

# AZ EMLÉKEZÉS MŰVÉSZETE ÉS A NÖVEKEDÉS A TUDOMÁNYOS MÓDSZER\*

Gopal P. Sarma\*\*

Emory University  
Atlanta, Egyesült  
Államok.

DOI: 10.7906/indecs.13.3.4  
Rendszeres cikk

*Megérkezett:* 2015. március 28.  
*Elfogadva:* 2015. június 23.

## ABSZTRAKT

Azt állítom, hogy a memóriával és a memorizálással kapcsolatos európai gondolkodási iskolák döntő szerepet játszottak a tudományos módszer fejlődésében. Miután történelmi áttekintést adok a memóriaművészetek fejlődéséről az ókori Görögországtól a 17.<sup>th</sup> századi Európáig, leírom, hogy a tudományos módszerrel kapcsolatos baconi nézőpont alapvetően egy olyan kultúra és szélesebb körű párbeszéd része volt, amely a memorizálást a tudás strukturálásának és a tudományos fogalmak ábrázolására szolgáló szimbolikus eszközök kifejlesztésének alapvető módszertanaként fogta fel. Ennek az intenzív és gyorsan fejlődő szellemi miliónek a fő alakjai közé tartozott néhány olyan vezető gondolkodó, akit hagyományosan a tudományos forradalommal hoznak összefüggésbe; többek között Francis Bacon, René Descartes és Gottfried Leibniz. Azzal zárom, hogy a matematikai gondolkodás felgyorsulását az emlékezés művészetének és a 17.<sup>th</sup> század filozófiájában betöltött szerepének fényében vizsgálom, különös tekintettel Leibniznek az egyetemes számítás kifejlesztésére irányuló projektjére.

## KULCSSZAVAK

tudományos módszer, tudományos forradalom, felvilágosodás, módszertani gondolkodás, univerzális számítás, egyetemes számítás

## OSZTÁLYOZÁS

JEL: B19, O31

PACS: 01.

\*A cím Frances Yates *Az emlékezés művészete* című könyvének 10. fejezetéből származik.

\*\*Korrespondáló szerző, : gopalsarma@outlook.com; +1 (404) 727-6123;

## BEVEZETÉS

"Mi a tudományos módszer?" Ez egy olyan kérdés, amely ritkán jelenik meg a tudományos világban. És talán jó okkal. A legtöbb tudományág eléggé fejlett ahhoz, hogy amennyiben van bármilyen "módszer", amelyet a diákok megtanulhatnak, az nagyrészt implicit tudás, amelyet a problémamegoldás és a kutatás határterületein való aktív részvétel révén sajátítanak el.

Az Oxford-English Dictionary szerint a tudományos módszer "a természettudományokat a 17.<sup>th</sup> század óta jellemző eljárás mód, amely szisztematikus megfigyelésből, mérésből és kísérletből, valamint hipotézisek megfogalmazásából, teszteléséből és módosításából áll" [1]. Kétségtelen, hogy a jó tudományt a fenti definícióban foglalt tulajdonságok jellemzik, és ahogy fentebb említettem, ezeket a tulajdonságokat implicit módon tanuljuk meg a tudományos folyamatban való részvétel által, tapasztaltabb kutatók irányításával. És mégis, egy ilyen egyszerűen megfogalmazott eszme esetében úgy tűnik, hogy mélységes titokzatosság övezi azokat a történelmi eseményeket, amelyek lehetővé tették, hogy a tudományos módszer intézményi szinten gyökeret verjen. Mi történt Európában a 16.<sup>th</sup> és a 17.<sup>th</sup> században, ami olyan jelentős kulturális átalakulást eredményezett, amely nemcsak a szisztematikus kutatás egy területét, hanem az emberi tudásszerzés egészét megváltoztatta? És hogyan következett be ebben az időszakban egy hatalmas méretű filozófiai átalakulás, és miért nem történt meg korábban? A 16.<sup>th</sup> és 17.<sup>th</sup> század előtt a világ minden bizonnyal már látott szisztematikus tudományos gondolkodást és hipotézisek által vezérelt vizsgálatokat. Birodalmak már évezredek óta léteztek, és e többenemzetiségű entitások működésének alapjához fejlett tudásra lett volna szükség, hogy ilyen hatalmas infrastruktúrát tartsanak fenn. A kozmológia, az orvostudomány vagy a matematika területén a kifinomult megértés számos példájára mutathatunk rá, amelyek egyértelműen bizonyítják, hogy létezett valamilyen elvi alapon nyugvó érvelés az előtt, amit ma tudományos forradalomnak nevezünk.

És mégis úgy tűnik, hogy valami mélyreható dolog történt ebben az időszakban, ami magyarázatot érdemel. Modern értelmiségiként a nyomtatott és elektronikus média számos formája vesz körül bennünket, amelyek lehetővé teszik számunkra, hogy részt vegyünk egy filozófiailag reflektált kultúrában, amely fokozatosan formálhatja világnézetünket. Újságcikkeket, tudományos folyóiratokat, könyveket és magazinokat olvashatunk és olvashatunk újra, előadásokat nézhetünk és nézhetünk újra az interneten, és az intenzív vizsgálódás ezen időszakait gyors elektronikus viták követhetik kollégákkal vagy névtelen kommentelőkkel blogokon és kérdésekre válaszoló oldalakon. A "tudomány előtti" vagy "metatudományos" tudás ápolására pedig az elit akadémiai intézmények kizárólagos filozófiai és tudománytörténeti tanszékeket hoztak létre.

A 16.<sup>th</sup> és a 17.<sup>th</sup> században, és minden bizonnyal az azt megelőző időszakban sem létezett szinte semmi ilyen értékesítési lehetőség és szellemi infrastruktúra. Mi tette volna akkor lehetővé, hogy a tudás keresésének egy erősen filozófiai beállítottsága, egy "meta-idea" gyökeret verjen? Még a modern világban is a filozófikusan gondolkodó fiatalokat világiasabb és földhözragadtabb társaik arra fenítik, hogy a konkrét problémákra összpontosítsanak. Az elméleti fizikusok siránkoznak a matematikusok által épített absztrakciós tornyok miatt, és a mérnökök gyakran hasonlóan gúnyosan viszonyulnak fizikus kollégáikhoz. Egy olyan világban, ahol mindezek a megkülönböztetések nem léteznének, vajon milyen motiváló erők motiválták volna a filozófiai és absztrakt szemléletmód elfogadását a tudás racionális keresése tekintetében, és nem egyszerűen néhány zseniális látnok kezében, hanem inkább intézményi és kulturális szinten? Miért kaptak lendületet ezek a perspektívák, és miért nem kaptak korábban? A mi világunk - még az internet előtti közelmúlt világa is - és a több évszázaddal ezelőtti európai szellemi légkör közötti mélységesen jelentős különbségek azt sugallják, hogy talán voltak olyan fontos tényezők, amelyekről megfeledkeztünk.

Miért érdekelnek minket ezek a kérdések? Az önmagában vett történelmi értéken kívül talán sürgetőbbek a mai kor problémái. Olyan korban élünk, amelyben a tudomány kiterjedése nagyobb, mint valaha volt, amelyben több tudóst képeznek, mint valaha, és amelyben a tudományos intézményrendszer tektonikus lemezei elmozdulnak, és olyan fő tendenciák jelennek meg, mint a hatalmas, több intézményt és nemzetet érintő "nagy tudományos" projektek, vagy a petabájtról petabájtra terjedő adatmennyiség, amely soha nem látott mértékű globális számítógépes infrastruktúrát igényel. E tendenciákra reagálva számos kommentátor azt állította, hogy a tudomány egy teljesen új szakaszába léptünk [2], sőt egyesek még azt is megkérdőjelezték, hogy a hipotézisvezérelt vizsgálat továbbra is szerepet fog játszani a "nagy adatok" korában [3]. Lehet, hogy vannak tanulságok számunkra, de egy ilyen turbulens és felfordulásos korszakban érdemesnek tűnik újra megvizsgálni egy korábbi tudományos forradalom eredetét.

Az én nézőpontom egy gyakorló tudósé, akit mindig is zavarba hoztak a tudományos forradalom körülményei. A kortárs tudósokat állandóan az a probléma foglalkoztatja, hogyan győzzenek meg másokat arról, hogy figyeljenek oda a munkájukra. Egyes területeken, mint például a számítástechnikában, gyakran a gyakorlati ipari alkalmazások irányítják az érdeklődést és a finanszírozást, míg más területeken, például az elméleti fizikában, gyakran az elegancia, az egyszerűség és a jövőkép lehet a kulcserő. Az új ötletek folyamatosan egy nagyon is emberi intézmény figyelmi lencséin és elfogultságain keresztül szűrődnek. Hogyan gyökereztek meg tehát a tudományos forradalom alapvető, filozófiai fogalmai, és miért nem tették ezt korábban? A gyakorlati szempontok kulcsfontosságú tényezők voltak-e a tudományos szemlélet elfogadásának befolyásolásában? Vagy az inspiráció és a jövőkép? Vagy a kettő valamilyen kombinációja?

Bár remélem, hogy az általam itt összefűzött elbeszélés meggyőző és összefüggő történet, nem tekintem teljesnek. Úgy döntöttem, hogy a tudományos módszer történetét az emlékezés művészetének szemszögéből mesélem el, és kihagyom a sok más fontos tényezőt, amelyek szélesebb körben ismertek. Magától értetődik, hogy egy megfelelő feldolgozás a lehető legtöbb különböző társadalmi, intellektuális és pszichológiai tényezőt igyekezne integrálni. Miután ezeket a fenntartásokat megfogalmaztam, úgy vélem, hogy ez a cikk hasznos kiindulópontként szolgálhat azok számára, akik abban a helyzetben vannak, hogy ezeket az elképzeléseket alaposabban megvizsgálják.

Ebben a cikkben azt az álláspontot képviselem, hogy a tudományos forradalom valóban a drámai intellektuális változások időszaka volt, és bizonyos értelemben filozófiai átalakulás történt. De olyan okokból, amelyeket gyanítom, hogy a legtöbben egyáltalán nem ismernek. Elsősorban Frances Yates és Paolo Rossi [4, 5] munkájából merítve a következőket fogom állítani:

- A 16.<sup>th</sup> és a 17.<sup>th</sup> században Európa az emlékezés művészetével kapcsolatos ötletek katlana volt,
- Ezek az elképzelések az ókori Görögországból és Rómából származnak, ahol a memorizálás gyakorlata, a "helyek és képek módszere" néven ismert vizualizációs technika a retorika egyik alapvető módszertana volt.
- Az emlékezés klasszikus művészete a középkorban nagyrészt szerzetesi környezetben maradt fenn, Aquinói Szent Tamás pedig a helyek és képek módszerének egyik legfőbb bajnoka volt. Aquinói fontos újítást is bevezetett azzal, hogy azt sugallta, hogy ezeket a technikákat nemcsak az emlékezés céljára lehet használni, hanem az erény és az etikus viselkedés fejlesztésének koncentrációs eszközeként is.
- A reneszánsz idején kritikus átmenet következett be, amikor a klasszikus emlékeztetművészet mnemotechnikai képeiről úgy gondolták, hogy nemcsak az emlékezés célját szolgálják, hanem magának a természetnek a logikai szerkezetét is reprezentálják.
- A 16. században Giulio Camillo, a középkori emlékeztet reneszánsz átalakulásának egyik



- A klasszikus emlékezetművésztől némileg függetlenül, a 13. századi Ramon Lull ferences szerzetes a kombinatorikus kerekék összefüggésében az emlékezettechnikák alternatív konceptualizálását javasolta, amelynek célja a keresztény teológia logikai ellentmondásainak kiküszöbölése volt.
- A 17.<sup>th</sup> század elején az emlékezetről és a módszerről több nagy gondolkodási irányzat is létezett. A klasszikus emlékezetművészet a helyek és képek módszerével, Ramon Lull módszere és kombinatorikus kerekéi, végül Petrus Ramus dialektikus módszere, amely az ismeretek logikai strukturálására és a közönséges ismétléssel történő memorizálásra helyezi a hangsúlyt.
- A 16. század végén<sup>th</sup> és a 17. században<sup>th</sup> Giordano Bruno és Gottfried Leibniz e különböző és gyakran egymásnak ellentmondó szellemi hagyományok jelentős egyesítőjeként tűnt fel. Bruno kifejlesztett egy hibrid mnemonikus-lullianus módszert, amelyben a helyek és képek módszerét a lullianus kombinatorikus kerekékkal együtt használták, Leibniz pedig egy hibrid mnemonikus-dialektikus módszert dolgozott ki, amelyben először egy enciklopédiát dolgoztak ki, amelyhez minden fogalomhoz egy-egy mnemonikus képet rendeltek.
- Mindezen fejlemények alapvető fogalma a "módszer" általános fogalma, amelyet először Petrus Ramus javasolt. A "módszer" jelentése valószínűleg analóg a mai algoritmus szavunkkal, és ahogyan az algoritmus valódi jelentése csak akkor nyer tartalmat, ha a számítástechnika kontextusában használjuk, úgy a módszer szó is a helyek és képek módszerével, a lullianuszi kombinatorikus kerekékkal, valamint a Bruno és Leibniz által később elért előrelépésekkel összefüggésben nyerte el újszerű jelentését.
- A módszertani párbeszéd ezen fejleményei közepette Bacon, Descartes és mások javasolták a tudományos módszert, egy olyan módszert, amelynek célja a különböző emlékezeti iskolák egyszerűsítése volt, miközben megőrizte a tudás szisztematikus megközelítésébe és a világi szemléletbe vetett alapvető hitet.
- A módszertani gondolkodás fejlődésének széleskörűsége nélkül, az emlékezés művészetével véghezvihető félelmetes mutatóványok nélkül, és a vízió nélkül, hogy minden tudás rendszerezése egy olyan keretben történik, amelyet számítási keretnek nevezhetünk, akár Camillo emlékezetszínházában, akár Leibniz univerzális számításában, a tudományos módszer fejlődése talán jelentősen eltérő pályát futott volna be. Az emlékezés művészeté alapvető kontextust és elképzelést nyújtott arról, hogy mi lenne lehetséges a tudás szisztematikus megközelítésével. A tudományos módszer tulajdonképpen azoknak az elveknek a desztillációja, amelyeket nagyrészt az emlékezés művészetének kontextusában fejlesztettek ki és tettek széles körben ismertté.

Ez a cikk a következőképpen szerveződik. Először áttekintést adok az *ars memorativa*, vagyis az emlékezés művészetének több nagy korszakáról, kezdve az ókori Görögország és Róma klasszikus korszakától, majd a középkoron és a reneszánszon keresztül haladva. A 16. század végére kialakult iskolák voltak azok az elsődleges fogalmi csatateretek, amelyekből a tudományos módszer kialakult. Leírom a korszak főbb versengő gondolkodási iskoláit, és számos modern analógiát mutatok be, amelyek segíthetnek megvilágítani, hogy mit akartak elérni a korszak elit gondolkodói. Kifejtem Petrus Ramus "módszer" fogalmát, és azt, hogy a 17.<sup>th</sup> század talán helyesebb jellemzése a "módszertani forradalom" lenne a "tudományos forradalom" helyett. Ezután visszatérek a "mi a tudományos módszer?" kérdésre, és leírom, hogy Bacon tudományos módszerről szóló írásai a módszertani diskurzus színpadára később érkezők közé tartoztak, és hogy az emlékezetéről és a módszerről szóló különböző iskolák iránti korábbi érdeklődés alapvetően lehetővé tette a bacon-i perspektíva széles körű elfogadását. Azzal fogok érvelni, hogy amit ma tudományos módszer néven ismerünk, az csupán egy kis maradványa a tudás megszerzésére és fejlesztésére vonatkozó mélyreható elképzeléseknek, amelyek nagy része feledésbe merült<sup>1</sup>. Végül kitérek Leibniz egyetemes számítással kapcsolatos projektjére, és megvizsgálom a matematikai gondolkodás felgyorsulását a 17.<sup>th</sup> század filozófiájának fényében. Minden további nélkül forduljunk tehát

az ókori Görögország felé, ahol a legenda szerint megszületett az emlékezés művészete.

## AZ EMLÉKEZÉS KLASSZIKUS MŰVÉSZETE

Egy apokrif történet az emlékezés művészetének eredetét Simonidész lírai költőnek tulajdonítja. Miközben egy banketten vett részt, ahol egy mecénás tiszteletére írt verset kellett volna elszavalnia, Simonidészt állítólag két vendég kérésére odakintre hívták. Miközben a látogatókkal foglalkozott, a díszterem összedőlt, és mindenki meghalt. Sajnos a holttestek és az arcok annyira megcsonkultak, hogy a maradványokat nem lehetett azonosítani, ami megakadályozta volna, hogy a családtagok elvégezzék a megfelelő temetési szertartásokat. Szimonidész azonban rájött, hogy a banketterem és a jelenlévők képe jól megmaradt az elméjében, és ha lelki szemei előtt körbejárta az asztalt, képes volt felidézni az asztalnál ülők nevét és azt, hogy a többiekhez képest hol ültek. Így képes volt azonosítani az összes maradványt, hogy a megfelelő családtagokkal kapcsolatba tudjon lépni.

A legenda szerint Simonides ebből a tapasztalatból arra a következtetésre jutott, hogy a memorizálás fokozható a tárgyak és fogalmak térben szervezett vizuális képekbe történő kódolásával. Ahogyan később Cicero írta Simonidészről, amikor az emlékezés művészetének eredetéről számolt be,

Ebből arra következtetett, hogy azoknak, akik ezt a képességet gyakorolni akarják, ki kell választaniuk a helyeket, és mentális képeket kell alkotniuk azokról a dolgokról, amelyekre emlékezni akarnak, és ezeket a képeket a helyeken kell tárolniuk, így a helyek rendje megőrzi a dolgok rendjét, a dolgok képei pedig magukat a dolgokat fogják jelölni, és a helyeket és a képeket úgy fogjuk használni, mint egy viaszos íróasztalt és a ráírt betűket.

Folytatja,

Szimonidész okosan felismerte, vagy más személy felfedezte, hogy elménkben a legteljesebb képek azokról a dolgokról alakulnak ki, amelyeket az érzékek közvetítettek és bevésődtek az elménkbe, de az összes érzékünk közül a legélesebb a látás, és hogy következésképpen a füllel vagy reflexióval kapott észleléseket akkor tudjuk a legkönnyebben megőrizni, ha azok a szem közvetítésével jutnak el elménkbe. [7]

Hol használták ezt a művészeti formát? Elsődleges alkalmazási területe a retorika volt. Valójában az ókori emlékezőművészetről rendelkezésünkre álló legfontosabb források nem az ókori Görögországból, hanem az ókori Rómából származnak, ahol a helyek és képek módszerét a retorikát tanuló diákok alapképzésének részeként folytatták<sup>2</sup>. Az a három latin forrás, amely nagymértékben tájékoztat bennünket e művészet ókori gyakorlatáról, az *ad Herrenium*, egy névtelen tanár által írt római retorikai tankönyv, amelyet i. e. 86 körül írtak, Cicero *de Oratore* című műve és Quintilian *Institutio oratorio* című műve.

Gyakorlatilag, ahogy a hagyomány kialakult, a helyek, amelyeket az emberek használtak, gyakran tényleges helyszínek vagy fontos épületek és más építészeti alkotások voltak - elgondolkodtató, hogy vajon hány tényt kódoltak a Parthenon mentális képébe, vagy később az ókori Rómában a Colosseum mentális képébe. Valóban, modern nyelvünkben az építészet e lenyűgöző kognitív használatának maradványait látjuk. Az "első helyen" kifejezés akkor került a közhasználatba, amikor megértették, hogy a beszélő a helyek és képek módszerét használja a beszéd tartalmának kódolására. Következésképpen a hallgatóság megértette volna, hogy az "első hely" és a "második hely" és így tovább, tényleges fizikai helyszíneket jelentenek a beszélő lelki szemei előtt [4, 6].

Mielőtt rátérnénk a későbbi évszázadokra és az emlékezés művészetének fejlődésére, hadd említsek meg egy kritikus jelentőségű megkülönböztetést a retorikai hagyományban, elsősorban azért, hogy szemléltessem azt a hatalmas emlékező képességet, amelyet ezek az ókori szónokok a szimbolikus reprezentáción keresztül fejlesztettek ki. Az *ad Herrenium* és



más szövegek különbözősége tesznek a "dolgok emlékezete" és az "emlékezet" között.

a szavakért". A "dolgok emlékezete" az általam leírt klasszikus emlékezetművészet, amelynek során egy gondolatot, vagy valamilyen fogalmat egy frappáns kép segítségével ábrázolunk. A beszéd elmondásakor aztán, bár a témák sorrendjét megjegyezzük, a pontos szavakat rögtönzéssel mondjuk el, és nem memorizáljuk a priori. Másfelől egy szintén technikai gyakorlatként, és nem gyakorlati céllal előírt módszer volt a "szavakra való emlékezés", amelynek során a beszédet teljes egészében megkomponálják, majd a helyek és képek módszerével *szórol szóra* megjegyzik. Ez igazán meg kell, hogy döbbenjen egy modern értelmiségi, aki nem ismeri ezeket a módszereket. Az a tény, hogy a szavakra való emlékezést egyáltalán gyakorolták, még ha pusztán a természetes emlékezet nyers mentális izmainak erősítése céljából is, azt mutatja, hogy ezek az ókori retorikusok milyen fenomenális képességet fejlesztettek ki, nemcsak az emlékezés terén, hanem a belső látásuk és a legapróbb részletek rendkívüli tisztasággal való megjelenítésének képességében is.

## AZ EMLÉKEZÉS MŰVÉSZETE A KÖZÉPKORBAN ÉS A RENESZÁNSZBAN

Ismerős előírásokat látunk Albertus Magnus, egy 13.<sup>th</sup> századi domonkos szerzetes írásainak egy részletében,

Akik visszaemlékezni akarnak (azaz valami spirituálisabb és intellektuálisabb dolgot akarnak tenni, mint pusztán emlékezni), azok a közvilágításból a homályos magányba vonulnak vissza: mert a közvilágításban az értelmes dolgok képei szétszóródnak, és mozgásuk zavaros. A homályban azonban egységesek és rendben mozognak. Ezért írja elő Tullius a Második retorikában közölt ars memorandi-ban, hogy képzeljük el és keressük fel a kevés fényrel rendelkező sötét helyeket. És mivel az emlékezéshez sok képre van szükség, nem pedig egyre, azt írja elő, hogy sok hasonlatosságon keresztül ábrázoljuk magunknak, és egyesítsük alakzatokban azt, amit meg akarunk őrizni és emlékezni akarunk. Ha például azt akarjuk megörökíteni, amit egy perben ellenünk hoznak fel, akkor képzeljük el egy hatalmas szarvú és heréjű kost, amint a sötétben felénk jön. A szarvak emlékezetünkbe idézik ellenfeleinket, a herék pedig a tanú hajlamát. [8]

Ugyanazok a helyek és képek az ókorból! Jelzésértékű, hogy a középkorban tévesen azt hitték, hogy az *ad Herreniumot* Cicero, vagy ahogyan gyakran emlegették, Tullius írta. Amint fentebb tárgyaltam, Cicero *de Oratore* című műve egyike azon kevés leleteknek, amelyekkel rendelkezünk az ókori emlékezés művészetéről, de az *ad Herreniumot* valójában egy névtelen retorikatanár írta, és nem maga Tullius. Mégis, a középkorban a két művet együttesen "Tullius első és második retorikájaként" fogták fel, ez a téves attribúció végül jelentős lendületet adott egy alapvető középkori átalakulásnak. Az *ad Herrenium* téves tulajdonítása Cicerónak kritikusnak bizonyult, mert a *de Oratore-ban* nagy figyelmet szentel az etikának és az erénynek mint a beszédek aktuális táplálékának. Majd a "Második retorikában" technikákat adott arra vonatkozóan, hogyan lehet ezeket a témákat megfelelően memorizálni. Ez az összefüggés vezetne végül ahhoz, hogy a középkorban az emlékezés művészetét retorikai technikából etikai technikává váljon. Különösen az, hogy Cicero az emlékezést a prudensség sarkalatos erényének szerves részévé tette, bizonyult létfontosságúnak az emlékezés művészetének ezen evolúciós pályája szempontjából.

Ezt az átmenetet Aquinói Szent Tamás négy, az emlékezetre vonatkozó előírásában láthatjuk lappangva:

Tullius (és egy másik szaktekintély) azt mondja a Rétorikában, hogy az emlékezet nemcsak a természetből tökéletesedik, hanem sok művészet és ipar is van benne; és négy (pont) van, amelyek révén az ember hasznot húzhat a jó emlékezésből.

Az első ezek közül az, hogy fel kell vennie valamilyen kényelmes hasonlatosságot azokról a dolgokról, amelyekre emlékezni szeretne; ezek nem lehetnek túlságosan ismerősek, mert

jobban csodálkozunk az ismeretlen dolgokon, és a lélek erősebben és hevesebben ragaszkodik hozzájuk; innen van, hogy jobban emlékszünk a gyermekkorban látott dolgokra. Szükséges ily módon hasonlatokat és képeket kitalálni, mert az egyszerű és szellemi szándékok könnyen kicsúsznak a lélekből, hacsak nem kapcsolódnak mintegy valamilyen testi hasonlathoz, mert az emberi megismerés erősebb a sensibilia tekintetében. Ahonnan az emlékező (erő) a lélek érzékeny részébe kerül.

Másodszor, szükséges, hogy az ember átgondolt sorrendbe helyezze azokat a (dolgokat), amelyekre emlékezni kíván, hogy az egyik emlékezett (ponttól) könnyen el lehessen jutni a következőhöz. Ezért mondja a filozófus<sup>3</sup> a *De Memoria* című könyvében: "egyes emberekről látható, hogy helyekről emlékeznek. Ennek oka az, hogy gyorsan haladnak egyik (lépésről) a másikra".

Harmadszor, szükséges, hogy az ember aggodalommal foglalkozzon azokkal a dolgokkal, amelyekre emlékezni akar, és ragaszkodjon hozzájuk; mert ami erősen a lélekbe van nyomva, az nehezebben csúszik ki belőle. Ezért mondja Tullius a Rhetorikájában, hogy "a szorgalom megőrzi a szimulákrák teljes alakjait".

Negyedszer, szükséges, hogy gyakran meditáljunk azon, amire emlékezni szeretnénk. Ezért mondja a filozófus a *De Memoria* című könyvében, hogy "az elmélkedés megőrzi az emlékezetet", mert, mint mondja, "a szokás olyan, mint a természet". Ezért azokra a dolgokra, amelyekre gyakran gondolunk, könnyen emlékszünk, úgy haladva egyikről a másikra, mintha természetes rendben történe" [9].

Aquinói parancsaiból néhány dolgot leszűrhetünk. Először is, természetesen felismerjük, mint a Magnusból vett részletben, a helyekre és képekre vonatkozó ismert szabályokat. És mégis, míg Magnus egy klasszikus példát hoz (valójában az *ad Herreniumból*) a kos és szarvai mint mnemotechnikai kép a tanú felidézésére egy adott jogi eljárás során, Aquinói írásában a középkori vallásosság hatását látjuk, és azt a felfogást, hogy ezzel a gyakorlattal nem a tényeket, hanem a "lelki szándékokat" lehet megjegyezni és megerősíteni<sup>4</sup>.

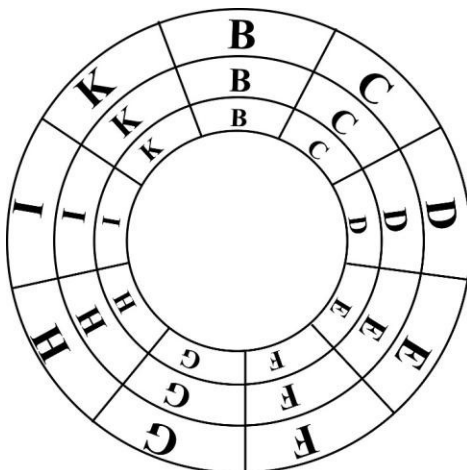
Magnusról és Aquinói Szent Jánosról még sok mindent el lehetne mondani, de miután elmondtam azt az alapvető megállapítást, hogy a középkori mnemotechnikai gyakorlat inkább spirituális, mint funkcionális jelleget öltött, hadd térjek most rá a középkori gondolkodás egy teljesen különálló irányzatára, amely a 17. században igen jelentős szerepet kapott<sup>th</sup>. Ez a gondolatmenet Ramon Lulltól, egy 13<sup>th</sup> századi ferences szerzetestől ered, aki egy olyan emlékeztetművészetet fejlesztett ki, amely a helyek és képek módszerétől nagyon eltérő irányvonalak mentén haladt, és amely mindazonáltal sok közös vonást mutatott a thomista célkitűzéssel, a szellemi képességek erősítésével.

Ramon Lull technikája kifejezetten evangélikus célzatú volt. Azt remélte, hogy a kereszténység alapfogalmainak kombinatorikus kerékvágásba rendezésével végső soron képes lesz a keresztény korpuszt logikai lényegére redukálni, és így a nem hívőket is meggyőzni a keresztény evangélium alapvető igazságáról.

Lull kombinációs kerekai koncentrikus körökből álltak, amelyek mindegyikét a standard ábécé szimbólumai töltötték ki (lásd az 1. ábrát). Minden egyes szimbólumot egy adott fogalom ábrázolására használtak, például a Lull által használt kilenc fogalom egyik csoportja a következőkből állt: "Jóság, Nagyság, Örökkévalóság, Hatalom, Bölcsesség, Akarat, Erény, Igazság, Dicsőség". Lull ezután koncentrikus kerekeket hozott létre, vagy képzelt el, amelyek mindegyikén ezek a fogalmak szerepelnek, és amelyeket meghatározott szimbólumok vagy karakterek jelölnek. A kerekék egymástól függetlenül mozognak, így az egyes kerekeket elforgatva - természetesen az elme szemében - egy adott oszlop mentén a fogalmak egy

különálló halmazokból állunk. Például, ha van egy 3 koncentrikus keréssel rendelkező elrendezésünk, akkor elképzelhetjük, hogy egy adott fogalomban a következő fogalmak szerepelnek

elrendezés szerint egy adott oszlop a "Jóság, Akarat és Örökkévalóság" fogalmakat képviseli, és a második kerék egy rovátkával való elfordításával a "Jóság, Erény, Örökkévalóság" fogalmakhoz jutunk. Úgy tűnik, mintha Lull kombinációs kerekai két célt szolgálnának. Egyrészt keretet adtak, amelyben az embernek a keresztény alapértékeket kellett strukturálnia - feltehetően a fogalmak és szimbólumok kiválasztása során némi erőfeszítést kellett tenni -, másrészt pedig gyakorlati technikát biztosítottak a gyakorló számára, hogy először felsorolja, majd a fogalmak egy adott csoportjára összpontosítson. Ami Lull szándéka lehetett, amikor azt hitte, hogy ez az eljárás végső soron lehetővé teszi a keresztény gondolkodás logikai lényegére való redukálását és minden logikai ellentmondástól való megszabadítását, az az volt, hogy szisztematikus módszert biztosított a különböző fogalmaknak a megfelelő kategóriákból való összes lehetséges csoportosításának szemlélésére. Ezután a hosszas elmélkedés és vita során az ember hosszú távú folyamatba kezdett, amelynek során újraértékelte és továbbfejlesztette a szentírási alapokat. Lull kombinatorikus kerekai szisztematikus eljárásrendet biztosítottak e nagyra törő folyamat végigviteléhez. Útközben biztosította, hogy minden egyes kombináció gondos figyelmet kapjon, és remélhetőleg felhívja a figyelmet a keresztény gondolkodás alapjaiban rejlő logikai konfliktusokra.



1. ábra. Lullian kombinációs kerék, a [4; 83. o.] alapján.

Lull forgatható kerekével kapcsolatban az a figyelemre méltó, hogy mennyire hiányzik belőlük az emlékezés bármilyen térbeli vagy vizuális értelemben vett segítségével<sup>5</sup>. Míg a klasszikus hagyomány úgy tűnik, hogy a gyakorlóját egy erőteljes eszközzel látja el a memória fellendítéséhez, Ramon Lull módszere úgy tűnik, hogy kezdettől fogva egy átható tisztaságú belső látásmódot követel meg. Egyszerű gyakorlatként arra bátorítom az olvasót, hogy képzelje el a körbe rendezett kilenc betűt, majd próbálja meg elképzelni, hogy a betűk helyét egyenként megfordítja. Nem könnyű! Most képzeljük el, hogy ezek a betűk egyforma távolságra vannak koncentrikus körökben, és minden egyes betű egy-egy fogalmat képvisel, amelyet önmagában kell megjegyezni. Csak miután mindezt az információt az ember fejében tartotta, van abban a helyzetben a gyakorló, hogy elkezdje forgatni az egyik kerék helyzetét! Ha Ramon Lull egyedül képes lenne erre a mutatványra, az is figyelemre méltó lenne. Ha, ahogy a történelmi feljegyzésekből látszik, egy egész iskolát szenteltek az ő gyakorlatának, akkor ez valóban a felnőtt agy idegi plaszticitását bizonyítja, és azt a képességét, hogy hatalmas mennyiségű gyakorlással és koncentrációval új és szokatlan kognitív képességeket képezzen ki. A klasszikus művészettel ellentétben Ramon Lull módszere, úgy tűnik, nem használja ki a helyekre és képekre való emlékezés veleszületett képességét - inkább a nyers emlékezetünket és vizuális képességeinket terheli hatalmas mértékben, és mindkettőt egyetlen céltudatos odaadással kívánja fejleszteni.

A reneszánsz idején az emlékezés művészetének filozófiájában és gyakorlatában egy másik fontos változás is végbement. Míg korábban a mnemotechnika az emlékezés, és bizonyos

esetekben a vallásos áhítat beoltására és fokozására, valamint bizonyos erények fejlesztésére szolgáló eszközként jelent meg, a reneszánsz idején egy új felfogás alakult ki. Ebben az új iskolában

gondolatmenet szerint a mnemotechnikai eszközök tárgyai közötti kapcsolatokat bele lehet kódolni magukba a mnemotechnikai eszközök kapcsolataiba, és ezáltal a mnemotechnikai eszközök stratégiai felhasználásával képessé válhatunk a természeti világ megértésére<sup>6</sup>.

E hagyomány legjelentősebb alakja Giulio Camillo, egy 16<sup>th</sup> századi filozófus és tudós volt, aki élete nagy részét egy olyan fantasztikus és nagyszabású projektnek szentelte, amelynek következményei egész Európát izgalommal töltötték el. A terv egy színház méretű, a klasszikus hely- és képalkotási módszernek megfelelő, de nagy erőfeszítések árán egységesített mnemotechnikai figurákból, fizikai szobrokból álló tárház megépítése volt, amely a korabeli gondolkodás szinte teljes egészét képviselte volna. Camillo színházának nagy részét vallási és asztrológiai koncepcióknak szentelte volna. A színház, amelyet soha nem építettek meg, hét fokozatból vagy lépcsőfokból állt (a hét bolygót jelképezve), amelyek mindegyike egy-egy ismereti ágának volt szentelve. A belépő, aki jól ismerte és gyakorolta a memória klasszikus művészetét, szembesülhetett a szekrényekkel, amelyekben valamilyen konkrét fogalmat, tényt vagy eszmét ábrázoló mnemotechnikai képek voltak. Ezenkívül számos fiók volt, amelyek tele voltak Cicero beszédeinek irataival, amelyek a környező helyiségekben ábrázolt képek aktuális témáihoz kapcsolódtak. Viglius Zuichemus holland államférfi a színházról és a Camillóval való találkozásáról kortársának, Erasmusnak írt levelében számol be:

A mű fából készült, sok képpel van megjelölve, és tele van kis dobozokkal; különböző rendek és fokozatok vannak benne. Minden egyes alaknak és dísznek helyet ad, és olyan irathalmazt mutatott, hogy bár mindig azt hallottam, hogy Cicero a leggazdagabb ékesszólás forrása, aligha gondoltam volna, hogy egyetlen szerző ennyi mindent tartalmazhat, vagy hogy írásaiból ennyi kötetet lehet összerakni. Írtam neked korábban a szerző nevét, akit Julius Camillusnak hívnak. Rosszul dadog, és nehezen beszél latinul, azzal az ürüggyel mentegeti magát, hogy a toll folyamatos használata miatt majdnem elvesztette a beszédképességét. Azt mondják azonban, hogy jól beszél a népnyelvet, amelyet egy időben Bolognában tanított. Amikor a mű értelméről, tervéről és eredményeiről kérdeztem - vallásosan beszélt, és mintha megdöbbenett volna a dolog csodálatosságától -, elém dobott néhány papírt, és úgy szavalt, hogy a számokat, a záradékokat és az olasz stílus mesterkedéseit fejezte ki, de beszédhibája miatt kissé egyenetlenül. A király állítólag sürgette, hogy térjen vissza Franciaországba a pompás művel. De mivel a király azt kívánta, hogy az egész írást franciára fordítsák le, amihez tolmácsot és írnokot próbált, azt mondta, hogy inkább elhalasztja az utazást, minthogy egy tökéletlen művet állítson ki. Sokféleképpen nevezi ezt a színházát, hol azt mondja, hogy épített vagy épített elme és lélek, hol azt, hogy ablakos. Azt állítja, hogy mindaz, amit az emberi elme felfoghat, és amit testi szemmel nem láthatunk, miután szorgalmas elmélkedéssel összegyűjtöttük, bizonyos testi jelekkel úgy fejezhető ki, hogy a szemlélő egyszerre érzékelheti a szemével mindazt, ami egyébként az emberi elme mélyén rejtve van. És éppen e testi tekintet miatt nevezi színháznak [10].

Camillo színháza az emlékezés művészetének egy harmadik, különálló szakaszát képviseli. Ami az ókorban a retorikai hagyományban a beszédek tartalmának memorizálására szolgáló funkcionális gyakorlatként kezdődött, a középkorban Aquinói Szent Tamás és a dominikánus hagyomány kezében szellemi jelleget öltött. Bizonyos értelemben Camillo mnemotechnikai színháza egyesíti az emlékezés klasszikus művészetét Ramon Lull vallási fogalmakkal kapcsolatos, egészen sajátos gyakorlatának szándékával.



kombinációs kerekbe kódolva. Camillo színháza, bár még mindig a hely és a képek módszerének hagyományában áll, a tudás heroikus mértékben rendszerezett vízióját képviseli, nem pusztán az emlékezet, hanem magának a tudásnak a szerkezetének megértése és a kozmosz alapelveinek pontos visszatükrözése érdekében, annak mnemotechnikai szerveződésében.

## A 17.<sup>TH</sup> SZÁZAD ÉS A FOGALMI ÚJRAALKOTÁS

A 17<sup>th</sup> századba lépve a módszer és a memorizálás világában a következő nyersanyagokkal szembesülünk. Az ókori Görögországból és az ókori Rómából, a retorikai hagyományon keresztül és a domonkos rend munkásságán keresztül érkezik az *ars memorativa* hagyománya és a mnemotechnika szisztematikus és kreatív használata az emlékezet, és ezzel szoros összefüggésben az etikai fejlődés érdekében. Másrészt Ramon Lulltól, akiről felidézünk, hogy már a 13.<sup>th</sup> században kidolgozta a vallási fogalmak szimbolikus ábrázolásának saját rendszerét, az emlékezés intenzív gyakorlatának fogalmát kapjuk, de a kapcsolódó képi rendszer nélkül. Giulio Camillótól a klasszikus művészet reneszánsz átalakulását kapjuk, amelynek képekre és helyekre vonatkozó szabályai jól megmaradtak, de most már azzal a kiegészítő elképzeléssel, hogy a mnemotechnikai képek a tudás és magának a természetnek a szerkezetét is ábrázolhatják.

És persze a "puszta" ismétlésen keresztül történő emlékezés egy olyan ősi fogalom, amelynek nincs olyan neve, amelynek alapítóját megnevezhetnénk, bár pontosabban egy olyan ember fogalmazta meg, aki kritikus jelentőségű a 17.<sup>th</sup> század és a tudományos módszer eredetének megértésében, Petrus Ramus. Ramus egy 16<sup>th</sup> századi oktatási reformer volt, aki különösen a tantárgyak memorizálásának módjait vizsgálta újra. Ramus különösen drámai, ikonoklasztikus lépést tett, amikor a retorika részeként megszüntette a memóriát. Ezzel a gesztussal elhatárolódott a helyek és képek mnemotechnikai gyakorlatától, amelyet egy új módszerrel, az úgynevezett "dialektikus módszerrel" helyettesített. Ebben a módszerben egy témát először logikusan strukturálnak, a legáltalánosabb fogalmaktól haladva a legkonkrétabbak felé. A tartalmat ezután az ismétlés szokásos gyakorlatával memorizálják.

Ramus reformátori motivációjának egy része az emlékezés klasszikus művészetével szembeni, az Ószövetségből eredő vallási ellenvetések egy sajátos csoportjához kapcsolódott:

Vigyázzatok tehát magatokra, mert nem láttatok semmi hasonlóságot azon a napon, amikor az Úr a Hórebben a tűz közepéből szólt hozzátok: Hogy meg ne rontsátok magatokat, és ne csináljatok magatoknak faragott képet, semmiféle hasonlatosságot, férfi vagy nő képmását. . . És hogy fel ne emeljétek szemeiteket az égre, és amikor látjátok a napot, a holdat és a csillagokat, sőt az ég egész seregét, ne késztessetek arra, hogy imádjátok őket... [11].

Yates szerint a Deuteronomium negyedik fejezetéből vett, a faragott képekre vonatkozó tilalmat Ramus úgy értelmezte, hogy az a klasszikus emlékművészetre is vonatkozik. A retorikai hagyomány igen aktívan támogatta a buja és groteszk képek használatát, amelyekkel a képzelet felizgatható és az emlékezet erősíthető, ami Ramus számára egyenértékű volt az elme szisztematikus megfertőzésének technikájával.

Nem túl nehéz szimpatizálni Ramusszal, ha figyelembe vesszük elődeinek néhány írását. Pietro de Ravenna, egy 15<sup>th</sup> századi jogász, lelkes önjelölt és a helyek és képek módszerének evangélistája a következőket írta a hatékonyabb mnemotechnika kitalálásának javasolt technikáiként:

Általában szép nők képeivel töltöm meg az emlékezetpalotáimat, amelyek izgatják az emlékezetemet... és higgye el nekem: amikor szép nőket használok emlékképként, sokkal könnyebben rendezem és ismétlem azokat a fogalmakat, amelyeket ezekre a helyekre bízom. Most már ismered a mesterséges

emlékezet, egy titok, amelyről (szerénységem miatt) sokáig hallgattam: ha gyorsan akarsz emlékezni, helyezd el a legszebb szüzek képeit az emlékhelyekre; az emlékezetet csodálatosan izgatják a nők képei. . . Ez a parancsolat haszontalan azok számára, akik nem kedvelik a nőket, és nagyon nehezen fogják gyűjteni e művészet gyümölcseit [12].

Érdeemes megjegyezni, hogy a ramista ellenvetésnek van egy tisztán világi megfelelője is, amely nem a lelki szennyezés, hanem inkább a fogalmi beavatkozás miatt van. Amint azt már leírtam, és amint azt minden olvasó, aki úgy dönt, hogy kísérletezik ezekkel a technikákkal, saját maga is láthatja, a helyek és képek klasszikus módszere az élénk fogalmi asszociációk kihasználásával nyeri el erejét, amelyeknek szinte mindig nagyon kevés közül van a konkrét tényekhez vagy eszmékhez, amelyekre emlékeznek. Így tehát szükségszerűen az a helyzet, hogy e technikák széleskörű alkalmazásával az ember asszociációk széles skáláját hozza létre, amelyek teljesen önkényesek, és semmi hasonlóságot nem mutatnak a megjegyzendő tartalom logikai struktúrájával.

Azzal, hogy megpróbálta megkerülni ezeket az akár vallási, akár világi okokból eredő tévképzeteket, Ramus bevezetett egy olyan fogalmat, amely kulcsfontosságúnak fog bizonyulni a 17. század és a tudományos forradalom megértésében.<sup>th</sup> . Ramus volt az első gondolkodó, aki népszerűsítette a "módszer" szót [4, p. 369]. A modern világban a "módszer" konnotációját úgy értelmezzük, hogy az egy rendezett, procedurális gyakorlatra utal, de a 16.<sup>th</sup> században, amikor Ramus kezdte népszerűsíteni ezt a szót, emlékezzünk arra, hogy egy sajátos módszertípust - a dialektikus módszert - képviselte, amely szemben állt a "mnemotechnikai módszerrel", azaz a klasszikus emlékezetművészettel, és a "Ramon Lull módszerével", amely kombinációs kerekekből és kapcsolódó szimbólumokból állt.

Ahhoz, hogy megértsük ennek a szónak a sajátos jelentéstartalmát, ahogyan Ramus és kortársai értették, azt javaslom, hogy vizsgáljuk meg a modern *algorithmus* szót. Az Oxford-English Dictionary meghatározása szerint az *algorithmus* a következő,

A számításokban és a problémamegoldásban használt eljárás vagy szabályrendszer; matematikai vagy logikai operátorok pontosan meghatározott halmaza egy adott feladat elvégzésére [13].

Azt hiszem, sokan egyetértenek abban, hogy valami hiányzik ebből a meghatározásból. Konkrétan az *algorithmus* szó meglehetősen új keletű szó, ugyanakkor ez a definíció egy olyan fogalmat ír le, amely már évezredek óta létezik. Különösen Euklidész *algorithmusa*, amely két szám legnagyobb közös osztóját keresi, már i. e. 300-ban született. Ami a definícióból kritikusan hiányzik, az az a további *jelentés, amelyet az algorithmus* szó a modern számítástechnika kapcsán kap. A kisgyermek természetesen már jóval azelőtt megtanulhatja az *algorithmusokat*, például a hosszú osztás elvégzésére, hogy kapcsolatba kerüljenek a számítógépes programozással, és az *algorithmus* szó tanítása ebben az összefüggésben nagyon keveset adna hozzá a fogalmi érettségükhöz. Maga a szó azonban jelentős mélységet nyer a további fogalommal, hogy egy számítástechnikai eszköz képes utasítások egy sorát ezerszer, milliószor, milliárdszor végrehajtani, olyan pontossággal és precizitással, amit ember másképp nem tudna elérni. Ez a kiegészítő konnotáció, amelyet a számítógépekkel való interakció, a filmek és a televízió révén tapasztalunk, és amelyet a tisztán szótári definíció nem ragad meg, kritikus jelentőségű, és a Ramus által használt "módszer" szót is hasonló megvilágításban vizsgálhatjuk újra.

Bár Ramus talán ellenezte a képek és helyek klasszikus használatát, saját dialektikus módszere - a "módszer" egy sajátos fajtája - minden bizonnyal profitált abból a konnotációból, amelyet az emlékezés művészete hordozott magában, nevezetesen mint az ismeretek memorizálásának szisztematikus eljárása. De ezen túlmenően Ramus dialektikus módszerének volt valami közös vonása Ramon Lull "módszerével" is, mivel mindkét

módszer célja egy adott tudásbázis - Lull esetében a keresztény tanítás - logikai lényegre való desztillálása volt. Valóban, a lull-i kombinatorikus kerekék lényeges szerepet játszhattak abban, hogy a "módszer" szónak gyakorlati asszociációkat kölcsönözzenek, ugyanúgy, ahogyan a számítástechnika is lényeges a szó megértéséhez

algoritmus a modern időkben. Emlékezzünk vissza, mondjuk, a szokásos lullianus felállításra, amely például 3 koncentrikus körből áll 9 görög szimbólummal, amelyek a Jóság, Nagyság, Örökkévalóság, Hatalom, Bölcsesség, Akarat, Erény és Dicsőség fogalmakat jelölik. A Lull-féle módszer az összes  $( ) = 84$  különböző kombináció felsorolására szisztematikus eljárást biztosít annak biztosítására, hogy az egyes fogalmak egymásra gyakorolt hatásának és egymáshoz való viszonyának szemlélése során ne maradjon kő kövön nem kívül.

Eddig láthattuk, hogy a "módszer" fogalma egyesítette az emlékezéssel kapcsolatos különböző gondolkodási irányzatokat, és hogy fontos módon a memorizálás pusztán aktusa másodlagos volt a módszer mint az ismeretszerzés és a Természet vizsgálatának szisztematikus eljárása fogalmához képest. E viharos fogalmi csatározások közepette, amelyeket a mnemotechnikai, a dialektikus és a lullianus módszer alapján vívtak, és amelyekben a módszer alapjait illetően is nézeteltérések voltak, két nagy megnyerhető és egységesítő volt, akik döntő szerepet játszottak a matematikai és természettudományos módszerek kialakulásában: Giordano Bruno és Gottfried Leibniz.

Bruno és Leibniz egyaránt alaposan jártas volt a módszertani gondolkodás minden ágában, a helyek és képek klasszikus módszerétől Ramon Lull módszerén át Ramus dialektikus módszeréig. A Giulio Camillo halála után négy évvel született Bruno egy nápolyi dominikánus kolostorban nevelkedett, ahol minden bizonnyal megismerkedhetett a helyek és képek módszerével az *ad Herreniumból*, valamint elődje, Aquinói Szent Tamás munkásságával. Bruno első értekezése az emlékezetéről, a *De umbris idearum* 1582-ben jelent meg, és a francia királynak ajánlotta:

Olyan hírnévre tettem szert, hogy III. Henrik király egy nap magához hívatott, és megkérdezte tőlem, hogy az emlékezet, amellyel rendelkezem, és amelyet tanítottam, természetes emlékezet-e, vagy varázslatos művészettel nyerték-e. Bebizonyítottam neki, hogy nem varázslatos művészettel, hanem tudományosan nyerték. Ezután kinyomtatattam egy könyvet az emlékezetéről *De umbris idearum* címmel, amelyet Őfelségének ajánlottam, mire ő felruházott olvasóvá tett [14].

Bruno korai munkásságában sok közös vonás volt Camillo hagyományával, jelentős hangsúlyt fektetve a helyek és képek asztrológiai célú felhasználására. Mivel olyan világban nevelkedett, amelyben Camillo hatása erősen érezhető volt, és pompás színházáról igen aktívan beszéltek, ráadásul ugyanahhoz a dominikánus rendhez tartozott, mint Aquinói Szent Tamás, Bruno örököse volt a klasszikus emlékezőművészetből eredő legjelentősebb történelmi fejleményeknek. Történelmi helyzetét azonban jelentősen színezi az emlékezés művészetének másik szálának, Ramon Lull módszerének való kitettség. Valóban, Párizs, amely abban az időben messze, de mindenképpen elérhető volt Bruno szülővárosától, Nápolytól, a 16<sup>th</sup> századi lullizmus epicentruma volt, és Bruno e két hagyomány összekapcsolásával tette le a névjegyt.

Bruno azt a merész lépést tette, hogy egyesítette a két hagyományt azzal, hogy a lullianus kombinatorikus kerekkel kezdte, de a standard ábécé helyett klasszikus mnemonikus képeket használt az egyes helyeken lévő fogalmak ábrázolására. Így a helyek és képek módszerének építészeti komponensét egy lullianus kombinatorikus kerékkel helyettesítette. Továbbá, Ramon Lullal ellentétben, Bruno céljai nem voltak szigorúan vallási jellegűek. Valójában sok közös vonása volt Giulio Camillóval, és ennek a látásmódnak a mértékét láthatjuk Bruno kerekének megdöbbentő méretéből és bonyolultságából. Az egyik értekezéséből kiragadott példában részletesen láthatunk egy kombinatorikus kerék 30 osztással, amelyek mindegyike további 5 részre van osztva, így összesen 150 osztást kapunk. A könyvében szereplő listák egyenként 150 képből álló halmazok, amelyeket lullianus módon kell a kerekre elrendezni [4; pp. 213-223, 5; pp. 87-88]. A cikk további részében Bruno rendszerére hibrid mnemotechnikai-Lullian-módszerként fogok hivatkozni.

Egy ilyen rendszer bonyolultsága valóban megdöbbentő. Arra kérem az olvasót, hogy ha még nem tette volna meg, próbálja meg a korábban vázolt egyszerű gyakorlatot, a betűk vizualizálását.

kör alakban elrendezve. Ha már eljutottál odáig, hogy világosan megjelenítsd ezt a struktúrát, most próbáld meg elforgatni az egyes betűk helyzetét. Ha ez a gyakorlat megerőltetőnek tűnik, képzeljük el, milyen mentális képességekre lenne szükség ahhoz, hogy manipuláljuk a brünni mnemotechnikai kereket benépesítő több száz részletes képet! Ahogy Ramon Lullról is megállapítottam, ha egyedül Bruno képes lenne egy ilyen elképesztően összetett tárgyat vizualizálni, az már csak azért is figyelemre méltó teljesítmény lenne, mert megmutatná, hogy az emberi elme képes szokatlan kognitív képességek képzésére.

Talán meglepi az olvasókat, hogy Gottfried Leibniz, akit a legtöbben az infinitezimális számítás társfeltalálójaként ismernek, a módszertani innováció egyik legkiemelkedőbb alakja volt. Valójában az ő szerepe a 17<sup>th</sup> században párhuzamos volt Bruno szerepével, és míg Bruno a lullianus és a mnemotechnikai hagyományok egyesítésére tett kísérletet, addig Leibniz elsődleges törekvése, sőt átfogó elképzelése a mnemotechnikai módszer és Petrus Ramus<sup>7</sup> dialektikus módszerének egyesítésére irányuló törekvés volt. Leibniz minden bizonnyal jól ismerte a lullianus hagyományt és Bruno egyesítési kísérleteit is. Az "egyetemes számítás" volt Leibniz elsődleges célja, és mind a dialektikus, mind a mnemotechnikai hagyományból kölcsönzött a következő módon. Először is, egy enciklopédiát akartak létrehozni, amely az emberi gondolkodás teljes területét felöleli, a tudománytól a valláson át a jogig. A dialektikus módszer szellemében az enciklopédiát gondosan összeállították volna úgy, hogy az tükrözze az egyes tudományágak természetes logikai felépítését<sup>8</sup>. Végül, a mnemotechnikai módszerből kiindulva, az egyes alapfogalmakból szimbólumokat konstruáltak volna, amelyekből Leibniz reményei szerint egy olyan *univerzális számítás* született volna, amelyben a logikai ellentmondásokat ki lehetne küszöbölni az emberi gondolkodás egészéből, és amelyben minden kérdésre, legyen az jogi, tudományos vagy vallási, választ lehetne adni *a* kapcsolódó szimbolikus infrastruktúra manipulálásával. Amint a következő szakaszból kiderül, világos, hogy Leibniz úgy tekintett erre a projektre, mint amely állandó, folyamatos fejlődést igényel, és amely a tudományos ismeretek fejlődésével együtt halad előre:

Bár ez a nyelv (az egyetemes számítás) az igaz filozófiától függ, nem függ annak tökéletességétől. Csak annyit mondok: ez a nyelv annak ellenére megkonstruálható, hogy a filozófia nem tökéletes. A nyelv a tudományos ismeretek fejlődésével együtt fog fejlődni. Amíg várakozunk, csodálatos segítség lesz: segít megérteni azt, amit már tudunk, és leírni azt, amit nem tudunk, és segít megtalálni a megszerzéséhez szükséges eszközöket, de mindenekelőtt segít megszüntetni és kioltani a vitatott érveket, amelyek az okoktól függenek, mert ha egyszer megvalósítottuk ezt a nyelvet, a számítás és az érvelés ugyanaz lesz [15].

Úgy tűnik, Leibniz nagyon is tisztában volt a megfelelő jelölés fontosságával<sup>9</sup>, és Ramushoz hasonlóan ő is aggódott a fogalmi interferencia lehetősége miatt, amelyet a mnemotechnikai módszer szükségszerűen maga után von. Míg azonban Ramus úgy döntött, hogy teljesen elhagyja a szimbolikus ábrázolás fogalmát, Leibniz továbbra is jelentős bizalmat fejezett ki abban, hogy meg lehet találni egy olyan szimbólumkészletet, amely egyszerre teszi lehetővé az emlékezést és szolgál megfelelő alapjául annak, amit "fogalomszámításnak" nevezhetnénk. Leibniz valóban azt remélte, hogy az egyiptomi ábécéből geometriai elemeket, illetve a kínai ábécéből képi elemeket kölcsönözve olyan szimbólumkészlethez jut, amely pontosan megfelel ezeknek az egymással versengő korlátoknak [4; 381. o., 5. o.; 179-180. o.].

## **A TUDOMÁNYOS MÓDSZER KIALAKULÁSA**

Most már abban a helyzetben vagyunk, hogy nekifogjunk a cikk elején feltett kérdésnek: "mi a tudományos módszer?". Amint a bevezetőben említettem, a szokásos válasz nem teljesen

pontatlan. Amint az Oxford English Dictionary szerint a tudományos módszer minden  
bizonytalannal kezdődik.

meghatározása szerint "a természettudományokat a 17.<sup>th</sup> század óta jellemző eljárás mód, amely szisztematikus megfigyelésből, mérésből és kísérletből, valamint hipotézisek megfogalmazásából, teszteléséből és módosításából áll". Francis Bacon pedig minden bizonnyal az elsők között fogalmazta meg ezeket az elveket [16].

Ami meglepheti az olvasót, hogy Bacon nemcsak az emlékezés művészetével volt tisztában, hanem a módszertani gondolkodás minden aspektusában is meglehetősen jártas volt. A *De augmentis scientiarum* című művében ugyanis a hely és a képek módszerének nagyon is ismerős leírását látjuk:

A jelképek az értelmi dolgokat az értelmes dolgokhoz közelítik; mert ami értelmes, az mindig erősebben hat az emlékezetre, és hamarabb lenyűgözi magát, mint az értelmi.... És ezért könnyebben megmarad a nyúlra vadászó sportoló, a dobozait rendezgető patikus, a beszédet mondó szónok, a verseket ismételtető fiú vagy a szerepeit játszó színész képe, mint a találékonyság, a diszpozíció, az ékesszólás, az emlékezet, a cselekvés megfelelő fogalmai [17].

Bacon azonban történelmi személyiségként, mint nevelélméleti teoretikus, nagyon hasonlított Petrus Ramusra, és *A tanulás előmozdítása* című művében az emlékezés művészete a reformra szoruló művészetek és tudományok egyikeként szerepel. Bacon elsősorban azt kifogásolta, hogy az emlékezés művészete szükségtelenül hatalmas mennyiségű információ elsajátítására használható, pusztán azért, hogy lenyűgözze az embereket, és hogy ez a fajta erőfeszítés hasznosabb lenne az intellektuális projektek előmozdítására fordítani.

Renes Descartes, a tudományos módszer kialakulásának másik központi alakja, szintén baconi érdeklődést mutatott az emlékezés művészetének megreformálása iránt. A természetfilozófia és a matematika hagyományából talán még markánsabban érkező Descartes-t az érdekelte, hogy az emlékezés művészetét a kauzalitás megértéséhez használja fel. Ebben a lenyűgöző passzusban azt látjuk, hogy Descartes alapvető kapcsolatot teremt a mnemotechnikai módszer és a redukcionizmus között:

Schenkel<sup>10</sup> jövedelmező apróságok (a *De arte memoria* című könyvben) című írását olvasva arra gondoltam, hogy milyen egyszerű módon tehetem magam urává mindannak, amit a képzelet által felfedeztem. Ez a dolgoknak az okaikra való visszavezetésén keresztül történne. Mivel minden visszavezethető egyre, nyilvánvalóan nem szükséges minden tudományt megjegyezni. Ha az ember megérti az okokat, minden eltűnt képet könnyen újra megtalálhat az agyban az ok benyomása révén. Ez az emlékezés igazi művészete, és ez nyilvánvalóan ellentétes (Schenkel) ködös elképzeléseivel. Nem mintha az ő (művészete) hatás nélküli lenne, de túl sok dologgal és nem a megfelelő sorrendben foglalja el az egész teret. A helyes rend az, hogy a képek egymás függvényében alakuljanak ki. Ő (Schenkel) ezt kihagyja, ami az egész misztérium kulcsa.

Gondoltam egy másik módra is; arra, hogy a nem összefüggő képekből új, mindannyiukkal közös képeket kell összeállítani, vagy hogy egy olyan képet kell készíteni, amely nemcsak a hozzá legközelebb állóra, hanem mindegyikre utal - így az ötödiknek egy földre dobott lándzsán keresztül kell utalnia az elsőre, a középsőnek egy létrán, amelyen leereszkednek, a másodiknak egy rávetett nyílvezzőn keresztül, és hasonlóképpen a harmadiknak is valamilyen valós vagy fiktív módon kell kapcsolódnia [18].

Mint ahogyan ez a cikk is végigvonult, azt látjuk, hogy az emlékezés művészete, amelyet Simonidész okosan felismert, vagy más személy fedezett fel, ismét megragadta a képzeletét az ész korának egy másik nagy alakjának. Bacon és Descartes mint utolsó történelmi példák segítségével remélem, hogy legalább arról meggyőztem az olvasót, hogy az emlékezés



klasszikus művészete és annak számos leszármazottja döntő szerepet játszott a következőkben

Nyugati szellemi történelem és az életében sok kiemelkedő gondolkodók<sup>12</sup>. Térjünk most vissza e cikk eredeti céljához, és vizsgáljuk meg újra a "mi a tudományos módszer" kérdését.

A legtöbb tudós valószínűleg egyetért azzal az állítással, hogy a jó tudományos gyakorlat nagyrészt kitartást, elszántságot, kíváncsiságot, szisztematikus gondolkodást, türelmet és tapasztalatot feltételez. És gyanítom, hogy a legtöbben egyetértenek azzal is, hogy ezek közül a tulajdonságok közül sok más, nem tudományos területen is a siker kritikus meghatározói. Ezzel szemben a rossz tudományt a rendszerezés, a kíváncsiság hiánya, a türelmetlenség és a tapasztalat hiánya jellemezheti. És azt hiszem, a legtöbben egyetértenek abban, hogy ezeket a tulajdonságokat - ahogyan azt a cikk elején már említettem - egyszerűen úgy lehet elsajátítani, ha a tapasztaltabb kutatók irányításával részt veszünk a kutatás határterületein.

Az a megfigyelés, hogy a tudományos érettséget nagyrészt implicit, kulturális tudáson keresztül közvetítik, arra utal, hogy a tudományos módszer kialakulása nem egy különálló esemény volt. Ahogy a bevezetőben említettem, bizonyára számos példát tudunk felmutatni az elvi tudományos érvelésre jóval a 16<sup>th</sup> és 17<sup>th</sup> század előtt. Valójában nehéz lenne elképzelni, hogy a hipotézisek által vezérelt vizsgálat valamilyen korlátozott formában ne lett volna mindig is része az emberi társadalomnak. Az eredeti kérdés megfelelő újrakontextualizálása érdekében ezért helyesebbnek tűnik azt kérdezni, hogy "hogyan és miért gyorsult fel a tudományos módszer átvétele a 16<sup>th</sup> és 17<sup>th</sup> században?".

Kétségtelen, hogy a tudományos forradalom általánosan elfogadott elemei jelentősek voltak - a hipotézisek által vezérelt vizsgálatra épülő természettudományos vízió, a tudományos folyóirat létrehozása, a gazdag mecénások kritikus támogatása stb. De továbbra is kérdéses, hogy ezek a tényezők miért éppen ebben az időszakban nyertek teret, míg korábban nem. A tudományos eredmények kritikus tömege nélkül ezek a számunkra elemi és magától értetődőnek tűnő elvek a korszak egyedei számára meglehetősen absztraktnak tűntek volna. Mi motiválta volna egy olyan világnézet elfogadását, amely egy erősen filozófiai, metatudományos álláspontot képvisel a szisztematikus tudásszerzéssel szemben?

Kifejezetten ebben az összefüggésben, vagyis abban, hogy lendületet és inspiráló víziót adjon egy tudományos nézőpont széles körű elfogadásához, az emlékezés művészete véleményem szerint fontos szerepet játszott. Különösen a 17.<sup>th</sup> századi Európa kulturális és intézményi körülményei adnak választ arra a kérdésre, hogy miként tudott gyökeret verni az ész alapelveire vonatkozó filozófiai érvelés és a racionális gondolkodás felhasználása a természet megértéséhez egy olyan világban, ahol nem volt meg a mai tudományos infrastruktúra. Meggyőző érv szól amellett, hogy a tudományos gondolkodás egyik kritikus elősegítője az volt, hogy a 17<sup>th</sup> században kiemelkedő szerepet játszó két középkori emlékezeti iskola, az Aquinói Szent Tamás és a domonkos rend által megőrzött klasszikus művészet, valamint a ferencesek által megőrzött Ramon Lull módszere - a szerzetesek földrajzi rugalmassága miatt - Európa-szerte ismert lett volna. Így nemcsak a legújabb fejlemények lennének érthetőek az újonnan érkezők számára, például Bruno hibrid mnemotechnikai-lulliánus módszere vagy Leibniz hibrid mnemotechnikai-dialektikus módszere, hanem ezen túlmenően létezett egy sajátos technikakészlet, amelyet az ember a gyakorlatban is alkalmazhatott annak érdekében, hogy megértse a szorgalmazott nagyobb filozófiai elvek és világnézetek következményeit.

A hallgatók számára konkrét cselekvések nélkül, amelyekkel a hallgatóság foglalkozhat, nagyon valószínűtlennek tűnik, hogy a baconi perspektíva kellően nagy embercsoportot vonzott volna ahhoz, hogy intézményi vagy kulturális változást idézzen elő. Képzelnék el, hogy a 17. századi európai társadalom közepesen vagy akár magasan képzett tagja vagyunk. Ön részt vesz Bacon vagy valamelyik követője előadásán, amely az ész erényeiről és arról szól, hogy az emberiséget az szolgálja a legjobban, ha a legműveltebb és legtehetségesebb elmék a természettudományok felé irányítják erőfeszítéseiket. Még ha ezek a szavak meg is ihlették Önt, mi a következő lépés? Mi a következő *lépés*? Egy olyan világban, amelyben

ahol maga a túlélés is komolyabb vállalkozás volt, egy politikai instabilitástól sújtott kontinensen, ahol visszatérő járványok tizedelték a nagyvárosokat, elég valószínűnek tűnik, hogy az ember figyelmét erősen visszahúzta volna a gyakorlati realitások.

Másrészt nemcsak a mnemotechnikai módszer, a dialektikus módszer és Ramon Lull módszere hordozott magában analóg retorikai potenciált, hanem lassan a természeti világ tanulmányozására, a művészetek és a tudományok fejlesztésére is kezdtek irányulni. Ráadásul mindezek a módszerek olyan konkrét gyakorlatok voltak, amelyeket mindenki megértett volna, és amelyek inspiráló víziót nyújtottak arról, hogy mit lehet elérni a tudásszerzés szisztematikus, racionális megközelítésével. Ha valaki ismerte a mnemotechnikai módszert, majd megismerkedett Leibniz univerzális számításról alkotott elképzelésével, elvileg azonnal kísérletezni kezdhettek ezekkel az új elképzelésekkel, vagy legalábbis elmélkedhettek róluk, és megvitathatta őket másokkal. Az ember elaludhatna éjszakánként, lassan végigjárva több ezer memória-lokuszt, és elképzelhetné, hogy ahelyett, hogy Cicero szavainak memorizálására használnák, ugyanezek a lokuszok matematikai szimbólumok lehetnek, amelyek a természettudományok számítását kódolják. Ezek a *belső élmények* nagyhatásúak lehetnek, és ezért úgy vélem, hogy a 17<sup>th</sup> században a filozófiai változások egyik jelentős ágense a "módszer" általános fogalma volt, és különösen a klasszikus emlékeztetművészet leszármazottai.

Ha ezek a hatalmas szellemi képességek kizárólag a retorikára irányulnának, elképzelhető, hogy a jövőbeli tudományos intézményekre nem lenne hatással. A történelmi feljegyzések azonban mást mutatnak. Valóban, közel két évezred alatt azt látjuk, hogy az emlékezés művészete többszörös átalakuláson ment keresztül, és egyre inkább az általános tudás és a természeti elvek feltárása felé irányult. És a nyugati szellemi hagyomány néhány legnagyobb elméje szemében az emlékezés művészetét lényegesen általánosabb és sokoldalúbb dolognak tekintették, mint pusztán a memorizálás eszközének. Valóban, közel három évszázaddal a nyomdagép feltalálása után azt látjuk, hogy az emlékezés művészetét továbbra is vizsgálták, fejlesztették és tökéletesítették, a mnemonikus módszer, a dialektikus módszer, Ramon Lull módszere, Giordano Bruno mnemonikus-lulliánus módszere és Gottfried Leibniz mnemonikus-dialektikus módszere változatos megtestesüléseiben. És nemcsak azok az úttörők, akiket hagyományosan a tudományos módszer felemelkedésével hoznak összefüggésbe, Francis Bacon és Renes Descartes, voltak e "másfajta" módszerek jártas gyakorlói, hanem a szellemi intézmények további fejlődésére vonatkozó szemléletüket és elképzeléseiket is az emlékező művészetekre hivatkozva fogalmazták meg.

A korszak szellemi közegét úgy fogalmazhatjuk meg, ha felismerjük, hogy a "tudományos módszer" kifejezés valójában egy összetett szerkezet, amely a "tudományos" és a "módszer" szavakból áll. Ahogy a "szerves kémia" a kémia egy sajátos fajtája, amely különbözik a "fizikai kémiától", és ahogy a "kvantummechanika" a mechanika egy sajátos fajtája, amely különbözik a "klasszikus mechanikától", úgy a "tudományos módszer" egy sajátos fajta módszer, amely egy adott időpontban különbözött másfajta módszerektől, például a dialektikus módszertől, Ramon Lull módszerétől, a mnemotechnikai módszertől stb. Amint azt már kifejtettem, a tudományos gondolkodás mindig is része volt az emberi társadalomnak - ami a 17.<sup>th</sup> században történt, az az volt, hogy a tudományos gondolkodás összeolvadt a módszertani gondolkodással. Más szóval, a memória művészete volt az, ami a "tudományos módszerben" a "módszert" ihlette.

Bizonyos értelemben a Bacon, Descartes és mások által megfogalmazott elvek valamiféle utóhatása voltak annak, amit talán inkább "módszertani forradalomnak", mint "tudományos forradalomnak" kellene nevezni. A baconi iskola abban a helyzetben volt, hogy felmérhette azt a hatalmas szellemi átalakulást, amelyet az emlékművészetek különféle megnyilvánulásai hoztak létre, és ezek az írások arra szolgálnak, hogy a "módszer" széles körben elterjedt

gyakorlatai által megtestesített alapvető tulajdonságokat desztillálják, és ezeket az erőfeszítéseket még erőteljesebben a természetes

tudományok. De a mnemotechnikai módszer és számos leszármazottjának előzményei nélkül ez a szemlélet talán közel sem lett volna olyan hatásos.

## **A MEMÓRIA MŰVÉSZETE ÉS A MATEMATIKAI MÓDSZER FEJLŐDÉSE**

Remélem, sikerült meggyőzőnöm az olvasót arról, hogy az emlékezés művészete milyen jelentős hatást gyakorolt a nyugati szellemtörténetre<sup>12</sup>. Ez a gyakorlat nagyon sok intézmény és kulturális mozgalom alapját képezte, a görög és római retorikai tanítványoktól és államférfiaktól az ókorban, a ferences és domonkos szerzetesektől a középkorban, a természetfilozófusoktól és a tudományos úttörőktől a 17.<sup>th</sup> században. Egy olyan eszme, amely oly mélyen fenntartotta és táplálta a nyugati civilizációt, igazán méltóságteljesen távozott.

De talán a történelemnek most van itt az ideje, hogy újragondoljuk az értékét, és a cikk hátralévő részében azt vizsgálom meg, hogy az emlékezés művészete milyen szerepet játszhatott a matematikai gondolkodás fejlődésében. Különösen Gottfried Leibniz projektjét fogom megvizsgálni, amelynek célja egy olyan *univerzális számítás* megalkotása volt, amely a tudás minden területén feloldaná a logikai konfliktusokat. Ebben a fejezetben elsődleges célom, hogy megpróbáljam mélyebben megérteni Leibniz kutatási programjának részleteit, és különösen, hogy megpróbáljam megfogalmazni azt, ami a modern matematikusok számára meglehetősen sajátosnak tűnik a mnemotechnika és a fogalmi absztrakcióban rejlő lehetőségekről alkotott meggyőződéseket. Útközben - bizonyos értelemben megpróbálom úgy látni a világot, ahogy Leibniz vagy valamelyik követője látná - a következőkkel fogok érvelni:

- A mnemotechnika és a matematika alapvető tulajdonsága, hogy a fogalmak szimbolikus reprezentációi.
- Egy olyan korban, amikor a matematikai gondolkodás lényegesen kevésbé volt fejlett, és különösen, amikor a matematikának sokkal kevesebb természettudományos alkalmazása volt, a mnemotechnika és a matematika közötti különbség meglehetősen csekélynek tűnhetett.
- Leibniz különösen az infinitezimális számtannal kapcsolatos munkáját tekinthette egyszerűen "játékproblémának" az egyetemes számtan sokkal nagyobb víziójában, amelyben a mnemotechnika döntő szerepet játszott volna az összes emberi tudás szimbolikus reprezentációjának megteremtésében. Vagyis a mnemonikára úgy tekintettek, mint a fizikai elméletek lehetséges alapjára, a hagyományosabb matematika mellett.
- Ezzel szemben a fizikai jelenségek matematikai elméleteinek kutatására irányuló motiváció a mnemotechnika, és különösen Giulio Camillo mnemotechnikai színháza, Bruno hibrid mnemotechnikai-Lullianus módszere és Leibniz hibrid mnemotechnikai-dialektikus módszere révén nyerhetett további lendületet. Más szóval, még ha a mnemotechnikai módszer végül nem is vezetett fizikai modellekhez, volt egy széles körben elterjedt vízió és óriási bizalom abban, hogy egy napon ez meg fog valósulni. Ez a jövőkép talán hozzájárult ahhoz, hogy felgyorsult az érdeklődés a fizikai jelenségek modellezésére irányuló matematikai megközelítések iránt.
- A 17.<sup>th</sup> században a matematikával szorosan összefüggő mnemotechnika víziója újszerű támadást nyújthat számunkra a "mi a matematika?" vagy "miért lehet a matematikát a természeti jelenségek modellezésére használni?" alapvető kérdésekre.

Olyan korban élünk, amikor a matematika és a természettudományok olyan mértékben fejlődtek, hogy képesek vagyunk olyan fogalmi megkülönböztetésekre, amelyek még a néhány évszázaddal ezelőtti legfejlettebb elmék számára is teljesen idegenek voltak. A matematikai kutatók az analízist, az algebrát és a topológiát egyértelműen elkülönülő

témákként kategorizálás, amelyekből olyan területeken végzett interdiszciplináris munka származhat, mint az algebrai topológia vagy az analitikus számelmélet. A hivatásos tudósok gyakran megjegyzik, hogy az elméleti fizika és a matematikai fizika "teljesen különböző bolygókon" helyezkedik el - a megkülönböztetést gyakran az okos egyetemisták is nehezen tudják értékelni, nem is beszélve a több évszázaddal ezelőtti tudósokról, amikor még a legprimitívebb

a modern fizika alapjául szolgáló fogalmak a formalizálás kezdeti szakaszában voltak.

A modern korban olyan sok példát láttunk a matematikai sikerekre, mind a tiszta matematika gazdag fogalmi struktúráiban, mind a matematika fizikai tudományokban való alkalmazásában, hogy szem elől téveszthetjük azt a tényt, hogy talán volt idő, amikor joggal merült fel némi kétség magának a matematikának mint vizsgálódásra érdemes témának a hosszú távú életképességével kapcsolatban. A mai világot olyan alapvetően átírták a matematika sikerei, a kvantumelektrodinamika és az általános relativitáselmélet világrengető pontosságától kezdve az internet, az orvosi képalkotás és az autonóm járművek társadalomátalakító potenciáljáig, hogy könnyen elfelejtjük feltenni a kérdést, hogy miért *működik egyáltalán* a matematika a természeti jelenségek leírásában. És egy korábbi korszakban, amikor a természettudományok matematikai sikereire jóval kevesebb példa volt, vajon mik lehettek azok a versengő gondolkodási irányzatok, amelyekbe a tudós elmék egyébként befektethették volna erőfeszítéseiket?

"A matematika ésszerűtlen hatékonyságáról a természettudományokban" című cikkében Eugene Wigner fizikus és a kvantummechanika úttörője a következőket írja:

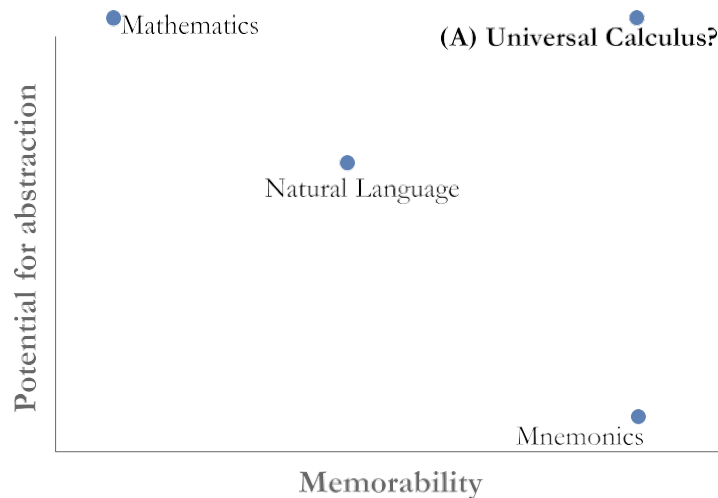
Az e kérdésekről elhangzottak többsége nem lesz újdonság; valószínűleg a legtöbb tudósnak már eszébe jutott valamilyen formában. Fő célom az, hogy több oldalról is megvilágítsam. Az első pont az, hogy a matematika hatalmas hasznossága a természettudományokban a rejtélyesség határát súrolja, és hogy nincs rá racionális magyarázat. Másodszor, éppen a matematikai fogalmaknak ez a hátborzongató hasznossága az, ami felveti fizikai elméleteink egyediségének kérdését. Az első pont megállapításához, vagyis ahhoz, hogy a matematika indokolatlanul fontos szerepet játszik a fizikában, hasznos lesz néhány szót ejteni arról a kérdéstről, hogy "Mi a matematika?", aztán arról, hogy "Mi a fizika?", majd arról, hogy a matematika hogyan kerül be a fizikai elméletekbe, végül pedig arról, hogy miért tűnik olyan zavarba ejtőnek a matematika sikere a fizikában betöltött szerepében [22].

Wigner egyik érdekes hipotézise szerint a matematika sikere a mai tudományban részben szelektív elfogultságnak köszönhető. Azaz, tudósként - némileg szükségszerűen - a fizikai jelenségek egy olyan részalmazát vizsgáljuk, amely matematikai leírásra alkalmas. Annak megértéséhez, hogy a matematikai gondolkodás, és különösen annak a természettudományokban betöltött szerepe hogyan tudott gyökeret verni, érdemes megvizsgálni a matematika legáltalánosabb tulajdonságát, nevezetesen azt, hogy a fogalmak ábrázolására szolgáló szimbolikus ábécé. Az értekezés további részében abból a megfigyelésből indulok ki, hogy az emlékezés művészetét is a fogalmak ábrázolására szolgáló szimbolikus ábécének kell tekintenünk. Bár az ókorban talán nem ezt a nézőpontot vették figyelembe, az emlékezés művészetének reneszánsz átalakulásában és Giulio Camillo emlékezetsházájában látjuk kialakulni azt a világgépet, hogy a mnemotechnikai képek felhasználhatók magának a valóság szerkezetének ábrázolására, más szóval a *fizikai elméletek lehetséges alapjaként*. Következésképpen feltételezem, hogy egy olyan korban, amikor a matematikai modellezés és a szimbolikus reprezentáció fogalma még gyerekcipőben járt, a mnemotechnikai módszer emlékezetpalotái és maga a matematika közötti különbséget meglehetősen kicsinek tekinthették, vagy inkább olyan hasonlóságot hordozott, mint amelyet egy modern matematikus az analízisnek és az algebrának tulajdonít, vagy egy fizikáról szóló tanulmányban szereplő matematikai levezetés és ugyanannak a rendszernek a számítógépes szimulációja között. Vagyis a szimbolikus rendszerek e két formája elég közös volt ahhoz, hogy ésszerű dolog lett volna szembeállítani őket, és az egyik használatát a másikkal szemben szorgalmazni. Lényegesen különbözőbb dolgok esetében ez teljesen felesleges lenne - nem kell támogatni, hogy a padlósöpréshez seprút használjunk alma helyett, de lehet, hogy kiabálni kellene valakivel, aki felmosóröngyöt akar használni.

Azért vetem fel ezt a kérdést, mert úgy vélem, hogy újszerű megközelítést kínál a



"Mi a matematika?" vagy "Miért lehet a matematikát fizikai jelenségek leírására használni?" kérdésre. Tegyük fel, hogy a szimbolikus rendszereket aszerint szeretnénk összehasonlítani, hogy milyen mértékben rendelkeznek két különböző tulajdonsággal - az emberi emlékezetet segítő képességgel és a fogalmi absztrakció egymást követő rétegeinek felépítésére való képességgel. Egy ilyen skálán úgy képzelnénk el, hogy a mnemotechnikai módszer szimbólumai rendkívül magas fokú megjegyezhetőséggel, de alacsony absztrakciós képességgel rendelkeznek, míg a szokásos matematika szimbólumai magas fokú eredendő potenciállal rendelkeznek a fogalmi absztrakcióra, de mérsékelt alacsony eredendő tendenciával a pontos felidézésre. Úgy tűnik, hogy az emberi természetes nyelv mindkét skálán valahol a mnemotechnikai módszer és a matematika között helyezkedik el (lásd a 2. ábrát).



**2. ábra.** Rajzos ábra, amely bemutatja, hogy a különböző szimbolikus rendszerek hol helyezkednek el a megjegyezhetőség és a fogalmi absztrakció lehetőségei szempontjából. A jobb felső (A) pont egy olyan hipotetikus rendszert jelöl, amely a mnemotechnika nagyfokú megjegyezhetőségét a matematika absztrakciós potenciáljával ötvözi - pontosan azt, amit Leibniz az univerzális számítással próbált elérni.

Ezután feltehetjük a kérdést, hogy a grafikonon milyen más pontok lehetnek. Különösen, lehetséges-e olyan szimbolikus rendszert kifejleszteni, amelynek eredendően megvan az a képessége, hogy segítse az emberi memóriát, mint a mnemotechnika, de amely a matematikához hasonlóan az absztrakció számos egymást követő rétegének felépítésére is képes? Úgy vélem, hogy Leibniz pontosan ezzel a kérdéssel foglalkozott, amikor megfogalmazta az univerzális számítás fogalmát. Emlékezzünk vissza, hogy az univerzális kalkulus napirendje az volt, hogy először egy enciklopédiát építsünk fel, a dialektikus módszerhez hasonlóan, majd minden egyes fogalomhoz jelképet rendeljünk. Leibniz azonban nagyon is tisztában volt a mnemotechnikai módszer fogalmi interferenciát generáló, problematikus mellékhatásaival kapcsolatos vitákkal, és a kínai és az egyiptomi ábécét tekintette lehetséges inspirációs forrásnak arra vonatkozóan, hogy miként tudná megtartani a mnemotechnikai módszer memóriasegítő tulajdonságait, miközben kiküszöbölné a bonyolult és fantasztikus képekben rejlő szükségtelen fogalmi interferenciát.

Leibniz vízióját igazán romantikusnak és gyönyörűnek találom, de mégis van bennem egyfajta szkepticizmus is, hogy működött volna. Tegyük fel például, hogy a dialektikus hagyományban létrehozunk egy strukturált listát a békákra vonatkozó összes biológiai tudásról. Ahogy Ramus tanácsolja, a legáltalánosabbtól kezdve a legkonkrétabb felé haladva rendszerezük az információkat. Most Leibniz nyomán megpróbálunk szimbolikus reprezentációt létrehozni minden egyes ilyen fogalomhoz (emlékezzünk vissza a korábban említett példára, amikor a predikátumokat prímszámokhoz társítottuk). Vajon végül egy "békakalkulushoz" jutnánk? Ezt nehéz elképzelni, mégis úgy tűnik, hogy valami ilyesmit

próbált Leibniz ~~elérni~~ fejleszteni. Lehetséges, hogy a korszak gondolatmenetéből eleget felejtettünk ahhoz, hogy amit itt írtam, az Leibniz programjának félreértelmezése. Ebben az esetben úgy tűnik, hogy ez érett takarmánynak tűnik.

további történeti munkára van szükség az elsődleges források újbóli vizsgálatához, hogy megértsük, miért volt Leibniz, egy olyan ember, aki éppen akkor alkotta meg a világ egyik legerősebb matematikai struktúráját, rendkívül optimista abban a tekintetben, hogy a hibrid mnemotechnikai-dialektikus módszerre épülő univerzális számítás a fogalmi absztrakció és az előrejelzés képességének hasonló szintjét eredményezte volna, mint az infinitezimális számítás. A következő ihletett szavakban látjuk, hogy Leibniz milyen buzgalommal követte ezt az elképzelést:

Találmányom az ész minden funkcióját tartalmazza: bírálja a vitáknak; értelmezője a fogalmaknak; mérleg a valószínűségek mérlegelésére; iránytű, amely végigvezet minket a tapasztalatok óceánján; leltár a dolgokról; gondolatábrázolat; mikroszkóp a dolgok közeli vizsgálatára; ártatlan varázslat; nem kimérai kabbala; írás, amelyet mindenki a saját nyelvén olvashat; és végül egy olyan nyelv, amelyet néhány hét alatt megtanulhatunk, és amely gyorsan utazik a világon, és magával viszi az igaz vallást, bárhová is megy [23].

Feltételezve egyelőre, hogy Leibniz hibrid mnemotechnikai-dialektikus módszere valószínűleg nem adott alkalmat egy univerzális számtan létrehozására, ahogyan az ő matematikai munkássága adott alkalmat az integrál- és differenciálszámításra, hadd fogalmazzak meg egy kérdést, amely szerintem egy alternatív megközelítést jelent a "mi a matematika?" vagy "miért lehet a matematikát a természeti jelenségek leírására használni?" kérdésekre. A kérdés a következő: miért megy tovább a matematika ott, ahol Leibniz hibrid mnemonikus-dialektikus módszere megáll? Vagyis úgy tűnik, mintha mind a matematika, mind a mnemotechnika osztozna abban a központi tulajdonságban, hogy a fogalmak szimbolikus reprezentációi, azonban a matematikában az absztrakció egymást követő rétegeinek felépítésére rejlő látens potenciál végtelen, míg a mnemotechnika esetében, még akkor is, ha egy dialektikusan szervezett enciklopédia logikai struktúrájával együtt használják, úgy tűnik, mintha nem igazán indulna el. Pedig a tudományos forradalom legnagyobb elméi közül néhányan - különösen Gottfried Leibniz, de Rene Descartes is - rendkívül bíztak abban, hogy a mnemotechnika pontosan azt a fajta fogalmi erőt fogja megteremteni, amit végül a matematika adott nekünk, és amire akkoriban még csak kevés bizonyíték volt.

Van egy nyilvánvaló hipotézis arra vonatkozóan, hogy a mnemotechnika miért nem rendelkezik a matematika absztrakt potenciáljával, amely szerintem végső soron nem állja meg a helyét, de mindenképpen érdemes megvizsgálni. Amint azt a cikk során már kifejtettem, a mnemotechnika egyik problematikus jellemzője a beépített fogalmi interferencia, amelyet a technikák eredményeznek. Valójában úgy tűnik, hogy a fogalmi interferencia pontosan az, ami lehetővé teszi, hogy ilyen pontossággal emlékezzünk a részletekre. Tegyük fel, hogy emlékezni akarok arra, hogy a "macska" melléknév azt jelenti, hogy "macska tulajdonságokkal rendelkezik". Létrehozhatok egy olyan mnemotechnikai rendszert, amely a "fe" előtag hangját használja fel, hogy a vas elemre emlékeztessen, és elképzelhetek egy hatalmas vasmacskát, esetleg két hatalmas vasmacskát, amint egy nagy vaskapu két oldalán áll, amely egy nagy palota bejáratánál áll, és amelyben sok macska áll "sorban", hogy meglátogassa. Ezt az asszociációt felhasználva eszembe jut, hogy a "macska" jelentése "a macska tulajdonságaival rendelkező". Maga a mnemonikus kép azonban nagyrészt olyan információkból áll, amelyek nagyrészt irrelevánsak a macskákkal kapcsolatos bármivel kapcsolatban, így ez a kép alapvetően hihetetlenül félrevezető, bár úgy tűnik, agyunk rendelkezik azzal a figyelemre méltó képességgel, hogy a mnemonikus képben szereplő információk túlnyomó többségét figyelmen kívül tudja hagyni. Nem valószínű, hogy ennek a bizonyos mnemotechnikai képnek a használata miatt kezdeném azt hinni, hogy a macskák képesek sorban állni, vagy hogy vannak macskáknak szentelt paloták.

Úgy tűnik tehát, hogy a mnemotechnika a szó és a tárgy közötti homályos és fantasztikus kapcsolatok kihasználásával nyeri el erejét, és bár ez segítheti a memóriát, ugyanakkor gátolhatja a további fogalmi lehetőségeket. Valójában, ahogyan azt korábban leírtam a

a cikk szerint pontosan ezt az ellenvetést vetették fel Ramus és tanítványai, a dialektikus módszer hívei. Természetesen az ő ellenvetésük nem kizárólag intellektuális jellegű volt - az volt, hogy a mnemotechnikai módszer alkalmazása tisztátalan képekkel szennyezi be az elmét, és ez megrontja az ember szellemi karakterét. Úgy tűnik azonban, hogy más értelmiségiek számára teljesen világi okai lettek volna a mnemotechnikai módszer használatának, és a fogalmi interferencia volt az alapja ennek az ellenvetésnek.

Következtethetünk tehát arra, hogy a mnemotechnika azért nem éri el a matematika fogalmi kapacitását, mert a mnemotechnika információtartalmát a megjegyzendő központi fogalomhoz képest periférikus fogalmak uralják? Ez lehetséges, azonban érdemes megemlíteni, hogy maga a standard matematikai jelölés is tartalmaz némi fogalmi interferenciát, bár lényegesen kevesebbet, mint a mnemonika. Például a kvantummechanikában gyakran jelöljük a rendszer sűrűségmátrixát a  $\rho$  szimbólummal. A  $\rho$  szimbólum kerek - ez azt jelenti, hogy maga a sűrűségmátrix is kerek? Természetesen nem, ez csupán egy szimbólum, és ugyanúgy ábrázolhatnánk  $\psi$ ,  $\Phi$  vagy  $\div$  jelekkel is. A valószínűségi eloszlásokat gyakran jelölik  $\pi$ -vel. Ez azt jelenti, hogy valamilyen mély kapcsolatuk van a kör kerületének és átmérőjének arányával? Természetesen megint csak nem, de ebből a példából világosan látszik, hogy a matematikai jelölés is okozhat fogalmi interferenciát, bár lényegesen kisebb mértékben, mint a mnemotechnikai módszer kidolgozott díszletei.

Mielőtt lezárnám ezt a vitát, hadd fogalmazzam meg újra az elsődleges célokat ebben a szakaszban. A modern értelmiségiek számára rendkívül furcsán hangzik Leibniznek az a programja, hogy a mnemonikus-dialektikus módszerrel megkonstruálja az egyetemes számítást. Hogyan hozhatnának létre a mnemotechnikai képek akár fogalmi absztrakciót, akár előrejelző erőt, ha ezek egyszerűen csak egy-egy térképek valamilyen tények listájából? És mégis úgy tűnik, mintha ez a nézet elég nagy támogatást kapott volna a 17.<sup>th</sup> században. Különösen figyelemre méltó, hogy Leibniz, aki az elit társaságban áll azzal, hogy kifejlesztette az infinitezimális számítást, a korszak gondolkodói közül a legnagyobb önbizalommal rendelkezett - meglepő lenne, ha az ezzel a projekttel szembeni nyilvánvaló ellenvetések elmaradtak volna tőle. Ezért úgy vélem, hogy a "miért van a matematikának közel végtelen fogalmi absztrakciós képessége, míg a mnemotechnika nem?" kérdés újszerű, és új perspektívát nyújthat a matematika alapjainak néhány régóta fennálló kérdésének megtámadásához. Talán ha megpróbáljuk világképünk számos implicit feltevését explicit módon megfogalmazni, felfedezhetünk valami újszerűt és gyakorlati jelentőségű dolgot a kortárs intellektuális kérdésekben.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani Michael Rosen-nek, Aaswath Raman-nak és Doug Bemis-nek az értő beszélgetésekért és a kézirat kritikus olvasásáért.

## MEGJEGYZÉSEK

<sup>1</sup>Joshua Foer *Holdása Einsteinnel* című memoárja briliáns és magával ragadó első személyű beszámoló a "versengő memóriakörről", ahol számos ilyen gondolat még mindig él [6].

<sup>2</sup>Cikkében a "helyek és képek módszere", az *ars memorativa* és a "loci módszere" kifejezéseket többé-kevésbé felcserélve fogom használni.

<sup>3</sup>Ezek az idézetek Arisztotelészre utalnak.

<sup>4</sup>Természetesen Magnus is utal erre a gondolatra az előző idézetben: "Azok, akik visszaemlékezni akarnak (vagyis akik valami spirituálisabb és intellektuálisabb dolgot akarnak tenni, mint pusztán emlékezni) . . ."

<sup>5</sup>Lull kifejlesztett egy másik, inkább a klasszikus művészetre emlékeztető módszert,

---

amelyben a különböző ismeretágakat fákra kellett szervezni. Ellentétben a kombinatorikus

kerekék, ezek a fa-szerű struktúrák közvetlenebb módon tették volna lehetővé a memóriát. Mégis úgy vélem, hogy Yatesnek és Rossinak egyaránt igaza van abban, hogy Lull munkáját az *ars memorativa* vonalába sorolja. Először is, még ha a kombinatorikus kerekék nem is tették volna lehetővé az emlékezést, Lull napirendje egyértelműen jelentős módon helyezte előtérbe az emlékezést - így vagy úgy, de egy törekvő gyakorlónak jelentősen fejlesztenie kellett az emlékezetét ahhoz, hogy ezeket a technikákat használni tudja. Ha a cél egyszerűen a fogalmak egy adott csoportjának összes lehetséges kombinációjának felsorolása volt, miért nem lehetett ezt egyszerűen papírlapokon, pergameneken vagy szöveten megtenni? Világos, hogy Lull úgy vélte, hogy a memória alapvető fontosságú a keresztény gondolkodás logikai lényegére való redukálásának hosszú távú elképzeléséhez, és ezt a folyamatot az teszi lehetővé, ha a gyakorlók a különböző fogalmakat koncentráltan, meditatív módon tartják fejben. De ami még ennél is fontosabb, a 17.<sup>th</sup> század és a tudományos módszer megjelenésének megértésében Lull kombinatorikus kerekéi jelentős szerepet játszanak majd a későbbi erőfeszítésekben, amelyek célja az emlékezetről szóló versengő gondolkodási iskolák áthidalása volt.

<sup>6</sup>Ez a megfogalmazás kísértetiesen ismerősen hangzik számunkra - valójában a matematika természettudományokban való felhasználásának egyik módja pontosan ez lenne, nevezetesen, hogy a matematika egy olyan rendszer, amely szimbolikus ábrázol bizonyos, a természetben eredendően jelenlévő összefüggéseket, hogy e tisztán szimbolikus ábrázolások manipulálásával modellezhessük magát a természetet. Erre a gondolatra a matematikai gondolkodás 17. századi fejlődéséről szóló utolsó részben térek vissza.<sup>th</sup>

<sup>7</sup>Yates és Rossi véleményétől kissé eltérve Leibniz és Ramus párosításával. Különösen Leibniz és Giordano Bruno törekvéseinek összehasonlításakor tartom szemléletesnek, hogy a brünni mnemotechnika hibrid mnemotechnikai-lulliánus módszerként, Leibniz módszere pedig hibrid mnemotechnikai-dialektikus módszerként szerepel. Ettől az összehasonlítástól eltekintve e cikk elsődleges célja nem ezen a konkrét névválasztáson nyugszik.

<sup>8</sup>Egy példa segíthet szemléltetni Leibniz nézeteit arról, hogy mit jelent a tudás logikai strukturálása. Az egyik elsődleges köztes cél, amely Leibniz reményei szerint végül egy univerzális kalkulushoz vezethet, az volt, hogy egy adott predikátum összes lehetséges alanyát meghatározzuk, és fordítva, egy adott alany esetében az összes lehetséges predikátumot. Hogy ezt az enciklopédikus vagy dialektikus célt áthidalja a szimbolikus kalkulus fogalmával, Leibniz azt javasolta, hogy a lehetséges predikátumok előre meghatározott sorrendjének rögzítése után minden predikátumhoz hozzárendelhetjük a megfelelő prímszámot (a rögzített sorrendhez képest). Ezután egy olyan alanyhoz, amely bizonyos számú predikátumot teljesít, a megfelelő prímszámok szorzatával egyedileg hozzárendelhetünk egy természetes számot. Lásd például [5; 178-179. o.].

<sup>9</sup>Stephen Wolfram a "Dropping in on Gottfried Leibniz" című gyönyörű esszéjében (<http://blog.stephenwolfram.com/2013/05/dropping-in-on-gottfried-leibniz>) tárgyalja Leibniznek a notációval való foglalkozását.

<sup>10</sup>Schenkel egy 17<sup>th</sup> századi memóriaelmélet-elméletíró volt.

<sup>11</sup>Az olvasó számára világosnak kell lennie, hogy ebben a cikkben figyelmemet teljes mértékben az Európában bekövetkezett fejleményekre összpontosítom. Nem akarom azt sugallni, hogy máshol ne történtek volna jelentős erőfeszítések az emlékezés művészetében. Valóban, Indiában hihetetlenül gazdag hagyománya van a memóriaművészeteknek, és fontos vizsgálati irányvonal lenne annak megállapítása, hogy a világszerte kialakult számos skolasztikus hagyományban voltak-e olyan fejlemények, amelyek párhuzamosan haladtak a Nyugat-Európában kibontakozókkal, különösen a szimbolikus ábrázolást, és nem egyszerűen az ismétlésen keresztüli memorizálást magában foglaló mnemotechnikai technikák és módszerek tekintetében.

<sup>12</sup>Itt szeretném megemlíteni Mary Carruthers fontos munkáját, akinek a középkori európai kultúrában az emlékezés művészetéről szóló munkái nélkülözhetetlen hivatkozások a témában [19-21]. Az emlékezés művészetének számos korábbi újításával, amelyet ebben a

cikkben tárgyalok, az ő munkája jelentős mélységben foglalkozik, én pedig egyszerűen azért döntöttem úgy, hogy Yates és Rossi feldolgozásaira összpontosítok, mert azok szorosabban kapcsolódnak a tudományos forradalom előtti és alatti eseményekhez.



## HIVATKOZÁSOK

- [1] -: Tudományos módszer [Def. 1]. (n.d.).  
Oxford English Dictionary Online, 2013,  
<http://www.oed.com>, visszakeresve 2013.  
május 16-án,
- [2] Nielsen, M.: *Reinventing Discovery: The New Era of Networked Science*.  
Princeton University Press, Princeton 2011,
- [3] -: *A tudományos módszer meghatározása*.  
Szerkesztőségi cikk. *Nature Methods* **6**(4),  
237, 2009,  
<http://dx.doi.org/10.1038/nmeth0409-237>,
- [4] Yates, F.A.: *Az emlékezet művészete*.  
Routledge and Kegan Paul, London 1999,
- [5] Rossi, R.: *A logika és az emlékezés  
művészete*.  
University of Chicago Press, Chicago 2000,
- [6] Foer, J.: *Holdszéta Einsteinnel*.  
Penguin, New York, 2011,
- [7] Cicero: Cicero: *De oratore*.  
II, lxxxvi. o. és 351-354. o. Idézi [4; 3-4. o.].
- [8] Magnus, A.: *Opera omnia*.  
Szerkesztette Borgnet, A. Párizs, 1890, 97. oldal. Idézi [4; 82. o.],
- [9] Quaestio XLIX: articulus I, *Utrum memoria sit pars Prudentiae*.  
idézi [4; 67. o.],
- [10] Erasmus: *Epistolae*.  
Szerkesztette Allen, P.S. et al. p.IX. és pp.29-30. Idézi [4; 132. o.],
- [11] Ramus, P.: *De religione Christiana*.  
Frankforti cd., 114-115. o., 1577. Idézi [4; 236. o.],
- [12] de Ravenna, P.: idézi [5; 22. o.].
- [13] -: Algoritmus [Def. 2]. (n.d.).  
Oxford English Dictionary Online, 2013,  
<http://www.oed.com>, 2013. május 16-i  
lekérdezés,
- [14] Spampanato, V., szerk: *G.B.*  
Firenze, 1933. 84-85. o. Idézi [4; 200. o.],
- [15] Leibniz, G.W.: *Opusculum et fragments inédits de Leibniz*.  
Szerkesztette Couturat, L. Alcan, Párizs, 1903. 27-28. o., Párizs. Idézi [5; 174-175. o.],
- [16] Klein, J.: *Francis Bacon*.  
In Zalta, E.N., szerk: *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Winter 2012 Edition,
- [17] Bacon, F.: *De augmentis scientiarum*. 5<sup>th</sup> kiadás.  
Összegyűjtötte és szerkesztette Spedding, J. 649. o. Idézi [4; 371. o.],
- [18] Descartes, R.: *Cogitationes privatae*.  
Szerkesztette Adam, C. és Tannery, P. *Œuvres de Descartes X*. Vrin, Párizs, 1996, 230. o., 1996.  
Idézi [4; 373-374. o.],
- [19] Carruthers, M.: *Az emlékezet könyve: A Study of Memory in Medieval Culture*.  
Cambridge University Press, Cambridge, 2008,  
<http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781107051126>,
- [20] Carruthers, M. és Ziolkowski, J.M., szerk. *Az emlékezet középkori mestersége: An  
Anthology of Texts and Pictures*.  
University of Pennsylvania Press, Philadelphia, 2004,
- [21] Carruthers, M.: *A gondolkodás mestersége: Méditáció, retorika és a képalkotás, 400-  
1200*.



- [22] Wigner, E.P.: Wigner: *A matematika ésszerűtlen hatékonyságáról a természettudományokban*. Communications on Pure and Applied Mathematics **13**(1), 1-14, 1960, <http://dx.doi.org/10.1002/cpa.3160130102>,
- [23] Leibniz, G.W.: *Sämtliche Schriften und Briefe herausgegeben von der Preussischen Akademie der Wissenschaften*. Szerkesztette Ritter, P. et al. Darmstadt, I. és II. és 167-169. o., 1923. Idézi [5; 191. o.].