, hogy hódoljunk neki.” Kepler 1500 évvel később felveti, hogy Kr. e. 7-ben a Jupiter és a Szaturnusz háromszor találkozott a Halak csillagképében: május végén, szeptember végén és decemberben. (Háromszoros találkozóra 258 évenként kerül sor, ugyanabban a csillagképben csak minden 794. évben.) 1925-ben Paul Schnabel megfejtett egy Berlinben lévő babiloni táblát, amely az Eufrátesz melletti Szippár csillagvizsgálójából származott, és amelyen előre meg vannak jelölve a Kr. e. 7-re várható fontosabb csillagászati események, köztük az említett együttállások is. (Szippárban élt Kr. e. 320 körül Kiddinu babiloni csillagász, akinek a nap órákra való beosztását köszönhetjük.) Ezen a táblán található az év csillagászati „szencációját”. (Sok ilyen év feljegyzései ismertek már. A British Múzeumban található az év elejére vonatkozó tábla.) Jupiter a világ uralkodójának csillaga, a Szaturnusz a babiloniaknál Szíria, hellenista értelmezés szerint a zsidók csillaga – a napkeleti bölcsek (asztrológusok) kérdése tehát jogosnak látszik. [Kroll, p. 85–93.]

Néhány következtetés

A vázolt hosszú történelmi út alapján megfogalmazhatunk néhány következtetést.

- Az ember biológiai felépítésének alapján és szükségleteitől is vezérelve létrejöttek mindazok a kognitív, gondolkozásbéli módszerek és fogalmi eszközök, amelyek ma is az információtudomány részét képezik.
- Az egyed élettani fejlődését meggyorsították a közösségi élet igényei, a kommunikáció, az általa előidézett közösségi ismeretátadási, ismeretszerzési folyamat.
- A gondolkodás leglényegesebb elemévé vált a hasonlóságok, analógiák, időbeni viszonyok és szerkezeti kapcsolatok (rendezés, leképezés, következményes kapcsolatok) – közös szóval relációk – megfigyelése, tárolása, továbbadása. Jogosnak tűnik azt mondani, hogy a világ megkülönböztethető elemeinek számbavételén túl, ismereteink az ezen elemek között fennálló relációkkal fejezhető ki.
- Fontos az a tapasztalat is, hogy az érzékelt és megfigyelt világ mennyiségi és bonyolultsági bővülésével párhuzamosan a kognitív teljesítmények is az információsűrítésre, az egyszerűsítésre irányulnak. Az absztrakció mint szűrés és egyszerűsítés áll elő, az absztrakt fogalmak elvontsága azonban idővel megszűnik, ismét konkrétá válnak, és ma már csak alapos elemzéssel bontható ki (ha egyáltalán kibontható) egy-egy fogalomba sűrített ismeret mennyisége.
- A számfogalom, a számírás – a most nem tárgyalt írással együtt – információtárolási technika. Az algebrai műveletekben kifejeződő feldolgozási módszerek fejlődése az időszámítás kezdete előtt ezer évvel egy olyan absztrakciós szintre jutott el, amely lehetővé tette egy újabb lépés megtételét, amikor a vizsgálat tárgya maga az absztrakt szám, szimbólum és kijelentés. Ez már a görög matematika és filozófia kora.

Irodalom

- ASIMOV, Isaac: A Hold tragédiája. Kozmosz könyvek, Budapest, 1979.
- BERLYNE, D. E.: Structure and direction in thinking. New York: Wiley, 1965.
- BIRKET-SMITH, Kay: A kultúra ösvényei. Gondolat, Budapest, 1969.
- CSÁNYI Vilmos: A kultúra és a nyelv kialakulása az emberi evolúcióban: egy etológiai rekonstrukció. = A kognitív szemlélet és a nyelv kutatása. Szerk.: Pléh Csaba és Györi Miklós. 165 p. Pólya kiadó, Budapest, 1998.

- FÉNYES Imre: A fizika eredete. Kossuth, Budapest, 1980.
- FILEP László–BEREZNAI Gyula: A számírás története. Filum, 1999.
- FROBENIUS, Leo: Afrikai kultúrák. Gondolat, Budapest, 1981.
- KALLA Gábor: Az információtárolás és -átadás korai technikai Mezőpotámiában. Világtörténet. 1996. ősz-tél.
- KLIX, Friedhart: Az ébredő gondolkodás. Az emberi intelligencia fejlődéstörténete. Gondolat, Budapest, 1985.
- KROLL, Gerhard: Jézus nyomában. Szent István Társulat, Budapest, 1982.

- MENNINGER, K.: Zahlwort und Ziffer. Göttingen, 1958.
- PIAGET, Jean: Válogatott tanulmányok. Gondolat, Budapest, 1969. Matematikai struktúrák és az értelem műveleti struktúrái. p. 198–224.; Sorszámzás és számszerű értékelés. p. 225–274.
- PINKER, Steven: A nyelvi ösztön. Tipotex, 1999.
- SCARUFFI, Piero: Thinking About Thought (cognitio). <http://www.thymos.com/tat/cognitio.html>
- SIMONYI Károly: A fizika kultúrtörténete. Gondolat, Budapest, 1978.
- VAN DER WAERDEN, B. L.: Egy tudomány ébredése. Gondolat, Budapest, 1977.
- WUSSING, H.: Mathematik in der Antike. Lipcse, 1962.

Beérkezett: 2001. III. 22-én.

Információmenedzsment a gazdaságban és a tudományban – nemzetközi konferencia

2001. november 22–24. Dubrovnik, Horvátország

Másodszor rendezik meg a tudományos és szakkonferenciát.

A konferencia szervezői:

Közép-Európa legnagyobb gyógyszergyára, a PLIVA gyógyszeripari Rt., a Horvát Nemzeti és Egyetemi Könyvtár, valamint a Horvát Információs és Dokumentációs Társaság, a Horvát Szakönyvtárosok Egyesülete és a Dubrovnik Könyvtarak. Az ez évi konferencia fő témája: *A modern információs rendszer mint a vállalatok és intézmények fejlődésének és eredményességének alapja.* Ezen belül a következő témákat tárgyalják:

- az információs-kommunikációs technika a Horvát Köztársaság fejlődési stratégiájában;
- az információs források szervezése és fejlesztése;
- tudáskezelés (knowledge management) a vállalatoknál és kutatóintézetekben, tudásbázisok kiépítése;
- adatintegrálás;
- üzleti információk gyűjtése és védelme;
- vállalati portálok;
- költségek;
- technikai berendezések;
- információs szakemberek (új hivatalok, képzés);
- elektronikus ügyvitel és kereskedelem bevezetése;
- a dokumentumátvitel biztonsága;
- intranet;
- digitalizálás (digitális dokumentumok, szerzői jog, archiválás, szabványok);
- egyéb.

Az értekezlet ülései:

- neves európai kutatók és szakemberek előadásai;
- munkaülések;
- poszterszekció;
- információs termékek és szolgáltatások bemutatása, kiállítása.

A konferencia nyelve: horvát és angol (szimultán fordítás).

Felhívás részvételre

Jelentkezni lehet:

- poszterbeszámolóval;
- információs termék és szolgáltatás ismertetésére és kiállítására;
- részvételre;
- a konferencia szponzorálására.

A konferencia kommunikációs címe:

CROinfo Nacionalna i sveučilišna knjil'nica
Ulica Hrvatske bratske zajednice bb
p.p. 550
10000 ZAGREB
CROATIA

Jasenka Zajec

Tel.: +385 1 61 64 081

Fax: +385 1 61 64 371

E-mail: croinfo@nsk.hr

vagy magyar nyelven: tibor.toth@pliva.hr