

Pléh Csaba

Közép-európai Egyetem, Budapest

tanulmány

Kulturális rendszerek elsajátítása és használata: Az olvasás az agy, a kultúra és a web között¹

Az ember kognitív tevékenységét számos kulturális rendszer teszi lehetővé, illetve irányítja. A mai evolúciós irányultságú kognitív pszichológia ezeket a rendszereket nem egyszerűen a 'magas kultúra' és az iskoláztatás konstruált következményeinek tartja, hanem olyan, beállítást és egyéni élet során történő stabilizációt igénylő reprezentációs fordulatok (Donald, 2001) eredményeinek, melyek az ember biológiai alapú szocialitásának és a kultúra önkényeit elfogadó természetes pedagógiai hozzáállásának (Csibra és Gergely, 2007) a következményei. A természetes nyelv mint egyetemes rendszer lehetővé teszi nemcsak a távoli dolgokról való kommunikációt, hanem a nem közvetlenül észlelt tudások elsajátítását, a Russell értelmében vett kettős episztemológia (érzékelésen és leírásen alapuló tudás) megjelenését is. A nyelv mint elsődleges kulturális rendszer egyszerre ad számunkra kódokat és általános, illetve specifikus tudásokat. Ugyanaz érvényes a másodlagos kulturális rendszerekre, az írás/olvasás, számolás, zene stb. rendszereire is. A dolgozatban elsősorban az olvasásra és a webalapú tudásszervezésre összpontosítva bemutatom ezeknek a másodlagos rendszereknek néhány feszítő jellemzőjét, melyek a kognitív kutatás és a szervezett oktatás közös kérdéseibe helyezik őket. A másodlagos rendszerek, miközben lassan alakulnak ki az egyénnél, működésükben ugyanolyan gyorsak és hatékonyak, mint az észlelés elsődleges rendszerei. Miközben nincsenek evolúciósan kialakult előre specializált moduláris idegrendszeri „központjaik”, egy idegrendszeri újrahasonosítás (Dehaene, 2009) révén megtalálják a működésükhöz optimális agykérgi rendszereket.

Három dolgot szeretnék hangsúlyozni. Elsőként, a konferencia általános témájának megfelelően, megpróbálom az olvasás, illetve a nyomtatás és az írás rendszerét elhelyezni a kulturális rendszerek világában, lehorgonyozva őket az eredetű kutató antropológiához. Ezután összefoglalom, mit tudunk ma arról, hogy ez a kulturálisan különlegesen kialakult rendszer, az olvasás és az írás rendszere, hogyan is képződik le az agyban. Ehhez kapcsolódva: mennyire tekinthető példának vagy paradigmának az, ahogy az olvasást megvalósítja az emberi agy? Hogyan képes az evolúciósan sok

százezer évvel ezelőtt stabilizálódott emberi agy kulturális neo-formációkat kialakítani, az új, az emberiség által kialakított kulturális rendszerekre sajátos, új kapcsolati hálózatokat kibontakoztatni? Harmadik mozzanatként arról fogok beszélni, hogy mi mindent tudunk arról, hogyan változnak olvasási szokásaink az új, internetes világban élve, s milyen lehetséges következményei vannak ennek az átalakulásnak. Valóban igaz-e az, hogy felületesen olvasunk, s mit tudunk arról, hogy a fiatalok hogyan is olvasnak hipertexteket? Mindennek van-e már valamilyen köze vagy kapcsolata ahhoz, amiről az előadásom közepén spekulálgatok, hogy milyen neurális rendszerek valósítják meg az olvasást?

A modern kognitív pszichológia lassan fél évszázada, Allan Newell (1980, 1989) és Anderson (1983) munkái óta beszél az emberi gondolkodásról, mint amit architektúrák sajátos rendszere valósít meg. Architektúrán azt értjük, hogy viszonylag stabil információkezelő rendszereink vannak, amelyekben az egyedített tudások mint egyedi (*tegnap este a Vera...*) vagy éppen mint ismétlődő események (*az orosz katonák...*) mintegy tematikus polcokon rendszerezve helyeződnek el (Newell és Simon, 1982). Az architektúráknak egy egyszerre antropológiai és evolúciós elméletét dolgozta ki Merlin Donald (2001). Donald eredetileg neuropszichológus volt Torontóban, és nagyon sokat foglalkozott betegekkel. Az ebből eredő tudását kapcsolta össze azután egy olyan hagyománnyal, amely sokak számára ismerős, noha nem nagyon szoktuk hozzákapcsolni az emberi ismeretrendszerek kulturális kibontakozásához, a kanadai filozófus Marshall McLuhan (1964) kialakította provokatív kommunikációs kutatási hagyománnyal. Donald gondolatmenete szerint a gondolati leképezés (reprezentáció) rendszerei együtt alakulnak és kéz a kézben működnek a kommunikáció rendszereivel. Az emberré válás során, mintegy megszűntetve megőrző módon alakultak ki különböző megjelenítési architektúráink, amelyek egyúttal kommunikációs architektúrák is, mint az 1. táblázat összegzi.

1. táblázat. Donald (2001) koncepciója a reprezentációs rendszerek és kultúrák változásáról, kiegészítve a mai információhordozókkal

Kultúra neve	Faj, korszak	Emlékezeti típus	Átadás
epizodikus	főemlősök, 5 m	epizodikus események	nincs
mimetikus	Homo erectus, 1,5 m	testtel reprezentál, társas mozgás	lejátszás, utánzás
mitikus	Homo sapiens, 100–50 e	nyelvi, szemantikus	mítoszok, elbeszélő tudás és átadás
modern	írás, 10 e	külső tárák, rögzített tudás	rögzített tudás, külső autoritás
Gutenberg	nyomatás, 500 év	tömeges gondolatterjedés	autoritások összevetése
hálózati	10 év	megosztott, hálózati	személyes és személytelen egyaránt

Donald felfogása szerint mi, emberek, a főemlősökkel az ún. epizodikus, az egyes eseményekkel kapcsolatos architekturális rendszerünkben vagyunk azonosak. Ebben a jó néhány millió évvel ezelőtt kialakult rendszerben nem léteznek átadások: minden egyednek mindent saját magának kell megtanulnia. Ez egy kis kiigazításra szorul, mert ma már tudjuk, hogy a csimpánzok és a gorillák tanítják egymást, de ez a tanítás az emberhez képest nagyon korlátozott (Tomasello, 2002, 2014). Az Afrikában, a terepen dolgozók szerint ugyanakkor a vadon élő csimpánzok, szemben az ember által kultúrájából kiragadott, laboratóriumokban és állatkertekben felnőtt csimpánzokkal, mint akikkel

Tomasello dolgozik, csak és kizárólag az anyjuktól tanulnak. Az olyasmi például, mint kövel feltörni a diót, szokásrendszer: azt is csak az anyjuktól tanulják meg (Boesch, 2012). Ha van tehát átadás a többi emberszabásúnál, az nagyon kötött, nem kulturális. Valamikor másfél millió évvel ezelőtt alakult ki egy testtel kommunikáló rendszer és a neki megfelelő mimetikus reprezentációs rendszer. Döntő fordulat volt ez, mert ekkor jelenik meg a másoktól tanulás, a kulturális tudás és annak átadása. Donald mitikus kultúrának nevezi a mai természetes akusztikus nyelvet. Ez nem olyan rég, 50 000 vagy 100 000 évvel ezelőtt alakult ki a Homo sapiensnél. Donald a természetes nyelv központi mozzanataként az elbeszélő mozzanatot emeli ki, ezért nevezi mitikus kultúrának az ehhez kapcsolódó rendszert. Kik is vagyunk mi? A ló és a sas fiai, hangzik a csoportra vonatkoztatott elbeszélés, és az egyedi epizódok szerveződése is történeteszerű: én tegnap a vadászaton egy óriási szarvast ejtettem el stb. Feltehetjük azonban, hogy a nyelvhasználat a kezdetektől kettős szerepű: eseményeket időbe rendező, narratív és kategorikusan leíró, besoroló is, mint Bruner (2004, 2005) kettőstudás-felfogása kiemeli. A természetes nyelv éppen a kategóriák használata révén is képes egyre jobban eltávolítani az itt és most világtól, megengedi a jelen nem lévő dolgokról beszélést, s ezzel elindít az elvonatkoztatás lejtőjén vagy emelkedőjén.

A mimetikus és mitikus kultúra hoz egy fontos változást: a társas átadást eredményezte a hangzó beszéd révén. Nekem nem kell mindent a tárgyakkal megtanulnom, elmondják majd nekem, hogy hogyan kell használnom ezt a kést. Ez egy nagyon fontos információ-megosztási folyamat, amelyben kulturális tudások kerülnek átadásra. Legfeljebb 10 000 évvel ezelőtt, az első modernizáció során alakult ki egy újabb kognitív munkamegosztás, az írás rendszere, amit Donald *teoretikus kultúrának* nevez. Az írás-olvasás rendszerével az egyén emlékezeti rendszere tovább tehermentesítődik. Ha megkérnék valakit, hogy menjen be egy gimnáziumi órára, és tartson egy előadást Janus Pannonius és Balassi szerelmi lírájának összehasonlításáról, nem esne kétségbe, bemenne a könyvtárba, levonná a polcra az idevágó könyveket, illetve ma már az interneten keresztül tájékozódna. Ezekkel a rendszerekkel tehermentesítjük a memóriánkat, s kivisszük a kultúra világába. Gutenberg fordulata azután 500 évvel ezelőtt demokratizálta, mivel általánossá tette a tömeges gondolatterjedés világát a nyomtatás révén. Az utóbbi néhány évtizedben pedig megjelent a hálózati típusú tudáshordozás, ami megint egy új architektúra, s megint izgalmas kérdéseket vet fel.

Donald felfogásában minden új architektúrában megőrződik a régi közlési és tárolási mód. Attól, hogy tudunk beszélni, még tudunk mutogatni is. Attól, hogy könyveket olvasunk, még tudunk beszélni, s attól, hogy az interneten lógunk, továbbra is tudunk beszélni is, olvasni is, mutogatni is. Ezek a közlési és leképezési rendszerek tehát nem megszüntetik egymást, hanem egymásra is hagyatkozva megőrződnek, az új a régit mintegy magába rendezi.

Donald, aki mitikus kultúrának nevezi a természetes nyelv rendszerét, azt is megpróbálja megmutatni, hogy ennek a rendszernek a kialakulása során a nyelv mint kommunikációs rendszer és a különböző kognitív folyamatok és lehetőségek között milyen kapcsolat van. Az egyik kulcsszerepű alapvető kognitív működés, melynek óriási fejlődése van a főemlősök világában, a félmajmoktól, a majmoktól, az emberszabásúaktól az ember felé haladva, a munkamemória, különösen az akusztikus munkamemória fejlődése. Az akusztikus munkamemória folyamata alapvető szerepet játszik a nyelv kialakulásában. Erre van szükségünk ahhoz, hogy egy mondat végére az elejéből is megmaradjon valami.

A természetes nyelv, éppen azzal, ahogyan összekapcsolódik az emlékezeti rendszerekkel, két fontos dolgot tesz lehetővé, amelyek az elméleti pedagógia számára is nagyon fontosak és szem előtt tartandók. Az egyik, hogy lehetővé teszi, hogy távoli dolgok megismerésünk tárgyai legyenek. A tegnap történt dolgokról, a pécsi pályaudvaron történt

dolgokról stb., tehát a múlttól és másutt lévő dolgokról is tudunk beszélni. S ez nemcsak a mi írásbeliséggel jellemzett kultúránkra, de minden kultúrára jellemző.

A természetes nyelv teszi lehetővé, illetve erősíti fel a természetes pedagógia rendszerének kibontakozását. Két magyar kutató a CEU-n, Csibra Gergely és Gergely György (2007, 2011) *természetes pedagógia* elmélete azt hangsúlyozza, hogy az ember egyszerre tanító és tanuló lény. A kisgyerek, már a 8 hónapos csecsemő is elvárja, hogy tanítsák, és „komolyan kezeli” azt, amit mondanak neki. Ez azonban nem érvényes véletlen helyzetekben, csak akkor, ha hozzáfordulva szólnak hozzá. A természetes pedagógia rendszere sajátos kommunikációs keretet ad. Azzal, hogy megszólítjuk a gyereket, a nevén szólítjuk, vagy dajkanyelven beszélünk hozzá, sajátos modulációval, lassabban stb. felhívjuk a gyerek figyelmét arra, hogy most oda kell figyelnie arra, amit mondanak. Most nem azért mondja a mama, mert mérges, hanem mert fontos dolog az, amire mutogat.

Az írás és olvasás rendszerének kialakulása során, mondja Donald, két fontos új mozzanat jelenik meg. Az írás és olvasás rendszere tehermentesíti az emberi emlékezetet. Ez a tehermentesítés egyben információrobbanás is. A szervezett iskoláztatás ennek az információrobbanási és tehermentesítési folyamatnak az állványzatait próbálja megadni, a kódexektől a nyomtatványokig. Mindezt azért, hogy a társadalmi hatalom jól tudja átadni témáit, és a felnövekvő nemzedék minél hatékonyabban tudja felhasználni nemzedékek tapasztalatait az írás és olvasás rendszerében meglévő tehermentesítés révén.

A mai tudáshordozók közegében, a bárhonnán és bármikor való hozzáféréssel új feszültségek korábban élünk. Egy új Don Quijote-korban élünk. De míg az akkori nyomdatechnika körülményes volt, amelyben meglehetősen lassan, évtizedek alatt mentek végbe a társadalmi és tudásbeli átalakulások, addig az internet világában a megosztott tudáshordozók és a korlátlan hozzáférés sokkal gyorsabb változásokat eredményeznek. Ki emlékszik ma már az iwiwre? A kutatóknak, de a hétköznapi embereknek is, egyszerre kellene a változás alanyainak lennünk, s megértenünk azt, hogy mi történik velünk az új tudáshordozók közegében, és mi is lesz a jövő.

Jerome Bruner elképzelése szerint az embernek alapvetően két tudásszerzési módja van: az egyik a természettudományokra hasonlító, elméleti, paradigmatis, időtlen szerveződés, a másik pedig az elbeszélő szerveződés, mely mindent emberi vagy antropomorf ágens cselekvéseibe és egyedi epizódokba szervez. Ez a két megismerési mód nem kizárólagos, és már a kisgyerekeknél is látjuk, hogy igen korán megvan mindkettő, bár Bruner hajlik arra, hogy a narratív szerveződést tartsa elsődlegesnek.

Bruner (2004, 2005) szembeállításait a 2. táblázat foglalja össze. Míg a narratív szemléletben idői, szekvenciális, addig az elméletiben időtlen, kategorikus viszonyok vannak. Az egyik oldalon történetek vannak, egyediség, epizódok és személyek, a másikon pedig a leírások személytelen érvényessége. A két hozzáállást, ha akarjuk, lehet bölcsészeti hozzáállásnak és természettudományos hozzáállásnak is nevezni, Bruner szándékosan egyszerűen lefordításában. Fejlődésileg a kettősség azt jelenti az ő számára, hogy már egészen kisgyerekkortól, már 3-4 éves kortól kezdve, két különböző sémával közelítünk a világhoz.

2. táblázat. Bruner felfogása a két megismerési módról

Megismerési mód	Narratív	Elméleti-Paradigmatikus
szerveződés	idői, szekvenciális, cselekvéses	időtlen, kategorikus, alárendelő
szövegbeli megfelelő	történet: szándék, teleológia	leírás: hierarchia viszonyok
eszménye	egyediség, epizódok	személytelen érvényesség
beágyazottság	személyi és társas	kontextusmentes törekvés

Ami az egyedi és általános viszonyát illeti az elméleti-paradigmatikus módban, a Csibra és Gergely (2007) *természetes pedagógia* elméletéből induló kutatások azt mutatják meg, hogy a Bruner-féle elméleti hozzáállás is igen korán jelen van. Ennek a paradigmának megfelelően már a 14-16 hónapos gyerekek is, amikor megtanulnak egy új szót, például, hogy *alma*, akkor ezt generikusan teszik. Nem azt gondolják, hogy az alma ennek a konkrét almának a neve, nem is azt gondolják, hogy növény, hanem valamiféle közepes általánosítottságú kategóriára gondolnak, ami később megfelel nagyjából az alma fogalmának.

Az iskola és az átadás architekturális keretei

Az iskolai tudást, az iskolában átadott ismereteket is értelmezhetjük abban a keretben, amelyet Merlin Donaldtól átvesszünk: a megismerési architektúrák szempontjából (ld. korábbi részletesebb elemzésemet: Pléh, 2017). Az iskolai tudásátadásban hol kódokról, hol egyedi, illetve általános ismeretekről, hol eljárásokról van szó. A mai nevelésfilozófiában, amikor a kompetenciafogalom különböző értelmezései kerülnek előtérbe, valójában sok vita az ismeretek és eljárások viszonyáról folyik. A kognitív pszichológusok úgy gondolják, hogy az embernél az iskolában egyszerre van jelen a tudásszerveződés három módja: a kódok, az ismeretek és az eljárások átadása. Több érvet tudunk felsorakoztatni amellet, hogy az idegrendszerben is állandóan egymással társalogva, de különböző alrendszerekként működnek az explicit, deklaratív tudások és az eljárások. A hippokampusz működése mind ép agyban, mind agysérülések tanúsága szerint, elsősorban az ismeretek tárolásával kapcsolatos, embernél talán mind az egyedi, epizodikus, mind a kategorikus tudásokéval (Buzsáki, 2007). Ezzel szemben az eljárások kialakításában és tárolásában sokkal nagyobb szerepe van az agytörzsi ganglionoknak, illetve az elülső agykérgi részeknek, a homloklebenynek és a prefrontális területeknek.

A pszichológiából induló architektúra fogalmát ki lehet terjeszteni ezeknek a tudásoknak a rendszerezésére. Már említettem, hogy Alain Newell számítástechnikus és a modern számítációs elmefelfogás úttörője volt, aki bevezette az architektúra fogalmát a számítógéptől indulva és az emberre vonatkoztatva. Newell (1989) utolsó könyvében

Az iskolai tudásátadásban hol kódokról, hol egyedi, illetve általános ismeretekről, hol eljárásokról van szó. A mai nevelésfilozófiában, amikor a kompetenciafogalom különböző értelmezései kerülnek előtérbe, valójában sok vita az ismeretek és eljárások viszonyáról folyik. A kognitív pszichológusok úgy gondolják, hogy az embernél az iskolában egyszerre van jelen a tudásszerveződés három módja: a kódok, az ismeretek és az eljárások átadása. Több érvet tudunk felsorakoztatni amellet, hogy az idegrendszerben is állandóan egymással társalogva, de különböző alrendszerekként működnek az explicit, deklaratív tudások és az eljárások. A hippokampusz működése mind ép agyban, mind agysérülések tanúsága szerint, elsősorban az ismeretek tárolásával kapcsolatos, embernél talán mind az egyedi, epizodikus, mind a kategorikus tudásokéval.

az emberre vonatkoztatva azt is kifejti, hogy valójában az embernek három architektúrális szintje van (3. táblázat). Érdekes azon elgondolkodni, hogy különböző pedagógiai beavatkozásaink melyikre próbálnak törekedni.

3. táblázat. Az emberi architektúrák szintjei a selfre vonatkoztatva (Newell, 1989)

Szint	Idői sáv	Alapja	Kognitív jellemzők	Kategóriák
biológiai, self alatti	< 100 msec	agyi neuronok világa, evolvált	nem tudatos, automatikus	neurális háló
racionális, selfszintű	500-800 msec	szándékos aktus, személy	tudatos (is), magamra vonatkoztatott	célok, feladatok, egyéni intencionalitás
társas, self feletti	percek, évek	társas szabályok és kapcsolatok	nem tudatos/tudatos	társas intercionalitás

A hagyományos eljárásokat követő, a „tudatos ismeretekről” papoló iskola a középső szint kialakítására törekszik, ami többnyire tudatos és viszonylag lassú működés. Ezek a működések az öntudatos selfhez, a személyhez kapcsolódnak, vagyis úgy érezzük, hogy mi csináljuk, amit teszünk: olvasunk, összeadunk, fogalmazunk stb. Ezen a szinten érvényesül a szó két értelmében is az intencionalitás: cselekvési szándékaink vannak, és gondolataink rajtuk kívül álló dolgokra, valós vagy virtuális tárgyra vonatkoznak. Ennek tényleges megvalósítója a self alatti szint, ami nagyon gyors, 500 milliszekundum, fél másodperc alatti működés. Neurális hálózatok valószínűleg meg, de nemcsak primitív dolgokkal kapcsolatos. Például ez felel azért, hogy ha élénk ugrik egy farkas, akkor leállunk az autóval. Ugyanilyen gyors, 500 milliszekundum alatti (s erre majd az olvasásnál visszatérek) az, hogy míg a folyó beszédben csupán két szótag hangzik el, máris aktiválódik egy szó jelentése is. Sokszor arról van szó, hogy az egyéni leképezésben a harmadik, a self feletti szinthez tartozó kulturális rendszerek hatásaikban átkerülnek ebbe a nem tudatos, self alatti szintbe.

Ez az, ami a hagyományos pedagógiai nomenklatúrában célunk is volt, például a készségszintű olvasás esetében. Mit is értünk ezen? Azt jelenti, hogy nem tudatosodik a kiolvasás alatt a gyermekben, amikor abból a szóból, hogy *asztal*, csupán azt látja, hogy *aszt...*, mégis folytatni tudja. Ez a folyamat villámgyorsan megy végbe.

Az olvasás mint az agy kulturális újrafelhasználásának példája

Az architektúrák és a kultúra kapcsolatában az olvasásnak kitüntetett szerepe van. Kitüntetett szerepet játszik az olvasás a mentális átalakulások nagyléptékű történelmi elemzéseiben (Ong, 1982/2002) s ennek pszichológiai értelmezéseiben, mint láttuk Donaldnál, de kitüntetett a neurobiológusok számára is. A 19. századvégi első neuropszichológusok a német és francia neurológiai kultúrában még olvasási központokról beszéltek. Találtak olyan – azóta is ritka – agysérült betegeket (Déjerine, 1892), akik csak olvasni nem tudtak. A boncolás szerint ennek oka a bal hátsó alsó falilebeny-rész, a *gyrus angularis* sérülése. Ennek hatására a vizuális információ nem kapcsolódik a beszédhangokért felelős Wernicke-területhez. Kérdés persze, hogy ettől tartható-e ez ’olvasási központnak’. A klinikai kutatás is felismerte a dekompozíció jelentőségét. Csépe (2006) részletesen bemutatja a szakirodalom és saját kutatásai alapján, hogy milyen összetett, sokkomponensű (betűfelismerés, kiolvasás, szóintegráció, jelentésértelmezés) rendszer az olvasás, a tarkólebeny, a halánték- és fali lebeny, a homloklebeny és a prefrontális területeket és

ezek kapcsolatait egyaránt érintve. Ezt a neurális dekompozíciót Vigotszkij és a gondolatmenet részletes kidolgozójaként Lurija (1970, 1975) is megfogalmazta. A kulturális rendszereknek megfelelő magasabb pszichikus funkciók az agyban sokrétű kulturális meghatározottságuknak (az olvasás esetén betűk, hangok, szóalakok, mondatok, jelentések, utalások) megfelelően egy *új funkcionális szerv* jön létre. Ez megfelel annak a gondolatmenetnek, hogy a kultúra tulajdonképpen az emberi idegrendszer plaszticitására épülve bontakozik ki. A kulturális másodlagos rendszerek a plaszticitásból kiindulva alakítanak ki az adott helyzetben és az adott kultúrában sajátosan érvényes idegrendszeri szerveződést (Lurija, 1970, 1975). Ennek megfelelően az alfabetikus, a szótagíró és a fogalomjelölés-alapú írásrendszerekben az olvasás funkcionális rendszere eltérő lenne, hiszen a kínai írásrendszer például – s ez nem kis kivétel, 1,5 milliárd ember érint – nem igényli a hangokra a dekompozíciót.

Ugyanakkor Lurija neuropszichológiájában sem önkényes a kultúrát lehetővé tevő plaszticitás. A vizuális szóképek a tarkólebenyhez, a beszédhangra szétbontás a halántéklebenyhez kapcsolódik, vagyis olyan területekhez, amelyek természeti, nem kulturális funkciója mintegy kínálkozik erre a funkcióra. Az utóbbi évtizedekben azután Stanislas Dehaene (2009, 2014) francia neurobiológus az olvasás neurobiológiáját elemezve egy új fogalomrendszert vezetett be. Természetesen mint dekompozíciós elveket követő idegtudós ő is tudja, hogy konkrétan az olvasásnak ez az elképzelés csak egyik összetevőjét, a vizuális feldolgozást érinti, a szavak nyomtatott alakzatát. Dehaene azonban az olvasás ezen oldalának vizsgálatából kiindulva eljutott egy átfogó elmélethez agy és kultúra kapcsolatáról. Funkcionális képalkotó eredményei szerint van egy olyan agyi terület, amely mindig aktiválódik a készségi szintű olvasás során, s ez a szóforma vizuális leképezéséhez kapcsolódik. Ez a *vizuális szóforma területe* (Visual Wordform Area), amely a bal féltekei fali, a halántéki és a tarkólebeny találkozásánál van, a látásra specializálódott ventrális agyi terület részeként. Olvasási ingerekre, betűkre vagy szótag-, illetve szóképekre ez a terület aktiválódik funkcionális MRI-felvételek tanúsága alapján (Dehaene és Cohen, 2011), s részben az arcfelismerésre (is) specializálódott fusiform terület egy részét is magába foglalja. Valójában úgy tekinthető, mint a ventrális kategória-specifikus látóterületek egy kiemelt példája, amely a kulturálisan szervezett s túlgyakorlott kategóriatanulás eredménye. Olvasó átlagos személyeknél aktivitása, éppen a szókép-hang megfelelések révén, gyakran együtt jár a bal hátsó halántéki (beszédhallás), valamint a bal prefrontális területek (jelentésértelmezés) és a baloldali hippocampus (kategorikus tárolás) aktivitásával. Dehaene és Cohen (2007) *kulturális újrafelhasználás* koncepciója szerint kiindulásként, például írni és olvasni nem tudó embereknél, s valószínűleg az emberről válás során is, ez a terület kicsiny távolságról, éles szögben látott éles kontúrú tárgyak (például ilyenek az emberi arcok is) finom vizuális felbontásával kapcsolatos. Mit jelent itt a neurális újrafelhasználás fogalma? Dehaene kiinduló koncepciója szerint, amikor kialakult egy olyan kulturális rendszer, mint az írás-olvasás, akkor az megpróbál helyet találni, mind kulturálisan, mind az egyén, az olvasni tudó Marika és Pisti életében: megpróbálja azt a területet megtalálni, ami a leoptimalisabb erre a feladatra. Egy már létező, már másra specializálódott, a finom, éles látószögéből látott tárgyak éles feldolgozására specializálódott területet fogjuk újrafelhasználni az olvasásra, és ezzel létrejön egy új optimalizált működés.

1. Az emberi agyi szerveződést az evolúciótól örökölt erős anatómiai és kapcsolati korlátok jellemzik. A csecsemőkorban már igen korán megjelennek a rendezett neurális térképek, és ezek a későbbi tanulást bizonyos irányba befolyásolják.
2. A kulturális elsajátításnak (pl. az olvasás elsajátításának) meg kell találnia a maga neurális fülkáját, vagyis olyan idegrendszeri hálózatokat, amelyek elég közel állnak a kívánt működéshez, és elég hajlékonyak ahhoz, hogy neurális erőforrásaik egy jó részét erre az új használatra irányítsák át.

3. Amikor az evolúciósan végbement működésekre dedikált kérgi területeket új kulturális tárgyak szállják meg, ezek korábbi szerveződése nem teljesen törlődik ki. Vagyis a korábbi neurális korlátok jelentős hatást gyakorolnak a kulturális elsajátításra és a felnőttkori szerveződésre. (Dehaene és Cohen, 2007. 396.)

A vizuális szóforma terület (az alfabetikus írásmódú nyelvekben) szelektíven használja fel a vizuális rendszer vonal, irány, érintkezés és keresztezés kódolását. A látórendszer általában türi a tükörképet, de betűknél nem, mint Móra *Kincskereső kisködmönjéből* is emlékszünk rá, az S megfordításánál. „Az olvasástanulás során felhagyunk ezzel a tükörszimmetriával, amikor megkülönböztetjük például a »b«-t a »d«-tól. Az, hogy ez a terület eltérően reagál a tükörképekre, azt mutatja, hogy a szavakra mint értelmes egységekre érzékeny, s nem pálcikák lineáris sorozatára” – foglalja össze Rathkopfh (2021. 197.) Dehaene elképzelését.

Dehaene elmélete három tekintetben provokatív. Miközben itt egy kulturális működés agyi leképeződéséről van szó, egyetemes hatásokat feltételez. Másrészt nyitva hagyja a kérdést, vajon a terület eredeti, korábbi funkciója megmarad-e, vagy pedig versengés van az agyszövet komputációs erőforrásaiért a különböző működések között. Végül felmerül a kérdés, hogyan is megy végbe az olvasástanulás során ez az újrafelhasználás, és hogyan kapcsolódik ez a terület az olvasásban érintett egyéb agyműködésekhez, mint Price és Devlin (2003) kritikus hozzászólásukban korán felvetették, azt javasolva, hogy a vizuális szóforma terület kitétetett kiemelése egy átfogóbb, sok összetevőjű interaktív rendszerbe illesztendő.

Egyetemesség

Bolger, Schneide és Perfetti (2005) angol, kínai és japán átlagos olvasóknál hasonlították össze fMRI segítségével a vizuális szóforma terület működését. Lényegében az derült ki, hogy a különböző írásrendszereknél egyaránt aktív a bal oldali vizuális szóforma terület. Ugyanakkor kínai beszélőknél a homológ jobb oldali területen, és a bal oldali, jelentésfeldolgozást implikáló területeken is volt aktivitás. Mindez feltehetően nagyobb vizuális feldolgozási igényt és egészlegesebb szemantikai feldolgozást jelenthet a fogalomíró rendszerben. Feng és munkatársai (2020) 10 éves jól olvasó és problémás francia és kínai gyerekeket összehasonlítva szintén kimutatták a vizuális szóforma terület aktivitását nyomtatott szavakra, egyéb olvasási területek aktivitása mellett, azzal a kiegészítéssel, hogy kínaiaknál nagyobb volt a jobb féltekei aktivitás. Ráadásul az olvasási zavarokkal küzdőknél is voltak közös neurális alulműködések a két nyelvben. A Dehaene laboratóriumában dolgozó kutatócsoport az egyetemesség mellett a majdani vizuális szóformát felismerő neurális szerkezet előkészítettségét is kiemeli. „Az olvasás minden nyelvben egy olyan korábbról már létező hálózatot verbuvál, mely az írásjelek felismerésére képes vizuális területeket kapcsolja össze a beszélt nyelvet feldolgozó területekkel. [...] A sikeres olvasáselsajátítás tehát a vizuális és a beszédfeldolgozó rendszerek konvergenciájának eredménye. Mindkettő nagymértékben egyetemes és javarészt genetikai irányítás alatt bontakozik ki. [...] A neurális újrahaznosítási elmélet szerint tehát a nyelvek és az írásrendszerek változatossága ellenére, nagymérvű kultúrák közötti konvergencia várható.” (Feng és mtsai, 2020. 10.)

Egy másik egyetemességi mozzanatra is rámutattak a vakírásnál. Kim, Kanjlia, Merabet és Bedny (2017) képpalkotási eredményei szerint Braille-írást olvasó született vakoknál Braille-jelek tapogatása közben szintén a vizuális szóforma terület aktív, míg a Braille-írásban naiv személyeknél nem, és más tapintott formákra vakoknál sem reagál. Kiderült azonban, hogy ez a terület a vakoknál nemcsak az olvasásban, hanem a nyelvi megértésben is érintett.

De nem mindenki fogadja el az univerzalitást. Coltheart (2014) egy vitriolos cikkben bírálta a Dehaene-csoport felfogását. Három tézist bányászott ki a vizuális szóforma terület újrafelhasználási értelmezéséből. Vannak-e egyetemes jellemzői az írásrendszereknek, az írásrendszertől függetlenül ugyanazt az agyi területet használja-e az olvasás, s ugyanazt az információkezelési rendszert használjuk-e minden írásrendszernél? Szemben Dehaene-nel, Coltheart válasza mindhárom kérdésre negatív. Az elsöre azt emeli ki, hogy nem minden írásrendszer használ foveális méretű egységeket, s a fogalomíró rendszerekben általában ritka a vizuális dekompozíció. Ami a vizuális szóforma területet illeti, kínai személyeknél ez talán néhány milliméterrel eltér az európai adatoktól, mondja Dehaene. Coltheart szerint ez nem kis eltérés. Végül a szótagíró és fogalomíró rendszerekre ki sincsenek dolgozva az olvasás átfogó folyamatmodelljei. Van-e ott szerepe például a fonetikai dekompozíciónak?

Versengés vagy munkamegosztás van-e az újrahasznosítás során?

Az újrahasznosítás (akárcsak az angol *recycling*) félrevezető kifejezés, hiszen a finom felbontású ventrális vizuális területek olvasási előtérbe kerülése közben az arcfelismerés vagy a finom kézi munkák vizuális irányítása nem szűnik meg. Nem arról van szó, hogy a terület valamire feleslegessé vált volna, s ezért újrahasznosítjuk, mint a kibottott fémhulladékot. Dehaene elmélete első megfogalmazásaiban ugyanakkor még megengedte a versengő értelmezést, vagyis azt, hogy az olvasás újrahasználta területek egyéb funkciói romlanak. Ugyanakkor a köznapi tapasztalat ellentmond ennek. Az arcfelismerés akkor is megmarad, amikor már tudunk olvasni. Ventura (2014) összefoglalójában bemutatta, hogy a specializáció nem területek gallyazását, vagyis sorvadását jelenti, hanem a már kiinduláskor meglévő bal-jobb, olvasás-arc eltérések fokozódását.

Ezek a megállapítások javarészt keresztmetszeti vizsgálatokra alapoztak. Dehaene munkacsoportja azonban mintegy félszáz gyerek longitudinális nyomon követő képalakító vizsgálatával 6 és 9 év között kimutatta, hogy tárgyak, arcok, betűk hatására egyrészt az eredetileg nem specializált hálózatrészek a ventrális kérgi látórendszerben specialistákká válnak, másrészt a reakciós küszöbök egyre jobban eltérnek az egyes célingerekre. Az olvasási specializáció igen gyorsan végbemegy. „Az olvasási neurális kör gyorsan kibontakozik, néhány hónap iskolázás elég hozzá 6 éves kor körül. Másrészt viszont az arcokra vonatkozó neurális kör az arcokkal való 6 évnyi állandó találkozás ellenére koránt sincs befejezve erre a korra. Minkét esetben a fuziform területek elnyújtott plaszticitása felelős ezért [...] Az olvasás elsajátítása, s talán a mi iskolázásunk egyéb szerkezeti elemei, mint a számok és egyéb matematikai szimbólumok gyors elsajátítása, ezt a figyelemreméltó plaszticitási ablakot használja fel.” (Feng és mtsai, 2022. 1.)

A bal féltekei, majdani vizuális szóforma terület eleve, már az olvasás előtt több kapcsolatot mutat a bal félteke nyelvi területeivel, míg a jobb féltekei majdani arcfelismerő terület az érzelmek felismerésében fontos amigdálával. „Szerintünk az olvasás elsajátítás nem verseng közvetlenül az arcfelismerő rendszerrel, a korábban meglévő arcválaszok lenyesegetésével, hanem közvetve, akadályozva az arcválaszok lassú kialakulását a bal féltekében, így felerősítve egy eleve meglévő jobb féltekei részrehajlást.” (Feng és mtsai, 2022. 15.)

Dehaene felfogása átfogó spekulációkat is megenged arról, hogy az idegrendszeri plaszticitás teszi lehetővé a kultúra kibontakozását. „Két újonnan kibontakozó terület, a ‘kulturális idegtudomány’ és az ‘oktatási idegtudomány’ kérdéseit általában egymástól elválasztva tárgyalják. [...] Pedig a kultúra formálja a nevelést és a pedagógiai infrastruktúrát, a nevelés pedig a gyermekek akkulturációjának fontos hordozója. [...] Mára jellemezni tudjuk, hogy hogyan alakítják az agyműködést sajátosan emberi tapasztalatok,

másrészt hogyan hozzák létre a neurális működések a kultúrát, így új távlatot nyitva az egyedileg emberi agyműködések tanulmányozására. Ez az új kutatás ösvényeket nyit meg a hagyományos ‘társadalmi’ és ‘biológiai’ megközelítések között.” (Ansari, 2012. 94.) Mint Park és Huang (2010) összefoglalója rámutatott, a szisztematikus kutatás azért is fontos e három terület összekapcsolásával, mert segít tisztázni, milyen működési vonások flexibilisek, s milyen életkorig. Gondoljunk egy nagyon gyakori helyzetre a kulturális szocializációban. A kétnyelvű személy agya ugyanazokat a ‘nyelvre dedikált’ agyrészeket egészen máshogy használja.

Rathkopf (2021) tankönyvi összefoglalója elhelyezi Dehaene felfogását a biológia tágabb keretében. Két újrafelhasználásról beszél. Az evolúciós újrafelhasználás évmilliói alatt lesz például hallószerv a kopolyúból, az ontogenetikus újrafelhasználás során pedig szerszám a kezünkből. Rathkopf azonban rámutat arra is, hogy maga az ontogenetikus újrafelhasználás mögött álló plaszticitás is kettős. Ide tartoznak a klasszikus környezeti hatás és agyfejlődés viszonyát vizsgáló állatkísérletek száza és klasszikus fejlődés-léktani munkák. Ezek klasszikusan megjelennek az optimista nevelésfilozófiai programokban (ezek hazai kutatását mutatja be Pléh, 2008, nemzetközi történetét pedig Pléh, 2007). A másik ontogenetikus plaszticitás a kulturális hatásokat jelenti az idegrendszer kibontakozásában, s ennek kiemelkedő példája Dehaene újrafelhasználási koncepciója.

Dehaene koncepciója 2 paradoxonból indult ki. Az első szerint az írás 6000 éve túl rövid idő volt neurális adaptációk evolúciós kialakulásához. A második paradoxon pedig, hogy „Evolúciónk során semmi sem készített fel arra, hogy a nyelvet a látáson keresztül vegyük fel. Ugyanakkor az agyi képalkotás azt mutatja, hogy az agyban vannak sajátosan az olvasásra hangolt rögzített hálózatok.” (Dehaene, 2009. 249.)

Ezt a paradoxont oldja fel az újrafelhasználás. Magam, és sokan mások – például Gould és Vrba (1982) exaptációs felfogása vagy Chomsky (2004) biolingvisztikai programja – is úgy gondoljuk, hogy összhangban a plaszticitás filogenetikus értelmezésével, az újrafelhasználás az elemi kulturális rendszerekre is igaz. Maga a természetes nyelv is egy újrafelhasználás lehet. Például a főemlős-életben oly fontos finom mozgásszerveződés idegrendszeri mechanizmusainak újrafelhasználása. Emellett mások, például Givón (2002) az exaptáció fogalmát kitágítottan használva lényegében azt emelik ki, hogy az emberi nyelv megjelenéséhez a kategorizáció, a szándékkódolás és a motoros rendszer összekapcsolására volt szükség. Az újrafelhasználás fogalma tehát beilleszkedik a nyelvkeletkezés funkcióváltási, illetve moduláris alrendszereket összekapcsoló felfogásába.

Az olvasás ma

Mi is történik az olvasással a mai világban? Hogyan alakul az olvasás és ezen belül a könyvek szerepe? Sok feszültség és kritika övezi ezt a kérdést. A pedagógusok jól ismerik ezeket, ezért csak jelzem a főbb problémákat. Azt mondják, hogy a virtualitás eltávolítja a gyerekeket a valóságtól, nem játszanak eleget, elromlik a fizikai fejlődésük, közben a képek kényuralma alá kerülnek, hová lesz a betűk világa és így tovább. A kognitív pszichológus szempontjából legalább három izgalmas társadalmi átalakulás van, melyeket menet közben, a változás során próbálunk megvizsgálni.

1. *Az olcsó képvilággal a kép-típusú információátadás jelentősége megnő.* Az optimisták azt mondják, hogy ezzel csupán visszatérünk az ember ősi élménymódjához. A pesszimisták szerint viszont ez hozzájárul, éppen a kijelentésszerű logikai szerveződés háttérbe szorulása révén, az érvelés színvonaltalanná válásához.
2. *Az internet révén új emlékezeti és feladatmegoldási preferenciák kezdenek kialakulni.* Túl sok dolgot szervezünk ki. Ha például a tinédzsereknek feladsz egy olyan egyszerű feladatot, hogy mennyi 2-szer 437, akkor vajon fejben, papíron, vagy

a mobiltelefonon fogják kiszámítani? Természetesen mobiltelefonon. Önmagában ez nem gond. A gond az, hogy amikor mi megtanultunk papíron szorozni, az egy állandó munkaemlékezeti gyakorlat volt. 4-szer 2 egyenlő 8, 4-szer 3 egyenlő 12, 7-szer 2 egyenlő 14 meg 1 az 15. Állandó munkaemlékezeti gyakorlat volt. Ha ezt gépekbe szervezem ki, akkor megszűnik ez a munkaemlékezeti gyakorlat.

3. Megnő a feladat- és *figyelemmegosztás*, sőt nem egyszerűen a megosztás fenyeget, hanem az állandó *elcsábíthatóság*.

Elvi viták a digitális átalakulás emberi hatásáról

Két hangos tábor van itt, egy radikális újtó és egy alapvetően konzervatív tábor. Magam, mint már többször kifejtettem (Pléh és mtsai, 2014; Pléh, 2017), a biológiai optimisták közé tartozom. A biológiai optimista felfogás szerint a változások már meglévő biológiai architektúránk felhasználásán keresztül működnek, nem azok radikális átalakítását eredményezik.

Az internetalapú tudásátadás haszna mellett érvelők egyik érve társadalomtörténeti. A pesszimizmussal szemben történeti érvként azt mondják, hogy ugyan már: minden új információs technika, minden architektúráis átalakulás mindig is félelmet keltett. 100 évvel Gutenberg találmánya után Cervantes már arról ír, hogy a búsképű lovag elhülyül, mert szó szerint veszi a ponyvaregények tartalmát. Gondoljuk csak végig! Csupán 100 évvel Gutenberg után Cervantes már ezen aggódik, ha ebből a szempontól nézed. Nem a levegőből meríti aggodalmát. Cervantes nem elképzelt, hanem valós könyváradról írt. Az ő évszázadában Európában 400 millió példány könyv jelent meg, 200 millió lakos mellett! Vagyis, mondják a techno-rajongók, ez az aggodalom mindig megvolt. A másik pro érve az, hogy a hálózati világ egyenlő tudáshozzáférést biztosít. A harmadik, hogy az újabb emlékezeti ökonómia megszabadít a tudások tárolásának gondjától és gyorsabbá teszi a valamihez való hozzáférésünket.

A konzervatív értelmezésnek vannak politikai vonulatai is. Ezek helyett a szakmai kiindulású ideológiai vitákat idézem fel. Magyarországon is ismert Susan Greenfield (2010, 2015). Az oxfordi farmakológus és neurobiológus professzor kirándulásként és bosszankodó egyetemi tanárként könyveket ír arról, hogy mi történik az egyetemen, amikor tartja farmakológiai előadását, s eközben a diákjai a pad alatt interneteznek, az olvasás helyett klikkeléssel.

Vajon ilyenkor mi történik a diákok fejében? Az új nemzedék képviselői az olvasás során is a tartalom helyett a folyamatra helyezik a hangsúlyt. A felgyorsult információ-felvétel világában kiiktatódik az elemzés, a tudások összehasonlításából fakadó meta-kognitív meditáció. Szemantikai kivonatok helyett a szövegmásolások fragmentumai kavarnak a fiatalok fejében. Greenfield olyan értékörző, aki az olvasás és tanulás kapcsolatában gépokositást akar. Olyan világot, amely a mai reformpedagógiák és személyzetisek által istenített kompetenciák mellé visszahelyezi a tudást és a gondolkodást. Szerinte olyan elektronikus oktatási felületekre lesz szükség, melyek éppenséggel lelassítanak, újra előtérbe helyezik a tartalmi feldolgozást. Újrateremtik azt a klasszikus helyzetet, melyben a kivonatolás még erény, s a megértés jele volt, szemben az egyre több letöltött, de meg nem emésztett mai szöveg világával.

Greenfield (2015) aggodalmait az olvasásról összekapcsolja a klikkelgetés örömszerző hatásával is. Egy *circulus vitiosus* rémét vetíti elének. A képernyős világ magas izgalmi szintet teremt. Ebben kialakult az örömananyag- (dopamin)-kereső viselkedés és egy állandó új internetes felületkeresés. Greenfield szerint az embernek kétféle működési módja van: az egyik egy rendezett, a másik egy rendezetlen mód. A rendezett felel meg a klasszikus, szemantikai típusú feldolgozásnak: amikor valaki vizsgázik a reneszánsz

irodalomról, akkor nem azt várjuk tőle, hogy szóról szóra mondja el azt, amit a könyvben erről olvasott, hanem azt, hogy benne hogyan rakódott le mondjuk, Janus Pannonius, Boccaccio és mondjuk Dante mint reneszánsz író mintázata. Tehát azt várjuk el, hogy egyénileg dolgozza fel az anyagot, és az váljon a tudása részévé. Ezzel szemben a rendezetlen, azonnali öröm dominálta, kapkodóbb, váltakozóbb rendszert sokkal felszínesebb olvasás jellemezi (4. táblázat).

4. táblázat. Két felfogás az emberi elméműködésről (Greenfield, 2015. 99.)

Rendezetlen (mindless)	Rendezett (mindful)
Érzékelés	Kogníció
Erős érzelmek	Gondolkodás
Itt és most	Múlt-jelen-jövő
Külvilág irányít	Belső észlelés irányít
Kevés jelentés	Személyes jelentés
Nincs éntudat	Erős éntudat
Nincs idő és tér	Epizódok láncolata
Gyerek, „játékos”, élménykereső	Átlagos felnőtt
Magas dopamin	Csökkent dopamin
Prefrontális alulműködés	Normál prefrontális működés
Értelmetlen világ	Értelmes világ
Kis sejtegyüttes	Nagyobb sejtegyüttesek

A modern információs kultúra közepette, a klikkelgetés révén egy információs legelésési struktúra alakul ki, szó szerint véve. Etológusok régen leírták, hogy bizonyos szavannai állatoknál és bizonyos főemlősöknél is van egy érdekes, állandó vámrév alkukon alapuló legelésző kultúra. Felmegyek egy banánfára, elkezdem lenni, s amikor már sokan vagyunk a fán, egyre kevesebb banán lesz rajta. Döntési helyzetben vagyok: költséges elmennem a 40 méterre lévő másik fához, lehet, hogy mások előbb érnek oda, mint én, de kockázatot kell vállalnom; avagy érdemes-e itt maradni, de itt már csak oda-fönt a tetején van pár szem banán. Amikor klikkelgetünk, ugyanerről van szó. A totális információs nyitottság világában, állandóan friss információra vagyunk kiegészve, nem jön a friss információ, tehát váltanom kell (Gazzaley és Rosen, 2016). Képzeld el, hogy internetes hírportálon böngészek, de nem találok érdekességet, akkor átmegek egy másikra. Ugyanaz a mintázat, ahogy a gyümölcsöket legelésztük.

Greenfieldet és a hasonlóan vehemens, a modern világ felszínességéről értekező Craryt (2019) sokat vitatják a brit filozófiai, neurobiológiai és neveléstudományi szakirodalomban. A viták a pszichológus számára komikusak. A kritikusai, mint például a szintén oxfordi Dorothy Bishop (2014) és kollégái (Bell, Bishop és Przybylski, 2015) azt mondják, hogy Greenfield nem hoz elég adatot, s bár ebben igazuk van, de ők sem hoznak adatokat. Néha az az olvasó érzése, hogy két, tekintélyszemélyekkel tüzdelt, szegényes adatalapú tábor vitatkozik egymással.

Meggyőző empirikus kutatásokat a digitális világ és a hálózatok mentális hatásairól nem könnyű végezni. Számos lehetséges oksági tényező együtt jár. Például az életkor és a nethasználat nem egymástól függetlenek. Nehéz valódi kontrollcsoportokat létrehozni, önkontrollos kísérletet pedig szinte lehetetlen szervezni.

Vannak azért érdekes rész kérdéseket tisztázó kutatások. Nézzünk meg néhány kisebb hangú, de adatalapú kutatást az érzékeny témákról.

Néhány empirikus érdekesség a „butít-e a web?” témában

A kiszervezés és a tranzaktív emlékezet

A memória és az internet világának kapcsolatát a Harvard Egyetemen Dan Wegner kutatócsoportja is elkezdte vizsgálni. Wegner csapata hálózati technológia és gondolati képzetáramlást, illetve a Google-hatást próbálta meg utánózni laboratóriumi helyzetben. Egyrészt kimutatták, hogy nehéz kérdéseket kapva gyakrabban jutnak eszünkbe a kereső felületek (például a Google). Vagyis a mai ember a webet mint tudáshordozót kezeli. Másrészt Wegner azt mutatta ki, úgy másfél évtizeddel ezelőtt, hogy az emberek egy Google-t imitáló helyzetben, ha egy információt az internetről szedtek le, akkor sokkal kevésbé emlékeztek rá, hogy mi is volt a tartalma. Főként csak arra emlékeztek, hogy ott volt, azon a site-on (Sparrow, Liu és Wegner, 2011). Wegnernek az a véleménye, hogy az új információkereső rendszerekkel egy új *tranzakciós memória* lehetősége alakul ki. Nem pesszimistának kell lennünk, hanem megérteni a változást. „Az emberi emlékezeti folyamatok alkalmazkodnak az új számítási és kommunikációs technológiák megjelenéséhez. Ugyanúgy, ahogy a tranzaktív memória keretében megtanuljuk, hogy ki mit tud a családjunkban és irodánkban,

megtanuljuk, hogy mit 'tud' a számítógép s mikor kell figyelniük arra, hogy információkat számítógép-alapú memóriánkban tároltunk. Szimbiózisban élünk számítástechnikai eszközeinkkel, olyan összekapcsolt rendszerré válva, melyek kevésbé azzal emlékeznek, hogy tudják az információt, mint azzal, hogy tudják, hol található meg ez az információ.” (Sparrow, Liu és Wegner, 2011. 778.) Mostanában szilárdul meg az, hogy hogyan tudjuk a fejünkben tárolt és tranzakciós helyzetben, a kívül tárolt információk viszonyát egymással összekapcsolni. Sparrow és Chatman (2013) rámutatnak, hogy a tranzakciós emlékezet megváltozása közben a társas élet közvetítő mintázatai is megváltoznak. Gondoljunk csak a digitális szociális hálózatképzésre.

Rendszertelen a web-olvasó?

A nagyhangú internet-olvasáskritika egyik alapjelszava a felszínesség és rendezetlenség. Small, Moody, Siddarth és Bookheimer (2009) egy mára klasszikus kutatásban Google-szempontról naiv és web-profi embereket hasonlítottak össze, 55–76 éves életkori sávban. Ma már nehéz naiv „Google-szüzeket” találni. 15 éve még voltak Google-szüzek. A kísérletben agyi képalkotó rendszerekkel azt vizsgálták, hogy olvasás és web-keresés közben milyen eltérések vannak a csoportok között az agyi aktivitásban. A naiv emberek

A nagyhangú internet-olvasáskritika egyik alapjelszava a felszínesség és rendezetlenség. Small, Moody, Siddarth és Bookheimer (2009) egy mára klasszikus kutatásban Google-szempontról naiv és web-profi embereket hasonlítottak össze, 55–76 éves életkori sávban. Ma már nehéz naiv „Google-szüzeket” találni. 15 éve még voltak Google-szüzek. A kísérletben agyi képalkotó rendszerekkel azt vizsgálták, hogy olvasás és web-keresés közben milyen eltérések vannak a csoportok között az agyi aktivitásban. A naiv emberek ugyanúgy aktiválják az agykérgüket a két helyzetben, a web-profik sokkal jobban használják a végrehajtó működéseket, a prefrontális rendszereket keresés közben.

ugyanúgy aktiválják az agykérgüket a két helyzetben, a web-profik sokkal jobban használják a végrehajtó működéseket, a prefrontális rendszereket keresés közben. Általában arról van szó, hogy a web-profiknál van egy verbuválási hatás; mást használnak fel akkor, amikor keresnek, mint amikor olvasnak. Vagyis a gyakori webhasználat nem kaotikussá, hanem rendszerezetté tesz, még szenior korban is. Azóta, mint Small és munkatársai (2020) alapos összefoglalója bemutatja, kiderült, hogy a szervezett keresési gyakorlás tovább erősíti ezt a 'logikussá váló' olvasási hatást.

Maga az internetes felületen megjelenő *hipertext olvasása* sem kaotikus folyamat. Vörös Zsófiával vizsgáltunk szerkezeti mozzanatokat és egyéni különbségeket a hipertext-olvasásban (Vörös, Rouet és Pléh, 2011; Vörös, Pléh és Rouet, 2012). Leíró földrajzi szövegeket használtunk, melyeknek volt egy logikai szerkezete, és sok sok-kép szerepelt bennük. Ez a szerkezet sokban irányította azt, hogy a személyek hogyan jegyezték meg a szöveget. Ugyanakkor, összhangban a digitális kultúra vizualitásának tézisével, mind a konfiguráció megjegyzésében, mind a navigációs időben a vizuális zavarásnak van nagyobb hatása. Úgy tűnik tehát, hogy a hipertext olvasása közben nem egyszerűen a nyelvben oly fontos akusztikus, hanem a vizuális munkaemlékezet a különlegesen megterhelt.

Ezen az általános felismerésen túl két munkaemlékezeti feladattal vizsgáltuk az egyéni különbségek szerepét. Az egyik vizuális, a másik akusztikus munkaemlékezet mért. Kimutattuk, hogy az alacsony vizuális munkaemlékezetűek egy véletlenszerű kaotikus paplanmintát jegyeztek meg, a jó vizuális emlékezetűek viszont megjegyezték a struktúrát is, és a struktúrát adták vissza. Ez korrelációs elemzések szerint is így van. Az egyéni különbségek befolyásolják a hipertext-feldolgozást, s ebben kitüntetett szerepe van a vizuális munkaemlékezetnek.

Milyen hatásai vannak az agyra a hipertext olvasásának? Hsu, Clariana Schloss és Li (2019) a Pennsylvanai Egyetemen képalkotó módszerekkel vizsgálták tudományos szövegek feldolgozását. A tudományos szöveg olvasása közben két szakaszt különítettek el: az előfeldolgozási szakasz elsősorban a hátsó agyrészekkel kapcsolatos. A szöveg egészének megértésével kapcsolatos későbbi szakasz az elülső agyrészekkel kapcsolatos. Ebben is nagyon érdekesek az egyéni különbségek. Akik nagyon sokat használják a digitális eszközöket, azoknál az integrációs mozzanat sérül. Elolvassák a szöveget, sok mondatára emlékeznek, egyedi mondatfelismerési helyzetekben jól teljesítenek, de nem tudják, hogy miről szólt az egész.

Akkor hogyan is állunk a digitális világ emberi hatásával?

A tudástechnológiai elemzés klasszikusa, Donald (2014) maga is látja, hogy mindez a mai világban új feszültségeket teremtett mind a tudományos kutatás, mind a társadalom számára.

1. *A kívülről programozott emberi elme autonómiája.* Hogyan tudunk önállóak maradni úgy, hogy nem szállunk le a netről?
2. *A bizalom (újra)kiépítése a digitális világban.* Hogyan alakítsunk ki új kriticismust a web őserdejében? Hogyan tanuljunk meg egyszerre kritikusak és nyitottak lenni?
3. *A gépközpontú kormányzásról áttérni az emberközpontúra*

A pro és kontra hatások összefoglalhatóak a klinikai kutató szemszögéből is (5. táblázat).

5. táblázat. *A digitális kultúra pozitív és káros emberi hatásai (Small és mtsai 2020)*

Pozitív	Káros
Keresési gyakorlás	Figyelemcsökkenés
Vizuális figyelem és RI javul	Romló érzelmi és társas intelligencia
Videogame segíti a mozgásvezérlést	Technoaddikció
Többszörös feladatvégzés javul	Társas elszigetelődés
Terápiás appok	Korai agyfejlődési elmaradás

Kozyreva, Lewandowsky és Hertwig (2020) egy átfogó szakma- és társadalompolitikai dolgozatukban – még a vírushelyzet előtt, de arra is igen relevánsan – összefoglalták a viselkedés- és kognitív tudományi és a társadalmi teendőket e téren. Pszichológiai kiindulópontjukat a 6. táblázat foglalja össze.

6. táblázat. *Az online környezet kognitív hatásai
Kozyreva, Lewandowsky és Hertwig (2020) összefoglalásában*

Struktúra és funkció	Érzélelés és viselkedés
Csoportméret	Szociális ingerek és kommunikáció
Korlátlan infó, tér, tár	Megbízhatóság, epiztemikus érték
Gyors változás, adaptivitás	Társas kalibráció
Intelligencia, adatosítás, személyesítés	Önmutogatás, magánélet
Architektúraválasztás, design	Realitás, tisztesség

Mindez állandóan felvet különféle morális kérdéseket, hogy mi mindent kellene csinálnunk. Egyik kedvenc filozófusom, Daniel Dennett fogalmazta meg (Dennett és Roy, 2015): a kibontakozó új rendszerben, amelyben nem csak az olvasás alakul át, hanem az emlékezetmegosztás, a tudáshoz való hozzáférés is, egy új etikát, egy új protokoll-rendszert kellene kialakítanunk. De ne aggódjunk, ki fogjuk alakítani ugyanúgy, ahogy kialakítottuk a természetes nyelvet, a vallásokat mint az emberi integráció eszközeit, valahogy meg fogjuk találni az utat, ahol egy sajátos egyensúly lesz a feladat-kiszervezés és a saját magunk által végzett feladatok között.

Előadásom lényege tehát egyrészt, hogy mi kulturális architektúrákat teremtő fajok vagyunk. Ezek az új architektúrák mindig magukban foglalják a régieket, s bár feszültségek közepette, de mindig meg fogjuk találni az új eljárásrendszereket és agyi fülkéket, amelyek a rendszerekkel kapcsolatosak.

Én azt gondolom, hogy ugyanúgy, ahogy Cervantes Don Quijote-i jóslata ellenére, az olvasás a következő 400 évben fennmaradt, az internetes technológia is fennmarad, s meg fogjuk találni az önkontroll módjait. A felgyorsult ember-gép kommunikációs képességek révén lehetővé fog válni egy új önszabályozó dinamika.

Irodalom

- Anderson, J. R. (1983). *The Architecture of Cognition*. Cambridge University Press.
- Ansari, D. (2012). Culture and education: new frontiers in brain plasticity. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 93–95 DOI: 10.1016/j.tics.2011.11.016
- Bell, V., Bishop, D. V. M. & Przybylski, A. K. (2015). The debate over digital technology and young people. *British Medical Journal*, 351(8021), h3064. DOI: 10.1136/bmj.h3064
- Bishop, D. (2014). *Why most scientists don't take Susan Greenfield seriously?* <http://deevybee.blogspot.com/2014/09/why-most-scientists-dont-take-susan.html>
- Boesch, C. (2012). *Wild cultures: A comparison between chimpanzee and human cultures*. Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9781139178532
- Bolger, B. J., Schneider, W. & Perfetti, C. A. (2005). Cross-cultural effect on the brain revisited: Universal structures plus writing system variation. *Human Brain Mapping*, 25, 92–104. DOI: 10.1002/hbm.20124
- Bruner, J. (2004). *Az oktatás kultúrája*. Gondolat.
- Bruner, J. (2005). *Valóságos elmék, lehetséges világok*. Új Mandátum.
- Buzsáki, Gy. (2007). A neuronpopulációk és az epizodikus memória között a hippocampalis théta oszcillációk alkotják a kapcsolatot: a Grastyán-iskola öröksége. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 62, 163–179. DOI: 10.1556/mpszle.62.2007.2.1
- Carruthers, P. (2006). *The Architecture of the Mind*. Oxford University Press. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199207077.001.0001
- Chomsky, N. (2004). A biolingvisztika és az emberi minőség. *Magyar Tudomány*, 165, 1354–1377
- Cloves, R. W. (2019). Screen reading and the creation of new cognitive ecologies. *AI & Society*, 34, 705–720. DOI: 10.1007/s00146-017-0785-5
- Coltheart, M. (2014). The Neuronal Recycling Hypothesis for Reading and the Question of Reading Universals. *Mind & Language*, 29, 255–269. DOI: 10.1111/mila.12049
- Crary, N. (2019). *Hogyan változtatja meg agyunkat az internet? – A sekélyesek kora*. HVG Könyvek.
- Csépe, V. (2006). *Az olvasó agy*. Akadémiai Kiadó.
- Csibra, G. & Gergely, Gy. (2007). Társas tanulás és társas megismerés: A pedagógia szerepe. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 62, 5–30. DOI: 10.1556/mpszle.62.2007.1.2
- Csibra, G. & Gergely, G. (2011). Natural pedagogy as evolutionary adaptation. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 366, 1149–1157. DOI: 10.1098/rstb.2010.0319
- Dehaene, S. (2007). A Few Steps Toward a Science of Mental Life. *Mind, Brain, and Education*, 1, 28–47. DOI: 10.1111/j.1751-228X.2007.00003.x
- Dehaene, S. (2009). *Cerebral constraints in reading and arithmetic: Education as a 'neuronal recycling' process*. Cambridge University Press.
- Dehaene, S. (2014). *Reading in the brain: the science and evolution of a human invention*. Viking.
- Dehaene, S. & Cohen, L. (2007). Cultural recycling of cortical maps. *Neuron*, 56, 384–398. DOI: 10.1016/j.neuron.2007.10.004
- Dehaene, S. & Cohen, L. (2011). The unique role of the visual word form area in reading. *Trends in Cognitive Sciences*, 15, 254–262. DOI: 10.1016/j.tics.2011.04.003
- Dehaene-Lambertz, G., Monzalvo, K. & Dehaene, S. (2011). The emergence of the visual word form: Longitudinal evolution of category-specific ventral visual areas during reading acquisition. *PLOS BIOLOGY*, 16(3), e2004103. DOI: 10.1371/journal.pbio.2004103
- Déjerine, J. (1892). Contribution à l'étude anatomo-pathologique et clinique des différentes variétés de cécité verbale. *Société de Biologie – Comptes rendus et mémoire*, 4, 61–90
- Dennett, D. & Roy, D. (2015). Our Transparent Future: No secret is safe in the digital age. The implications for our institutions are downright Darwinian. *Scientific American*, 312(3), 32–27. DOI: 10.1038/scientificamerican0315-64
- Donald, M. (2001). *Az emberi gondolkodás eredete*. Osiris.
- Donald, M. (2017). The evolutionary origins of human cultural memory. In Wagoner, B. (szerk.), *Handbook of culture and memory*. Oxford University Press. 32–67. DOI: 10.1093/oso/9780190230814.003.0002
- Feng, X., Monzalvo, K., Dehaene, S. & Dehaene-Lambertz, G. (2022). Evolution of reading and face circuits during the first three years of reading acquisition. *NEUROIMAGE*, 259, 119394. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2022.119394
- Feng, X. és mtsai (2020). A universal reading network and its modulation by writing system and reading ability in French and Chinese children. *Life*, 9, e54591. DOI: 10.7554/eLife.54591
- Gazzaley, A. & Rosen, L. D. (2016). *The Distracted Mind: Ancient Brains in a High-Tech World*. The MIT Press.
- Givón, T. (2002). *Bio-linguistics: The Santa Barbara lectures*. Benjamins. DOI: 10.1075/z.113
- Gould, S. J. & Vrba, E. S. (1982). Exaptation – a missing term in the science of from. *Paleobiology*, 8, 4–15. DOI: 10.1017/S0094837300004310

- Greenfield, S. (2010). Identitás a XXI. században. HVG Könyvek
- Greenfield, S. (2015). *Mind Change: How Digital Technologies Are Leaving Their Mark on our Brains*. Random House.
- Hsu, C.-H., Clariana, R. Schloss, B. & Li, P. (2019). Neurocognitive signatures of Naturalistic Reading of Scientific texts: A Fixation-Related fMRI study. *Scientific Reports*, 9, 10678. DOI: 10.1038/s41598-019-47176-7
- Kim, J. S., Kanjlia, S., Merabet, L. B. & Bedny, M. (2017). Development of the Visual Word Form Area Requires Visual Experience: Evidence from Blind Braille Readers. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*, 37(47), 11495–11504. DOI: 10.1523/JNEUROSCI.0997-17.2017
- Kozyreva, A., Lewandowsky, S. & Hertwig, R. (2020). Citizens versus the Internet: Confronting digital challenges with cognitive tools. *Psychological Science in the Public Interest*, 21, 103–156. DOI: 10.1177/1529100620946707
- Kozyreva, A., Wineburg, S., Lewandowsky, S. & Hertwig, R. (2022). Critical ignoring as a core competence for digital citizens. *Current Directions in Psychological Science*. DOI: 10.1177/09637214221121570
- López-Barroso, D. és mtsai (2020). Impact of literacy on the functional connectivity of vision and language related networks. *NeuroImage, [s. l.]*, 213. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2020.116722
- Luria, A. R. (1970). The Functional Organization of the Brain. *Scientific American*, 222(3), 66–78. DOI: 10.1038/scientificamerican0370-66
- Lurija, A. R. (1975). *Válogatott tanulmányok*. Gondolat.
- McLuhan, M. (1964). *Understanding media: the extension of man*. McGraw Hill.
- Menary, R. (2014). Neural Plasticity, Neuronal Recycling and Niche Construction. *Mind and Language*, 29, 286–303. DOI: 10.1111/mila.12051
- Newell, A. (1980). Physical symbol systems. *Cognitive Science*, 4, 251–283. DOI: 10.1207/s15516709cog0402_2
- Newell, A. (1989). *Unified Theories of Cognition*. Harvard University Press.
- Newell, A. & Simon, H. (1982): A tapasztalati számítógéptudomány – szimbólumok és keresés. In Csáki, F. (szerk.), *A rendszerelmélet mint társadalmi igény*. Akadémiai. 227–256.
- Ong, W. J. (1982/2002). *Orality and Literacy: The Technologizing of the Word*. Routledge. DOI: 10.4324/9780203328064
- Paridon, J., Ostarek, M., Arunkumar, M. & Huetig, F. G. (2021). Literacy Enhances Recognition of Faces and Other Objects. *Psychological Science*, 32, 459–465. DOI: 10.1177/0956797620971652
- Park, D. C. & Huang, C. M. (2010). Culture Wires the Brain: A Cognitive Neuroscience Perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 5(4), 391–400. DOI: 10.1177/1745691610374591
- Pléh, Cs. (2007). A tanulási és fejlődési plaszticitás történelmi megközelítésben: Cajaltól Kandelig. *Psychiatria Hungarica*, 22(2), 108–123.
- Pléh, Cs. (2014). A nevelés biológiai és pszichológiai alapjairól. In Benedek, A. & Golnhofer, E. (szerk.), *Tanulmányok a neveléstudomány köréből, 2013. Tanulás és környezete*. MTA Pedagógiai Tudományos Bizottsága. 11–29.
- Pléh, Cs. (2017). Tudásfajták a kognitív kutatásban, az iskolában és a köznapokban. *Magyar Tudomány*, 178, 1387–1398. DOI: 10.1556/2065.178.2017.11.6
- Pléh, Cs. (2019). Az emlékezés hullámai: Ember – társadalom – kultúra 150 év emlékeztelméleteiben. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 74, 587–609. DOI: 10.1556/0016.2019.74.4.10
- Pléh, Cs és mtsai (2014). A lélek a web világában: kapcsolatok és tanulás az új ikt közegében. *Magyar Pszichológiai Szemle*, 69, 679–705. DOI: 10.1556/mpszle.69.2014.4.3
- Pléh, Cs. (2008, szerk.). *A fejlődési plaszticitás és az idegrendszer*. Akadémiai.
- Price, C. J. & Devlin, J. T. (2003). The myth of the visual word form area. *Neuroimage*, 19, 473–481. DOI: 10.1016/S1053-8119(03)00084-3
- Rathkopf, C. (2021). Neural Reuse and the Nature of Evolutionary Constraints. In Calzavarini, F. & Viola, M. (szerk.), *Neural Mechanisms. Studies in Brain and Mind, vol 17*. Springer. 191–208. DOI: 10.1007/978-3-030-54092-0_9
- Small, G. W., Moody, T. D., Siddarth, P. & Bookheimer, S. Y. (2009). Your brain on Google: patterns of cerebral activation during internet searching. *The American Journal of Geriatric Psychiatry: Official Journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*, 17(2), 116–126. DOI: 10.1097/JGP.0b013e3181953a02
- Small, G. W. és mtsai (2020). Brain health consequences of digital technology use. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 22, 2, 179–187. DOI: 10.31887/DCNS.2020.22.2.gsmall
- Sparrow, B. & Chatman, L. (2013). Social Cognition in the Internet Age: Same As It Ever Was? *Psychological Inquiry*, 24(4), 273–292. DOI: 10.1080/1047840X.2013.827079
- Sparrow, B., Liu, J. & Wegner, D.M. (2011). Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips. *Science*, 333, 776. DOI: 10.1126/science.1207745

- Tomasello, M. (2002). *Gondolkodás és kultúra*. Osiris.
- Tomasello, M. (2014). *A natural history of Human Thinking*. Harvard University Press. DOI: 10.4159/9780674726369
- Ullman, M. T. (2004). Contributions of memory circuits to language: the declarative/procedural model. *Cognition*, 92, 231–270. DOI: 10.1016/j.cognition.2003.10.008
- Ventura, P. (2014). Let's face it: reading acquisition, face and word processing. *Frontiers in Psychology*, 5. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00787
- Vörös, Z., Rouet, J.-F. & Pléh, C. (2011). Effect of high-level content organizers on hypertext learning. *Computers in Human Behavior*, 27(5), 2047–2055. DOI: 10.1016/j.chb.2011.04.005
- Vörös, Z., Pléh, C. & Rouet, J.-F. (2012). Incidental learning of links during navigation: the role of visuo-spatial capacity. *Behaviour and Information Technology*, 31, 71–81. DOI: 10.1080/0144929X.2011.604103

Jegyzetek

- ¹ Előadás a XXII. ONK rendezvényen, PTE, Pécs, 2022. november 17. Ezúton is köszönöm Steklács János meghívását. Az ünnepelt Géczy Jánosnak pedig azt köszönöm, hogy évtizedeken át biztatott megírásukra, s fogadta dolgozataimat az IQ-ban. Mindkettőnk meggyőződése, hogy az iskola állandóan megújulva a kultúra nyitottságának nemcsak befogadója és fontos közvetítője, hanem formálója és otthona is.

Absztrakt

Az ember kognitív tevékenységét számos kulturális rendszer teszi lehetővé, illetve irányítja. A mai evolúciós irányultságú kognitív pszichológia ezeket a rendszereket nem egyszerűen a 'magas kultúra' és az iskoláztatás konstruált következményeinek tartja, hanem olyan, beállítást és egyéni élet során történő stabilizációt igénylő reprezentációs fordulatok (Merlin Donald) eredményeinek, melyek az ember biológiai alapú szocialitásának és a kultúra önkényeit elfogadó természetes pedagógiai hozzáállásának (Csibra és Gergely) a következményei. A természetes nyelv mint egyetemes rendszer lehetővé teszi nemcsak a távoli dolgokról való kommunikációt, hanem a nem közvetlenül észlelt tudások elsajátítását, a Russell értelmében vett kettős episztemológia (érzékelésen és leírás alapuló tudás) megjelenését is. A nyelv mint elsődleges kulturális rendszer egyszerre ad számunkra kódokat és általános, illetve specifikus tudásokat. Ugyanaz érvényes a másodlagos kulturális rendszerekre, az írás/olvasás, számolás, zene stb. rendszereire is. A dolgozatban elsősorban az olvasásra és a webalapú tudásszervezésre összpontosítva bemutatom ezeknek a másodlagos rendszereknek néhány feszítő jellemzőjét, melyek a kognitív kutatás és a szervezett oktatás közös kérdéseibe helyezik őket. A másodlagos rendszerek, miközben lassan alakulnak ki az egyénnél, működésükben ugyanolyan gyorsak és hatékonyak, mint az észlelés elsődleges rendszerei. Miközben nincsenek evolúciósan kialakult előre specializált moduláris idegrendszeri „központjaik”, egy idegrendszeri újrahasonosítás (Dehaene) révén megtalálják a működtetésükhöz optimális agykérgi rendszereket. A paradoxonok mellett kitérek a mai legújabb rendszerek felvetette gondokra is. Vajon a digitális eszközök támogatta feladatmegoldás, a képernyőn keresztüli állandó vándorlás, az állandóan hozzáférhető tudásrendszerek kattintásnyi távolsága és például a webalapú tudáskeresés ki fogja-e alakítani a maga idegrendszeri fülkáját, mint az olvasás tette volt, illetve visszafejleszti-e vagy új kategorizációkra készíteti-e a meglévő kognitív rendszereinket?

Kulcsszavak: kognitív architektúrák, agy és kultúra, olvasás, neurális újreruvelés, webalapú tudás és tanulás.