

Áttekintés

Az agy megértése: útban egy új tanulástudomány felé

Overview

Understanding the Brain: Towards a New Learning Science

**Az Áttekintések az OECD kiadványok kivonatos fordításai.
Az Online Könyvesboltban (www.oecd.org/bookshop) díjmentesen állnak
rendelkezésre.**

Ez az Áttekintés nem hivatalos OECD fordítás.



ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

GAZDASÁGI EGYÜTTMŰKÖDÉSI ÉS FEJLESZTÉSI SZERVEZET

Bevezetés

Egy generációval ezelőtt nem lett volna érdemes megírni ezt a könyvet – egy generációval ezután pedig nem lesz érdemes visszaemlékezni rá. Manapság viszont időszerű és releváns. A ma élő emberek szerencsésnek mondhatják magukat, hogy tanúi lehetnek az agytudomány és az emberi tanulás megértése terén megmutatkozó egyre gyorsabb fejlődésnek. A jelen dokumentum egy vagy inkább több gyorsan változó tárgyat taglaló egyfajta „állapotjelentés”. A „tanulás és az agy” témakörében összeállított — együttműködésen alapuló és transzdiszciplináris — beszámoló előterjesztésével az OECD-CERI kezdeményezés több diszciplína összehozására vállalkozik annak bemutatása érdekében, hogy azok mit adhatnak egymásnak, illetve mit nyerhetnek egymástól.

A jelen publikációnak három célja van:

- kreatív párbeszéd kialakítása több diszciplína és érdeklődési kör (kognitív neurotudomány, pszichológia, oktatás, egészségügy, politikacsinálók) között;
- annak feltárása, hogy a kognitív neurotudomány milyen betekintést tud biztosítani az oktatás és az oktatáspolitikára számára és fordítva; valamint
- olyan, az emberi tanulás megértése terén felmerülő kérdések és problémák azonosítása, melyeknél az oktatás más diszciplínák segítségére szorul.

Az oktatás nem önálló diszciplína. Elméleti megalapozásánál ugyanis — az orvostudományhoz vagy az építészethez hasonlóan — más diszciplínákra támaszkodik. Az építészettől vagy az orvostudománytól eltérően azonban az oktatás fejlődésének még mindig a kezdeti szakaszában van. Az oktatás nem tudomány, hanem művészet.

Tanulmányozzuk csak át az alábbi beszámolót.

„«A mai orvosi oktatás megkülönböztető jellemvonása az alaposság, amivel az elméleti és tudományos ismereteket vegyítik azon tudással, amelyet az emberekről való gondoskodás gyakorlati felelőssége terén felhalmozott tapasztalat tanít...» Érvényes-e mindez a tanárképzésre is? A fiatalok vagy felnőttek oktatásának gyakorlati felelősségének terén nyert tapasztalat a motiváció, az önbizalom és a siker jó példájának mindennél nagyobb fontosságát hangsúlyozza. Ezek birtokában, a tanulás csak ritkán vall kudarcot; ezek nélkül viszont csak ritkán sikeres. A tanítás gyakorlati tapasztalatából levont ilyen és ehhez hasonló megfigyeléseket még nem támasztja alá a tudományos és elméleti ismeretek szilárd alapja. A tanulás tudománya — ami a humán pszichológia egyik ága — még mindig gyerekcipőben jár. A tanulási teória abban az értelemben tekinthető pre-tudományosnak, hogy egyelőre híjával van mind az előrejelző, mind a magyarázó képességnek. Ahhoz, hogy oktatási vagy képzési garanciát merjünk nyújtani, még nem értjük elég jól, hogy miként tanulnak a gyermekek és a felnőttek. Az oktatás tudománya linnéi fázisban van, hiszen példák listáját állítja össze a sikeres tanulásról, pontosítja és osztályozza a hatékony tanítási gyakorlatokat; de továbbra is

várja azt a Darwint, aki komoly elmélettel áll majd elő a tanulás magyarázatára vonatkozóan.”¹

Manapság az oktatás olyan pre-tudományos diszciplínának számít, amely elméleti alapozását tekintve a pszichológiára (filozófiára, szociológiára, stb.) támaszkodik. Ez a könyv annak lehetőségét vizsgálja, hogy stabilabb alapot tud-e biztosítani majdan a kognitív neurotudomány a tanulás megértéséhez és a tanítás gyakorlatához. Egyesek szerint ez a híd most még túl messze van². A múltban minden bizonnyal így volt, de vajon így lesz-e ez a jövőben is? Majd meglátjuk. Mindenesetre sokkal kisebb hibának számít az, ha valaki a startpisztoly eldördülése előtt ugrik ki, mint az, ha a startjel után sem mozdul meg.

Közhelyszerű megállapítás az, hogy az emberi agy megértése a tudomány előtti utolsó korlátot jelenti. Semmi kétség nem fér ahhoz, hogy a szellemi fejlődés útján mindig lesz a tudomány számára valamilyen új horizont. Ezen az úton viszont rendkívül nagy lépést jelent majd az agy komplexitásának a megfejtése. Úgy tűnik, hogy az agy megértését tekintve a tudomány jelentős előrelépések küszöbén áll. A jelen könyv célja az, hogy összefoglalja mindazt, ami már ismert, ami valószínűleg hamarosan ismertté válik, illetve ami valamikor még megismerhető lesz. A legnagyobb jóindulattal sem tehet azonban többet, minthogy kiragadja egy gyorsan pergő film egyetlen kockáját.

Lehet ugyan, hogy a tanítás és a tanulás még gyerekcipőben jár, de az is igaz, hogy gyorsan fejlődik. Számos tényező utal arra, hogy a *status quo* nem lehet tartós: ezek közé tartozik a késői tizenkilencedik és huszadik század nagy oktatási projektjének viszonylagos sikertelensége, az új tanulási technológiák hatásának küszöbön álló megjelenése, valamint (természetesen) a kognitív neurotudomány fejlődése. Több mint száz év óta minden hatodik fiatalember³ (valamint gyermekkorára visszaemlékező felnőtt) úgy nyilatkozik, hogy „gyűlöli (vagy gyűlölte) az iskolát”; azoknak is hasonló az aránya, akik még a munkahelyszerzéshez szükséges mértékben sem tudták elsajátítani az írás-olvasás és a számolás alapjait; emellett az iskolakerülők, a tanítást zavarók vagy a csupán nem figyelők aránya is nagyjából ugyanilyen. Számos országban, az egymást követő kormányok különféle kísérleteket tettek a helyzet javítására. De talán ez egy olyan probléma, amelyre nincs megoldás? Elképzelhető lenne, hogy a hagyományos értelemben vett oktatás minden hatodik tanulót óhatatlanul is kellemetlenül érint? Lehet, hogy a tanulás osztálytermi modellje „nem agybarát”?

Az ilyen felvetések — a számítógép megjelenésével párosulva —, az államilag ellenőrzött szolgáltatásnyújtás hathatossága és hatékonysága iránti növekvő kételyek, valamint a kognitív neurotudomány folyamatosan napvilágra kerülő eredményei miatt a hagyományos oktatás olyan sarokkövei kérdőjeleződnek meg, mint az iskolák, az osztálytermek, a (mai értelemben vett) tanárok vagy maga a tananyag, sőt, akár az olyan fogalmak is, mint az intelligencia vagy a képesség.

Bár ezeket a kérdéseket illetően a legtöbb ember bizonytalanabb, mint húsz évvel ezelőtt, afelől nincs semmi kétség, hogy az oktatás művészetét gyakorlók valószínűleg olyan betekintést kaphatnak az emberi tanulásba, amely tesztelhető hipotéziseket eredményez majd a tudósok számára. Az egyrészt a kognitív neurotudományok (ideértve a pszichológiát is),

¹ Ball, C. (1991), „Learning Pays” 4.19, *RSA*

² Dr. John Bruer meggyőző érvelése szerint. Lásd a 4. fejezetet.

³ Ez az adat az Egyesült Királyságból származik; az OECD által végzett legutóbbi PISA vizsgálat első eredményei szerint azonban a fejlett országokban a helyzet még ennél is rosszabb lehet (lásd: www.pisa.oecd.org és a *Knowledge and Skills for Life – First results from PISA 2000* (OECD, 2001), 4.1 és 4.2 táblázat, 265-266. o.).

másrészről az oktatás közötti forgalom nem — és nem is lehet — csupán egyirányú. Az oktatók megfigyelése és tapasztalata gyakran azonosít olyan kérdéseket, amelyek tudományos vizsgálatot és magyarázatot igényelnek. Jó példa erre mondjuk a korai tanulás, az önbecsülés és a motiváció fontossága.

Az alábbi szöveg tájékozott, általános olvasóközönség számára készült. Célja az, hogy a nem szakemberek számára is érthető legyen. A szöveg arra törekszik, hogy kerülje a csak zárt körben érthető nyelvezetet, a szakmai vitákat, illetve az álláspontok védelmét. Az olvasót azonban óva kell inteni attól a feltételezéstől, miszerint mindannyian egy közös nyelven és koncepcionális kereten belül mozognánk. Az olyan fogalmak, mint a *plaszticitás* — amely ugyan központi szerepet játszik az agytudományban, de ismeretlen az oktatásban — vagy az *intelligencia* — ahol majdnem a fentiek ellentéte igaz! — azt mutatják, hogy különböző megközelítések különböző nézőpontokhoz vezetnek. Nem probléma. Az új területeket feltérképezők is mindig a háromszögelés módszerét alkalmazzák, több nézőpontot alapul véve. Veszélyesebbek viszont az olyan fogalmak, mint a *stimulálás*, amely mindkét diszciplínában gyakori, de nem feltétlenül jelenti ugyanazt. Óvatos haladásra, gondos mérlegelésre és annak eldöntésére van tehát szükség, hogy jelenleg milyen messzire juthat egy az agyról és a tanulásról szóló, együttműködésen alapuló jelentés.

Az alábbiakban az emberi tanulással kapcsolatos tíz olyan kérdés szerepel, amelyek alapvető fontosságúnak tűnnek és amelyek megvilágítása egy ilyen típusú jelentéstől minden bizonnyal elvárható. Mindegyik a sikeres tanulás elősegítésével kapcsolatos kérdésekre összpontosít — függetlenül attól, hogy a siker mérőszámát a tanulmányi vagy szakmai teljesítmény, a társadalmi vagy munkahelyi felelősség, vagy személyes megelégedettség jelenti-e.

1. Hol van az adottság és a nevelés közötti egyensúly a sikeres tanulás elősegítése terén?

A génjeink vajon egy életre szóló ítéletet mondanak ki felettünk? Vagy elsajátíthatjuk-e például a gyorsabb tanulás képességét? Hogyan teremtsünk egyensúlyt a genetikai meghatározottság és az olyan feltevés alkotta két véglet között, miszerint „bármilyen lehetséges, feltéve ha a gyerek jó családban nő fel és jó iskolába jár”?

2. Mennyire fontosak a korai évek az élethosszig tartó sikeres tanulásban?

Azokat, akik szerint korai éveink tapasztalatai kritikus fontossággal bírnak a pozitív hozzáállás, a lényeges képességek, valamint az elemi, a középszintű és a felnőttkori oktatás szilárd megalapozásában, gyakran éri az a vád, hogy a „korai tanulás mítoszát” vallják. Melyek a csecsemő agyának fejlődési szakaszai? Hogyan tudjuk a legjobban elősegíteni az egészséges növekedést?

3. Mennyire fontos a „természetes fejlődés” és a „kulturális nevelés” közti különbségtétel?

A gyermekek természetes úton tanulnak meg beszélni és járni. Hacsak nem akadályozza őket valamilyen komoly fogyatékoság vagy kártékony bánásmód, akkor erre mindannyian képesek, még hozzá nagyjából azonos életkorban. A trigonometria és a tangó elsajátítása viszont már egy másik kategória, hiszen nem természetesen történik. Egyrészt nincs „normális életkor” ezen képességek elsajátítására, másrészt pedig az ilyesmit nem is tanulja meg mindenki. Bár az utánzás kulcsszerepet játszó stratégia mind a természetes fejlődésben, mind a kulturális nevelésben, ezek mégis különböző folyamatoknak tűnnek. De tényleg azok-e? Vajon elképzelhető-e, hogy az agy valamilyen meghatározott módon van programozva a természetes fejlődésre, míg a „kulturális nevelés” kategóriájába tartozó tanulási élményekre egy másfajta általános fogékonyságot mutat (vagy nem mutat!)?

4. Amennyiben a különbségtétel jelentős, hogyan tudjuk legjobban elősegíteni ezt a két tanulási típust – a „természetes fejlődést” és a „kulturális nevelést”?

Amennyiben létezik a „korai évek mítosza”⁴, úgy ez a különbségtétel hatásainak át nem gondolásából fakad. A „természetes fejlődés” nagy valószínűséggel nem kíván többet, mint nagyjából elfogadható körülményeket, vagyis „elég jó” szülőket, kielégítő otthonot, illetve elegendő enni- és innivalót. A szeretetet, a stimulálást, a táplálást, a testmozgást, a beszélgetést és a jó környezetet valószínűleg biztosítja mindazt, amire a csecsemőnek az egészséges „természetes fejlődéshez” szüksége van. A „kulturális nevelés” már más dolog: először is, majdnem biztos, hogy szükségünk lesz egy tanárra, ha meg akarunk tanulni olvasni, táncolni vagy éppen autót vezetni. Milyen mennyiségű „kulturális nevelés” a megfelelő a korai években, és hogyan tudjuk ezt legjobban megadni a gyermek számára?

5. Milyen mértékben korfüggő egyes hozzáállások, képességek és ismeretek sikeres elsajátítása?

A növekedéssel járó tanulás („érés”) nyilvánvalóan korfüggő. A pubertás idején például egyre mélyül az ellenkező nem tudomásul vétele és az iránta megmutatkozó érdeklődés. Mi a helyzet azonban a „kulturális nevelés” normál tananyagát alkotó hozzáállásokkal, képességekkel és ismeretekkel? Az eltökéltség, a csapatmunka és a színek elsajátítása például már a bölcsődében megtörténik. Mi a helyzet viszont az olvasással, a második (vagy harmadik) nyelvvel, a szülői szereppel, az elnökléssel, a toleranciával, a szörfözéssel, a zongorával, a sakkal, az integrálszámítással, az elsősegélynyújtással, a főzéssel, a problémamegoldással, az én-tudattal, a táncsal ... és így tovább? Elképzelhető-e, hogy ezek némelyikére bizonyos életkorban különösen fogékony az emberi agy? S ha igen, miért és hogyan?

⁴ Bruer, J.T. (1999c), *The Myth of the First Three Years: A New Understanding of Early Brain Development and Lifelong Learning*. New York: Free Press

6. Miért olyan nehéz az utólagos oktatás?

Ez az előző kérdés másik oldala is lehetne. A valamilyen sérülés vagy rossz bánásmód következtében egyes fejlődési szakaszokat kihagyó gyerekek később csak nehezen tudnak társaikhoz felzárkózni. Ha például egy gyerek tíz éves korára nem tanul meg járni vagy beszélni, akkor ezekkel valószínűleg mindig is küszködni fog. Elképzelhető-e, hogy az agy fogékonysága fokozatosan csökken egyéb tanulási formák iránt is, különös tekintettel a „kulturális nevelés” tananyagára?

7. Mit lehet elmondani a különböző „tanulási stílusokról”?

Úgy tűnik, a kulcskérdés az, hogy az emberek vajon rendelkeznek-e különböző tanulási stílusokkal, illetve hogy ezek velünk születnek-e, vagy pedig felnőtté válásunk során alakítjuk ki és tanuljuk meg őket? Gyakran emlegetik azt, hogy bizonyos emberek a szemük segítségével, mások a fülükkel, megint mások pedig érintés és tapintás által tudnak a legjobban tanulni. Az igazság persze nyilván az, hogy mindannyian más és más keverékét szeretjük ezen tanulási módoknak⁵. A „tanulási stílusok” fogalmának egyéb megközelítéseinél esik még szó növekményes tanulókról, „először a végére ugró” tanulókról, gondolkodó vagy kísérletező tanulókról, egy vagy több készséget (például nyelvek, számolás, zene) előnyben részesítő tanulókról, társasági vagy magányos tanulókról, stb. Mindezidáig nem született meg a tanulási stílusok koherens elmélete⁶. Mit taníthat hát számunkra erről a kérdéstről az agy tudománya?

8. Mi az intelligencia?

Az IQ elmélet már legalább egy évszázada tölt be uralkodó szerepet az oktatásban. Szélsőséges, leegyszerűsítő és népszerű formájában azt látszik állítani, hogy intelligenciánk olyan egyetlen, születésünkkel meghatározott entitás, amely egyfajta üveglafonként korlátozza a sikeres tanulásra való lehetőségünket. Ez minden bizonnyal az emberi intelligencia hiányos és pontatlan leírása. S mégis, bizonyos emberekről tényleg úgy tűnik, hogy gyorsabban képesek tanulni, mint mások – vagy talán csak *bizonyos dolgokat* képesek másoknál gyorsabban megtanulni? Mi a különbség a sokszor elhamarkodottan csak „tompagyúnak” vagy „éles eszűnek” nevezett gyerekek agya között? Vajon „többszörös intelligenciánk” van-e, vagy csak egyszerűen?

⁵ Emellett, a józan ész azt sugallja, hogy a tanulási stílus valószínűleg nem csak az alany (a tanuló), hanem a tárgy (a tartalom), valamint annak függvénye is, hogy az alany miként bánik a tárggyal.

⁶ Az OECD Titkársága ezennel egyértelműen el kívánja határolni magát a jelen publikáció bármely olyan értelmezésétől, amely az egyedi különbségeinek és a különböző tanulási stílusoknak az elvére alapozva megkísérelne bizonyos géneket összefüggésbe hozni az IQ-val és ily módon rasszista felhangokat sugallna az emberi közösség bármely csoportja irányában. Az ilyen értelmezések elítélendők, a szerzők pedig semmilyen módon nem kívánnak foglalkozni az ilyen meggyőződésekkel, sem a jelen munkában, sem az agykutatás és a tanulástudományok területén végzendő vizsgálatok során.

9. Mi az érzelmi intelligencia?

Ha az agy limbikus rendszere (többek között) az érzelem székhelye, a kortikális régió pedig a gondolkodás felelőse, akkor mit jelent az „érzelmi intelligencia”? Vajon ez érzelmeink természetes éréseinek, vagy nevelésének, illetve képzésének az eredménye-e? Mit kezdünk azzal a paradoxonnal, hogy míg az IQ elmélete valószínűtlennek tűnik, de nyilvánvalóan mérhető, addig az „érzelmi intelligencia” nem mérhető, viszont nagyon kedvünkre való elképzelés?

10. Hogy működik a motiváció?

Mit mond a tudomány az általunk szeretett és nem szeretett dolgokról? Miért különböznek az emberek abban, hogy mi érdekli, izgatja, untatja vagy taszítja őket? Mi a különbség az agyban egy dolog „nagyjából akarása” és „igazán akarása” között? Mi történik akkor, amikor megváltozik a motivációnk, vagy amikor valaki más hatására tűzünk ki új célt magunk elé?

Bármilyen fontosak is ezek a kérdések, talán túl általánosak. Az ehhez hasonló jelentések értékes betekintést adhatnak ugyan, de aligha várható el tőlük, hogy a tanulás teljes részletesen bemutatott „új térképét” adják. A *status quo* megbolygatása azonban elvárható tőlük. Minél többet tanulunk az emberi agyról, különösen a korai években, annál kevésbé leszünk elégedettek a hivatalos oktatás által előírt hagyományos osztálytermi modellel és tananyaggal. Ez az aggály különösen akkor erősödik fel, amikor például megpróbáljuk kiértékelni azt, hogy milyen relatív érdemokről lehet beszélni a csecsemőjéről gondoskodó anyát és a csecsemők intézeti ellátását, az otthoni iskoláztatást és a formális iskolarendszert, valamint a serdülők természetes érdeklődési körét és egy nemzeti tanterv szigorát vizsgálva. Nem egyértelmű az, hogy a fiatalok oktatására szolgáló jelenlegi megoldások vajon a legjobban fejlesztik-e a képzelőerőt és a kreativitást⁷, valamint az önállóságot és az önbecsülést. Minden korosztály, de különösen a fiatalok esetében újra kell gondolni a játék fontosságát, a (mind a kihívások, mind a félelmek miatti) stressz szerepét és az emberi faj változatosságából eredő kihatásokat. A lista persze korántsem teljes.

⁷ A tokiói fórum során Dr. Akito Arima [a Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) adatainak áttekintése kapcsán] megjegyezte, hogy gyermekkortól kezdve szükség van a kreatív gondolkodásra való nevelésre (lásd a tokiói jelentést az OECD honlapján: <http://www.oecd.org/pdf/M00022000/M00022657.pdf>).

I. rész: Premisszák

1 fejezet: Az oktatás kontextusa

Hat tisztességes szolgám van
(Mindent tőlük tudok)
Új hívják őket: *ki, s hogyan,*
Hol, mi, s miért, mikor.

(Rudyard Kipling)

„Az oktatás tiszta roncs, de a roncsokban is lehet kincsre lelni.” E megjegyzés, amelyet egy iskolás fiú tett körülbelül tíz éve, találónan ragadja meg a modern oktatás paradoxonját: egyszerre értékes és lehangoló. Nem váltak teljesen valóra azon fejlett társadalmak nagy reményei, amelyek a 19. században létrehozták polgáraik számára az egységes, kötelező és ingyenes elemi oktatást. Ehelyett az történt, hogy sok fiatal — saját elmondása szerint — gyűlöli az iskolát⁸, még a munkahelyszerzéshez szükséges mértékben sem tudja elsajátítani az írás-olvasás és a számolás alapjait; emellett zavarja a tanítást, iskolakerülővé válik, vagy a „szellemi iskolakerülést” választja.

Mégis, senki nem kérdőjelezi meg a jó oktatás értékét azok közül, akik az előnyeit megtapasztalták. A tanulás az egészség, a gazdagság és a boldogság egyfajta forrása. Az oktatás a jó élethez vezető utat jelenti. A tanulás kifizetődő — és a tanulás erőt ad. A hatékony tanulás, amely a születéskor kezdődik és még az öregkorban is folytatódik, minden egyén számára egy sikeres élet komoly reményét nyújtja. Az új tanulási program első, legfontosabb eleme az „élethosszig tartó tanulás mindenki számára” jelszóban összegezhető. Ez a jelszó jól mutatja azt, hogy az elmúlt években milyen nagy változáson mentek keresztül a tanulásról alkotott elképzelések és az oktatáshoz való hozzáállás. S a változás még mindig tart — nem utolsósorban a társadalmak által az említett tényezőknek tulajdonított fontosság terén. A 20. század második felében az emberi tanulás a kormányok és választópolgáraik viszonylag csekély jelentőségű ügyéből komoly világméretű kérdéssé, számos országban pedig egyenesen a legfontosabb üggyé nőtte ki magát.

⁸ Lásd: www.pisa.oecd.org és a *Knowledge and Skills for Life - First results from PISA 2000* (OECD, 2001), 4.1 és 4.2 táblázatok, 265-266. old.

Ennek a változásnak mindenütt nyilvánvaló jelei vannak. A média étvágya kielégíthetetlen a tanulás témája iránt. Az oktatási szolgáltatások piaca rohamos bővülést mutat. A kormányok a bölcsődei oktatás bevezetésének, az iskolák javításának és a felsőoktatáshoz való hozzáférés növelésének a kihívásaival birkóznak. Manapság mindenféle szervezet és vállalat „tanuló szervezetté” kíván átalakulni. A magánszemélyek saját személyes tanulási tervüket készítik, hogy valóra váljon az „élethosszig tartó tanulás” szónoki fordulata. Kevesen állítanák ma azt, hogy Disraeli tévedett, amikor 1874-ben azt mondta: „Ennek az országnak a sorsa az itt élő emberek oktatásától függ”. A paradoxon feloldása azonban még mindig várat magára. Milyen további reformok segítségével lehetne többet kínálni a diákoknak, mint csupán „kincseket a rongcsokban”? Vagy inkább az oktatási szolgáltatásnyújtás forradalmi megváltoztatását kellene fontolgatnunk?

1.1. Ki és miért?

Az *intelligencia* kellemetlen szó az oktatók számára – vagyis az kell, hogy legyen. Még akkor is, ha természetesen nem mindenki tesz egyenlőségjelet az “intelligencia” és az “IQ” közé, úgy beszélünk, mintha értenénk, úgy teszünk, mintha az IQ mérhető lenne, diákjainkat pedig magabiztosan soroljuk be a különböző osztályokba, jóllehet az igazság az, hogy az emberi intelligenciáról kevés dolgot tudunk egyértelműen. Az IQ elmélet népszerű és leegyszerűsítő magyarázatai azt tanítják számunkra, hogy az intelligencia az egész életre meghatározott, egyedüli entitás és (a legtöbb ember számára) egyfajta üvegplafonként akadályozza a magas szintű tanulás eredményességét. Nagy valószínűséggel mindhárom elgondolás hamis. Howard Gardner⁹ munkája sok embert meggyőzött a többszörös intelligencia fogalmáról. Daniel Goleman¹⁰ bevezette az érzelmi intelligencia (EI) új fogalmát, amely tovább bonyolítja a képet. Bármi legyen is, az intelligencia kétségtelenül összetett dolog.

Számos egyén tapasztalhatta már saját élete és tanulási folyamata során, hogy a rögzített és az emberi élet során nem változó intelligencia gondolata erősen megkérdőjelezhető, ha nem kifejezetten együgyű elképzelés. Az iskolában tompaagyúnak tűnők közül később sokan szereztek diplomát különféle távoktatási intézményeknél és/vagy tűntek ki munkahelyükön. Az iskolában jól teljesítők közül viszont akadtak olyanok, akik felnőttként már nagyon nehezen találták a helyüket. Bár általánosságban nyilván igaz az, hogy egyes emberek másoknál gyorsabban tanulnak, tanulásunk sebességét (amely valószínűleg az intelligencia fogalmának egyik kulcseleme) nagyban befolyásolják az olyan egyéb tényezők is, mint az önbizalom, a motiváció és a tanulási környezet kompatibilitása.

Manapság már teljesen furcsának tűnik az az elképzelés, miszerint az emberi intelligencia szigorúan korlátozott vagy csak korlátozott mértékben áll rendelkezésre. Negyven évvel ezelőtt az OECD országok lakói közül csak nagyon kevesen tanultak tovább a felsőoktatásban. Manapság az embereknek több mint 30%-a tanul egyetemen vagy főiskolán. Az 1963-ban az Egyesült Királyságban publikált “Robbins-jelentés” állítása igaznak bizonyult: „A képességek összessége még a bibliai özvegyasszony kiapadhatatlan korsójánál¹¹ is komolyabb készletet jelent, hiszen amikor egy adott generáció tekintetében többet szánnak a felsőoktatásra, akkor a

⁹ Gardner, H. (1983), *Frames of Mind*, London.

¹⁰ Goleman, D. (1995), *Emotional Intelligence*, New York.

¹¹ Lásd: Királyok első könyve 17, 10-16.

következő generáció esetében rendszerint több áll majd rendelkezésre „. Mivel egyre többen kezdenek és végeznek el felsőfokú kurzusokat, az emberi intelligencia határaitól (az oktatási eredmények szerinti mérés alapján) csak egyetlen dolog állítható bizonyossággal, mégpedig az, hogy a határok ismeretlenek és várakozásainkat továbbra is felülmúlják.

Ez a nézet nem tagadja annak valószínűségét, hogy genetikai örökségünk bizonyos mértékben megszabja tanulási lehetőségünket, vagy hogy az agy gyerekkori alakulásának nagy szerepe van a későbbi tanulás befolyásolásában, vagy hogy a siker további sikerhez (és a kudarc további kudarchoz) vezet. Ez a nézet azt állítja, hogy a szó szoros értelmében senki nem képtelen a hasznos továbbtanulásra.

Egyesek azon a véleményen vannak, miszerint a kivételes teljesítményeket elérők gyermekkoruk elején általában három lényeges tényező megtapasztalásában részesülnek: komoly kölcsönhatás „szeretetteljes, de sokat követelő felnőttekkel”¹², olyan felfedező jellegű tananyag, amely sok lehetőséget biztosít a tanuló kísérletezésének és kezdeményezőkézségének, és csupán korlátozott hozzáférés egyenrangú társak azon csoportjaihoz, amelyek a tanulás szempontjából negatív hatást gyakorolnának. Természetesen igaz az, hogy az egyenrangú társak alkotta csoportok támogatást és pozitív kihívást is jelenthetnek a tanuló számára. A káros hatás esélye azonban legalább olyan nagy (ha nem nagyobb), mint a kedvező hatása.

1.2. Mit és mikor?

A mit tanuljunk és a mikor tanuljunk ugyanolyan, egymással összefüggő kérdéseknek bizonyulnak, mint az előző bekezdésekben szereplő *miért tanuljunk?* és *kinek kell tanulnia?* kérdések. Amennyiben a tanulási modell továbbra is a „kezdeti oktatás” elsődlegességében gyökerezik (a „további oktatásnak” talán korlátozott szerepet szánva), úgy az iskolai és egyetemi tananyagot általában a lehető legtöbb értékes dologgal terhelik meg attól félve, hogy a tanulók elszalasztják legjobb lehetőségüket. De ha tényleg komolyan gondoljuk azt, amit az élethosszig tartó tanulásról mondunk, akkor a fiatalok tananyaga tehermentesíthető, a kívánatos tananyag pedig az élethossz figyelembe vételével osztható el¹³. A trigonometria például, vagy a japán nyelv, vagy Latin-Amerika történelme és földrajza mind érdekes tantárgy – de egyikük sem annyira lényeges, hogy az Európában élő emberek kezdeti tananyagát képezze. Mi hát akkor a lényeges?

Az összes megtanulásra szánt dolgot magába zsúfoló Nemzeti Tanterv jelenlegi modelljével szemben tehát lehetségessé válhat egy „létfonosságú átfogó minimumtananyag” kialakítása. Hogy ebben mi szerepelhet? Írni-olvasni tudás (írás, olvasás, beszéd és hallás utáni megértés) az anyanyelven és legalább egy másik nyelven¹⁴; számolókészség, kulturális

¹² Lásd *Knowledge and Skills for Life - First results from PISA 2000* (OECD, 2001), 6.5 és 6.6 táblázatok, 289-290 old.

¹³ A kognitív funkciók elsajátítására való „érzékeny periódusok” a jövőben igen hasznos eszköznek bizonyulhatnak e „kívánatos tananyag” tervezésénél. Lásd Dr. Hideaki Koizumi megjegyzéseit a „neuronális plaszticitáson (és periodicitáson) alapuló oktatási rendszerek átszervezése” témájában a 4.5.3. pontban.

¹⁴ Két kérdést kell itt felvetni: Először: az a személy, aki csak egy idegen nyelvet tanul (amely egyébként könnyen lehet, hogy nem elegendő) valószínűleg angolt kell, hogy tanuljon, mivel manapság ez tölti be a „világnyelv” (a modern „lingua franca”) szerepét; azonban, és különösen, ha azt vesszük, hogy egy (legalább) második idegen nyelv elsajátítása egyre inkább szükséges az egyéni versenyképesség szempontjából, akkor feltétlenül lényeges-e, hogy ebben a „lényegre törő tananyagban” az angol legyen a nem angol anyanyelvűek által (időrendben) először tanult idegen nyelv? Másodszor: az angol anyanyelvűek mentesüljenek-e egy idegen nyelv tanulása alól pusztán azért, mert az anyanyelvük a „világnyelv”? Nagy a kísértés, hogy erre önkéntelenül is igennel válaszoljunk. Bár nem biztos, hogy ha egy idegen nyelvet sem veszünk fel a tananyagba, akkor annak nem lesz negatív hatása egyéni és közösségi szinten egyaránt. Ez azonban már egy másik történet. A kérdést viszont mégis fel kell vetni egy bizonyos ponton, különösen azért, mert

tájékozottságból (ideértve a történelem, a földrajz, a tudomány és a technika lényeges elemeit, azzal, hogy a zene, a művészet, a színjátszás és a sport terén legyenek képességfejlesztési lehetőségek), egyéni és szociális képességek, értékek és etika, a tanulás módjának elsajátítása (ideértve természetesen a kognitív neurotudomány elemeit: az agy jellege, az agy tanulási folyamata, stb.)... és még mi egyéb? Az ilyen „lényegre törő tananyag” bőven hagyna helyet és időt a gyorsabb tanulóknak arra, hogy egyéb tárgyakat és területeket járjanak be, míg a lassabb tanulók legalább jó esélyt kapnának annak megtanulására, amit mindnyájunknak tudni és érteni *kell*, illetve amire mindnyájunknak képesnek *kell* lenni ahhoz, hogy életünk és munkánk során hatékonyan működhessünk.

Egy tananyag hagyományosan három elemből áll: ismeretekből, képességekből és hozzáállásokból (IKH). A hagyományos oktatásban alkalmazott tananyagok rendszerint a képességeknél többre becsülik az ismeretet, a hozzáállásoknál pedig a képességeket. Az élet és a munka tapasztalata más fontossági sorrendet sugall: HKI. A jó minőségű élet vagy a kellemes állás kulcsát a pozitív hozzáállások (például a felelősségérzet, a reménykedés, az önbizalom és a bizalom) jelentik. A képességek (például a kommunikáció, a csapatmunka, a szervezés és a problémamegoldás) szintén lényegesek. Most, amikor a világ ismeretanyagának nagy része a könyvek vagy az Internet segítségével már könnyen hozzáférhető, egyre kevésbé lesz fontos az, hogy az ember saját agyában tárolja mindezt¹⁵. A kihívás az, hogy tanuló társadalmat (és nem „ismereten alapuló társadalmat”¹⁶) hozzunk létre a 21. század számára; egy tanuló társadalomnak pedig HKI tananyagra lesz szüksége.

A fiatalabb agy számos tárgy esetében gyorsabban tanul, mint az öreg; a felnőttek viszont gyakran jobban motiváltak a tanulásra, mint a gyerekek. Összességében tehát a sikeres tanulás szempontjából a motiváció fontosabb, mint a fiatalság – bár a kettő kombinációja természetesen verhetetlen. Talán érdemes lenne egy — a fentiekben vázolt — kötelezően előírt „lényegre törő tananyagot” fontolóra vennünk — összekötve azt a *bízzunk a tájékozott tanuló igényében* (BITI) merész liberális elvével —, mielőtt megtörtént a lényeges tananyag elsajátítása. Egy ilyen szabályt követő nemzet — magától értetődően — hosszú és kemény vitákat folytatna arról, hogy pontosan mi is alkotja a „lényeges tananyagot” és gondos befektetéseket eszközölne az oktatási útmutatás terén.

Annyi mindenképpen világos, hogy a „múltban legjobb” dolog már nem feltétlenül egyenlő a „jövőben legjobb” dologgal. Egy olyan társadalomban, ahol kevés vagy egyáltalán nincs változás, az öregek bölcsessége és a múltból adódó tapasztalat jó útmutatással szolgál a fiatalok számára. A gyors és egyre gyorsuló változás korszakában azonban ez már nem feltétlenül igaz. Itt ugyanis a fiatalok az öregeknél már jobban meg tudják ítélni azt, hogy számukra minek a megtanulása lényeges és a csupán kívánatos. Ezen két szélsőséges nézet között rendkívül hasznos lehet egy generációk közötti párbeszéd kezdeményezése.

valószínű, hogy egy idegen nyelv elsajátítása (és különösen annak korai elsajátítása) pozitív hatást gyakorol a brain-mapping-re (a kulturális nyitottságról nem is beszélve), ami az egyén számára komparatív (nem csak technikai természetű) előnyt biztosítana; ebben az esetben az idegen nyelvtudás hiánya viszont komparatív hátrányt eredményezhetne.

¹⁵ Ez egy másik kérdést vet fel, ezúttal az elsajátítandó ismeret tartalmára és szerkezetére vonatkozóan: ez a lényeges különbség a “tudni mit” (információ vagy “tények ismerete”) és a “tudni miért” (“a természet, az emberi elme és a társadalom mozgási elveinek és törvényeinek ismerete”) elvek között. Ez egy nagyon komplex vita, hiszen “a tanulás tanulása” és bármely “tudni miért” ismeret megszerzése nem érhető el egy minimális szintű “tudni mit” ismeret nélkül. Ha “egyre kevésbé lesz fontos az, hogy az ember a saját agyában tárolja mindezt [az információt]”, akkor rendkívül nyitott marad az a kérdés, hogy milyen alapvető információkat kell beépíteni a “létfonosságú átfogó minimumtananyagba”. (a “tudni mit” és a “tudni miért” pontosabb meghatározását és a fenti vita részletezését lásd: *Knowledge Management in the Learning Society* (OECD, 2000), különösen a 14ff. oldalak).

¹⁶Egyesek érvelése szerint minden emberi társadalom ismeretre alapuló társadalom, hiszen ennek van értelme; de nem minden emberi társadalom tanuló társadalom.

A felnőttkorban a BITI elvét kell útmutatóként használni. Amikor saját tanulásunkat irányítjuk —otthon, szabadidős tevékenységünk során, önálló tevékenységet folytatóként vagy nyugdíjasként — ez az elv érvényesül. Azt tanuljuk meg, amit tanulás céljából kiválasztunk magunknak. A munkahelyi foglalkoztatás világa ettől eltérő képet nyújt. Néhány szűklátókörű munkáltató még mindig nem ismerte fel a tanulás értékét a munkára nézve. Mások ugyan tisztában vannak a szakképzés és a vonatkozó képességek értékével, abban viszont kételkednek, hogy komoly üzleti kereslet mutatkozna a teljes dolgozói állomány tanulásába történő befektetésre. Kevesen ismerték fel azon állítás igazságát, miszerint „a tanulás kifizetődő”, illetve kevesen hajlandók lépéseket tenni az igazi tanuló szervezetek kialakítása felé. Ők azok, akik munkavállalóikat partnerként kezelve előmozdítják és ösztönzik a tanulás liberális megközelítését és betartják a BITI elvet. Azt ugyan csak az idő fogja megmondani, hogy melyik a legjobb módszer, de a harmadik tűnik a legígéretesebbnek.

1.3. *Hogyan és hol?*

Hogyan tanulnak a legjobban az emberek? S hol szeretnek a legjobban tanulni? Egyesek otthon szeretnek tanulni, mások a munkahelyen, megint mások az egyetemen. Az „otthon iskolázottak” figyelemre méltó eredményeinek forradalmi jelentősége lehet. Úgy tűnik, hogy számos tanulási stílus létezik, többek között eszköz (szem, fül vagy kéz), vagy a kedvenc készség, vagy a tanuló neme szerint, illetve az elmélet vagy gyakorlat, vagy a növekményes tanulás, vagy az „először a végére ugró” tanulás előnyben részesítése, stb. szerint. Mindenesetre a tanulási stílusokra vonatkozóan még semmilyen kielégítő elmélet vagy gyakorlati elemzés nem készült. Jelenleg annyit tudunk, hogy a sikeres tanulás akkor valószínű, ha a tanuló (a) nagyfokú önbizalommal és megfelelő önbecsüléssel rendelkezik, (b) erősen motivált a tanulásra és (c) tanulási környezetét „nagyfokú kihívás” és „alacsony fenyegetettség” jellemzi.

A tanulás kudarcot vall, amikor a mindössze négy akadályból egy (vagy több) meggátolja a siker elérését. Ezen tanulási akadályok a következők: (i) az önbizalom és az önbecsülés hiánya (a jóérzés tényező); (ii) gyenge motiváció (nem „igazán akar” tanulni); (iii) valós (vagy vélt) hiányos képesség („Túl nehéz” vagy „Nem vagyok képes rá”); (iv) a tanulási lehetőségek hiánya. A legtöbb oktatási vita az utolsó kettővel foglalkozik és olyan kérdéseket tanulmányoz, mint a „képességtartomány”, az IQ, a fogékonyság — vagy a hozzáférhetőség, egyenlő esélyek, az oktatási szolgáltatások növekvő mértékű biztosítása. Ezek a kérdések ugyan fontosak, de manapság nem ezek jelentik feltétlenül a tanulás legfőbb akadályait a fejlett világban. Tulajdonképpen egyfajta 20. századi eretnekségnek számított az, hogy minden erő erre a két kérdésre összpontosult, az első két kérdés szinte teljes kizárása mellett. A tanulók számára jelentkező elsődleges problémát az önbizalom és a motiváció képezi: ez az oktatók széles tábora által osztott elképzelés önmagában is termékeny talajt biztosíthatna a tudományos kutatáshoz.

Az önbizalom és az önbecsülés szükséges, de nem elégséges feltétele a motivációnak (az *igazán* tanulni akarásnak). Ezt az igazságot bármely boldog kisgyermek vagy magabiztos felnőtt megerősítheti. A jövő tanulási programjára vonatkozó kihívás tehát roppant egyszerű: a csecsemők veleszületett önbizalmának és önbecsülésének az erősítése (vagy helyreállítása). Minden „nagyfokú kihívás” és „alacsony fenyegetettség” által jellemezhető környezet

pontosan ezt teszi. A fenyegetettség kudarcból való félelmet vált ki; a kihívás a sikerre való törekvést bátorítja.

Amennyiben a „nagyfokú kihívás” és az „alacsony fenyegetettség” kombinációja ideális — ennek fordítottja pedig nyilván ártalmas — úgy az alábbi mátrix bemutatja az összes lehetséges kombinációt és a tanulóra (felőttre vagy gyerekre) gyakorolható hatásokat:

	nagyfokú kihívás	alacsony kihívás
nagyfokú fenyegetettség	„szorongó”	„tompagyú”
alacsony fenyegetettség	„éles eszű”	„elkényeztetett” vagy „közömbös”

Jó oktatás, hatékony képzés és sikeres tanulás a fenti ábra bal alsó sarkában történik. Mindez olyan éles eszű (talpraesett, magabiztos, önbizalommal telt, jól motivált és boldog) gyermekeket és felnőtteket produkál, akik *független tanulók*. Azok viszont, akiknek az élete és tanulása a másik három rubrikában zajlik, *függő tanulók* lesznek és kívánalmaik, motivációjuk és önbecsülésük tekintetében mindig másokra hagyatkoznak¹⁷.

Jelenleg már nem sok választ el bennünket attól, hogy mélységében is megértsük, hogyan tanulnak a legjobban az emberek — és hogyan lehet leginkább segíteni nekik. Az önbizalom és az önbecsülés (csakúgy, mint a tej és a narancslé) minden sikeres tanuló táplálásához nélkülözhetetlen. Ezek a minőségek ugyan lényegesek a hatékony motivációhoz, önmagukban azonban nem elégségesek. A jól motivált tanulóban égő vágy alakul ki a siker után: pontosan értik a tanulás hasznát, már kigyomlázták magukból a személyes elégtelenség vagy képtelenség minden érzését, jó tanulási lehetőségeket találtak maguknak, és elsődleges céljukat a tanulás sikeressége jelenti. Az emberi motivációnak minden bizonnyal fontos szerepet kell játszania a 21. századra vonatkozó tanulási programban.

Kipling „hat tisztességes szolgálja” praktikus eszközt kínál a jövő tanulási programjának körvonalazásához. A központi kérdés az, hogy képesek vagyunk-e egy igazi tanuló társadalom létrehozására fokozatos reformfolyamatok útján — vagyis úgy, hogy az oktatási szolgáltatás terén meglévő modelljeinket az új évszázad igényeihez igazítjuk —, vagy inkább abban kell gondolkodnunk, hogy a meglévő dolgokat valami egyértelműen mással váltsuk fel. A szakaszos változásokat nehéz elgondolni — egészen addig, amíg be nem következik. A kolostorok felbomlása, a légi utazás kialakulása vagy a fogamzásgátló tabletták felfedezése utólag mind szakaszos és forradalmi kihatású változásnak tekinthető. Napjainkban talán valami hasonló történik az oktatás terén is.

Ennek számos oka van — és néhányat már a fentiekben kiemeltünk. Közülük három tűnik különösen fontosnak: az új „agytudományok” várható hatása az emberi tanulás megértésére, a számítógép — és az Információs és Kommunikációs Technológia (IKT)¹⁸ lehetőségei, valamint a „tanuló finanszírozása” (a tanítás helyett) abból a célból, hogy a minőség javítása, a

¹⁷ Valószínű azonban, hogy a független tanulók is másokra támaszkodnak ugyanazon dolgok (nevezetesen a motiváció) fellelésében; ez a relatív függőség azonban valószínűleg pozitívabb: itt inkább a „jutalom” vagy az „elismerés” kereséséről van szó. Idővel hasznos lehet ezt a „jutalom” kérdést harmadik elemként (a „kihívás” és a „fenyegetettség” mellett) beépíteni a fenti mátrixba.

¹⁸ Lásd: Learning to Bridge the Digital Divide (OECD, 2000); Learning to Change: ICT in Schools (OECD, 2001); E-Learning - The Partnership Challenge (OECD, 2001)

célirányosság erősítése és a költségek csökkentése érdekében erősödjenek a piaci erők által az állami oktatási szolgáltatásokra gyakorolt hatás. A kedvezményezett számára kiállított „tanulási utalványok” formájában történő oktatásfinanszírozás — az oktatási szolgáltatást nyújtók támogatása helyett — figyelemre méltó gondolatnak tűnik.

Függetlenül azonban attól, hogy a kormányok magukévá teszik-e a „tanulófinanszírozás” gondolatát, a tanulás forradalma már elindult és visszafordíthatatlan. Az IKT már bebizonyította, hogy erejénél fogva önmagában is képes tanulási forradalmat előidézni. A tanulási piac beindult¹⁹. Az előttünk álló évtizedekben várhatóan megfejtjük az agy komplexitását és végre megértjük (például) a memória és az intelligencia természetét, és hogy pontosan mi is történik a tanulás folyamata során. Ha ez megtörtént, akkor már képesek leszünk arra, hogy oktatási gyakorlatunk alapjait egy szilárd tanuláselméletre helyezzük át. Az eredmény nagy valószínűséggel egyfajta szakaszos változás lesz, nem pedig a jelenleg alkalmazott megoldások folyamatos kiigazítása. Vagyis forradalom, nem pedig reform.

2. fejezet: Hogyan szolgálhat információval a kognitív neurotudomány az oktatási politika és gyakorlat számára

„Az agyam? A második legkedvesebb szervem.”

(Woody Allen)

Hogyan tanulnak az emberek? Mi történik az agyban, amikor ismereteket (neveket, adatokat, képleteket) vagy képességeket (olvasás, tánc, rajzolás) vagy hozzáállásokat (önállóság, felelősségérzet, optimizmus) sajátítunk el? Az ehhez hasonló kérdések századok óta érdeklik az embereket, de a tudósok csak manapság kezdik megérteni azt, hogy miként fejlődik a fiatal agy és hogyan tanul az érett agy. Az ismeretbeli előrehaladást számos diszciplína segíti. Ezek közül a legújabb — és valószínűleg a legfontosabb — a kognitív neurotudomány.

Csakúgy, mint a legtöbb tudományos előrehaladás esetén, a kulcsot az új technológia kifejlesztése jelenti. Az olyan technikák²⁰ mint a funkcionális neuro-leképezés — ideértve mind a funkcionális mágneses rezonancia-leképezést (fMRI) és a pozitron emissziós tomográfiát (PET) —, valamint a transcranialis mágneses stimuláció (TMS) és a közeli infravörös spektroszkópia (NIRS) segítségével a tudósok egyre jobb betekintést nyernek az agy működésébe és az elme természetébe. Ezen belül pedig új megvilágításba helyezhetik az emberi tanulással kapcsolatos régi kérdéseket, továbbá olyan módszerekre tehetnek javaslatokat, amelyekkel az oktatási szolgáltatások nyújtása és a tanítás gyakorlata jobban segítheti a fiatal és a felnőtt tanulókat.

Hiba lenne azonban, ha túl hamar túl sokat várnánk vagy ígérnénk. Bár néhány értékes meglátás és eredmény már rendelkezésre áll, még évekbe telhet, amíg ennek az új

¹⁹ Az OECD-CERI 2002-2004. évi munkaprogramjában a „Kereskedelem az oktatási szolgáltatásokban” témája is szerepel.

²⁰ Az itt említett különböző technikák pontosabb definícióját lásd a 4.2. pontban és a glosszáriumban.

tudománynak a megállapításait biztonsággal és gyorsan lehet alkalmazni az oktatásban. A téma fejlődése azonban akkor lesz a legsikeresebb, ha a „tanulás tudományát” alkotó diszciplínák együttműködnek és kommunikálnak egymással. Bár az már egyértelmű, hogy mindenképpen előnnyel jár az, ha a neurotudományt művelők és az oktatók párbeszédet folytatnak egymással, kialakítják a közös nyelvüket, valamint megvitatják egymás hipotéziseit és feltételezéseit, abból viszont még nagyobb előny származik, ha a vitát a pszichológia és az orvostudomány bevonásával szélesítik ki. Ezen belül a kognitív pszichológiának fontos közvetítő szerepet kell betöltenie egyrészt a neurotudomány művelői, másrészt az oktatás gyakorlói és a politikacsinálók között²¹. Aligha kétséges azonban, hogy amint az elkövetkező évek során kialakul egy új „tanulástudomány”, egyre szélesebb körben merít majd a különböző diszciplínákból, ideértve a fejlődési és evolúciós pszichológiát, az antropológiát és a szociológiát is.

A neurotudomány művelői és az oktatók között kommunikációs problémák állnak majd fenn. A neurotudósok és az oktatók szakmai szókincse rendszerint nem egyforma; eltérő módszereket és logikát alkalmaznak; különböző kérdéseket kutatnak; különböző célok vezetik őket. Politikai téren is eltérő megítélés alá esnek. A neurotudósok tudományos úton vizsgálják a tanulás helyét, az agyat és — általában — egy misztikus tudomány tekintélye és aurája lengi körül őket. Emellett viszonylag kicsi a létszámuk és drága technológiát alkalmaznak. Ezzel ellentétben, a serdülőket oktatók komplex társadalmi légkörben dolgoznak és elképzelhető, hogy diákjaik nem osztják a céljaikat. Eszközeiket rendszerint a kréta, a beszéd és a tankönyvek alkotják. Tudatosítani kell tehát a két szakma közötti kulturális különbséget, továbbá dolgozni kell a félreértések és a téves kommunikációk csökkentése és a megértés elősegítése érdekében. A politikacsinálóknak elő kell segíteniük az erőforrások — különösen az egyes elemzési szinteken (vagyis az osztálytermi tanulásban és az agyműködésben) nyert meglátások — szakmai megosztását annak érdekében, hogy ez az új terület információkkal segíthesse mind az agyberendezés, mind az agyműködés (az emberi tanulás) megértését. Az egyik leküzdendő nehézséget az jelenti, hogy közös nyelvre és szókincsre van szükség a „tanulás tudományát” alkotó különféle diszciplínák között. Minderre jó példával szolgálhat az olyan (már a bevezetésben problémásként említett) szakkifejezések, mint a *plaszticitás*, *intelligencia* és *stimuláció*. Ezenkívül persze számos más szakkifejezés is felsorolható lenne, mint például: *képesség*, *hozzaállás*, *irányítás*, *fejlődés*, *érzelem*, *utánzás*, *ügyesség*, *tanulás*, *memória*, *elme*, *adottság* és *nevelés*... Ez utóbbi kettőnek emlékeztetnie kell bennünket az *adottság* és a *nevelés*, mint két különálló és autonóm terület közvélemény általi felfogása és a köztük levő kölcsönös befolyás tudományos elismerése közötti hézagra, valamint a „természetes agy tapasztalattól függő fejlődésének” a koncepciójára. A génektől a magatartásig vezető út hosszú és fárasztó: valahol középen helyezkedik el az agy, amely egyfelől a genetikai anyag kifejeződése, másfelől pedig az emberi viselkedés forrása²².

Reméljük, hogy fejlődésével párhuzamosan a kognitív neurotudomány segít majd jó néhány olyan kettősség megvilágításában és feloldásában, mint amilyen például az *adottság* és a *nevelés*. A *plaszticitás* és a *periodicitás* egy másik olyan ellentétpár, amelyet a két tag közötti

²¹ Emellett a kilencvenes évek agykutatásának egyik fontos — a három OECD fórumon számos előadás által megerősített — vívmánya az, hogy az agy “kívülről” történő tanulmányozása, ami a kognitív pszichológia célja, és “belülről” történő megfigyelése, ami a neurotudomány területe, valójában kiegészíti egymást. A kognitív pszichológia a gondolkodási és tanulási viselkedéseket tanulmányozza és deríti fel, valamint elősegíti a magyarázatul szolgáló mechanizmusokra vonatkozó hipotézisek generálását, a kognitív neurotudomány pedig közvetlenül tanulmányozza és határozza (vagy erősíti) meg ezeket a mechanizmusokat.

²²Lásd a Granada jelentést az OECD honlapján: <http://www.oecd.org/pdf/M00017000/M00017849.pdf>

választás elkerülésével kell megérteni. A józan ész és az agytudomány azt támasztja alá, hogy agyunk *plasztikus* — vagyis egészen addig folyamatosan fejlődik, tanul és változik, amíg be nem következik az időskori szenilitás vagy a halál. Az élethosszig tartó tanulás gondolatának van értelme. Soha nincs túl késő a tanulásra, feltéve ha a tanulónak van kellő önbizalma, önbecsülése és motivációja. Mégis úgy tűnik azonban, hogy léteznek olyan *érzékeny periódusok* — egyfajta „lehetőségablakok” — amikor a fejlődő agy különösen érzékeny bizonyos ingerekre és nagy tanulási készséget mutat. Ennek nyilvánvaló példája az a rendkívüli sebesség, amellyel a kisgyerekek elsajátítják első nyelvüket. A súlyosan fogyatékosokat leszámítva ez az összes gyerek esetében világszerte többnyire azonos sebességgel és azonos időben történik, függetlenül attól, hogy később lassú vagy gyors tanulókként, magas vagy alacsony intelligenciájúakként, vagy sikeresekként vagy kudarcot vallókként vannak-e elkönyvelve. A „második nyelv tanulásának”, a szociális képességek (például csapatmunka) elsajátításának, sőt, még „független” és a „függő” tanulás közötti fontos különbségtételnek is lehetnek érzékeny periódusai. Az agy pedig tartósan plasztikus.

A kognitív neurotudomány abban is segíteni fog, hogy megértsük a minden emberi agyat jellemző tulajdonságokat és az egyéni különbségeket. Úgy tűnik például, hogy a férfiak és a nők agya különbözik, de ennek mibenléte nem világos előttünk. Az érettséget tekintve jelentős különbségek vannak továbbá a fiatalok, a serdülők és a felnőttek agya között. Az egyéni különbségeket illetően azonban a kognitív neurotudomány egyelőre kevés mondanivalóval szolgál. Emellett — a tudomány ezen korai szakaszában — a gyakorló tudósok számára érthető módon sok szempontból könnyebb tanulmányozni a fogyatékoságot (és a kiemelkedő képességet), mint a „normális agyat”. Ezt a szükségszerűséget nem kell bánni, hiszen segíthet bennünket abban, hogy jobban megértsük és támogassuk azokat, akik például autizmusban vagy Asperger-szindrómában szenvednek, és feltéve ha a fogyatékosok (vagy kiemelkedő képességűek) agyának a tanulmányozása tényleg az egyik legbiztosabb módszer arra, hogy bepillantást lehessen nyerni a „normális” agyak működésébe.

A tudósok érthetően óvatosak, különösen az olyan érzékeny és izgalmas területen nyert következtetések bejelentése terén, mint az emberi agy. Segítséget jelent majd, ha általános egyetértés születhet annak érdekében, hogy különbséget lehessen tenni azon dolgok között, (a) amelyek jól megalapozottak (plaszticitás), (b) amelyek valószínűleg igazak (érzékeny periódusok), (c) amelyek intelligens spekulációk (a nem jelentősége) és amelyek népszerű félreértések vagy túlzott leegyszerűsítések (a „bal és jobb agyfélteke szerepe”). Mindenesetre valószínűnek tűnik, hogy a kognitív neurotudomány az elkövetkező években jelentős szerepet fog játszani abban, hogy megbízható válaszokat adjon az emberi tanulásal kapcsolatos olyan fontos kérdésekre, mint például:

- mi a megfelelő tanulási környezet és tanulási program a nagyon fiatal gyermekek számára? Ezen belül pedig tanácsos-e intenzív korai oktatási programot („melegházi gondozást”) nyújtani az írni-olvasni tudás és a számolókészség terén?
- melyek a legfőbb érzékeny periódusok az agy fejlődése során? Milyen kihatásai vannak ezeknek az életkorhoz kötött tanagyagra nézve?
- miért találják bizonyos emberek olyan nehéznek az írni-olvasni tudás és a számolókészség elsajátítását? Mit tehetünk, hogy megelőzzük vagy gyógyítsuk az olyan betegségeket, mint a diszlexia és a diszkalkulia?

- melyek az emberi agy képességének határai? Elvárható-e az, hogy megfelelő tanítással és a helyes környezetben bárki elérje az olyan elmék teljesítményét, mint amilyen Leibniz, Mozart vagy J. S. Mill volt?
- miért olyan nehéz a „visszafelé tanulás”? Hogyan lehet a rossz szokásokat, készségbeli alkalmatlanságot vagy téves ismereteket hatékonyan és hathatósan korrigálni?
- mi az érzelem szerepe a tanulásban? Hogyan segíthetjük az agy limbikus (érzelmi) és kortikális (kognitív) rendszereinek az együttműködését valamilyen tanulási feladat esetén?

II. rész: A kognitív neurotudomány és az oktatás találkozása

3. fejezet: A három fórum

A „Tanulástudományok és agykutatás” című OECD-CERI projekt célja az volt, hogy ösztönözze egyrészt a tanulástudományok és az agykutatás, másrészt pedig a kutatók és a politikacsinálók közötti együttműködést. Egy a jövőben elképzelhető „agyalapú oktatás”²³ által képviselt lehetőségek és aggályok rávilágítottak a különböző érintettek közötti párbeszéd szükségességére. A projekt koncepcionális alapjának kidolgozása után — egy évnyi tervezést követően — elindultak a tárgyalások a fontosabb kutatóintézetekkel, majd sikerült megszervezni három konferenciát (fórumot), amelyek témája — rendre — a „korai tanulás”, a „fiatalkori tanulás” és a „felnőttkori tanulás” volt (komoly hangsúlyt helyezve az „öregkori tanulás” témájára). Mindhárom fórumról részletes beszámolók találhatóak az OECD honlapján²⁴.

3.1. Az agyi mechanizmusok és a korai tanulás — New York

„Az újszülött és az ötéves gyerek közötti távolság szinte egy világnyi; az ötéves és a közöttem levő viszont alig egy lépés.”

(Tolsztoj)

Az első fórumra 2000. június 16-17-én került sor a New York-i Sackler Intézetben. A fórum központi kérdését a plaszticitási és periodicitási koncepciók (miszerint az agy egész életünkben folyamatos alkalmazkodást végez, de bizonyos életkorok érzékeny periódusokat mutatnak egyes dolgok elsajátítására) közötti feszültség volt. A fórumra jó néhány, a korai tanúlással kapcsolatos fontos kérdéstről érkeztek beszámolók: nyelv elsajátítás, korai kogníció, olvasási mechanizmusok, matematikai gondolkodás és érzelmi kompetencia.

²³ Ebben a vonatkozásban Dr. Jan van Ravens elvégezte — a granadai fórum során — az orvostudomány és az oktatás összehasonlítását: „Kifejezett erőfeszítés történik a „bizonyíték alapú orvostudomány” elérésére: az intuíció és a néphiedelmek teljes felszámolására az orvosi ismereteknek a napi gyakorlatban történő maximális alkalmazása érdekében. Az oktatás készen áll erre a lépésre: elfelejteni a hagyományon és politikai kompromisszumon alapuló tananyagot, és egy minél inkább az agykutatás által szolgáltatott eredményeken alapuló tanulástudományok bizonyítékain alapuló tananyagot létrehozni”.

²⁴ <http://www.oecd.org/oecd/pages/home/displaygeneral/0,3380,EN-document-603-5-no-27-26268-0,FF.html>

A második nyelv tanulására vonatkozóan bemutatott kutatási eredmények szerint a nyelvtan elsajátítása részben időkorlátokba ütközik. „Minél korábban történik, annál könnyebb és gyorsabb.” Ez a megállapítás arra utal, hogy a második nyelv könnyebben tanulható meg az általános iskolában, mint a középiskolában. Mindenesetre az agy egész életünk alatt fogékony marad az új szemantikai információkra.

A tapasztalatváró tanulás olyankor történik, amikor az agy a megfelelő időben, vagyis az érzékeny periódus során találkozik az adott tapasztalattal. A tapasztalatfüggő tanulást néha korlátozza az életkor, mivel érzékeny periódusok rendszerint csak bizonyos fejlődési szakaszokban vannak. Emellett az érzékeny periódusban történő tanuláshoz is általában a megfelelő környezet szükséges. Úgy tűnik, hogy az agy — egyáltalán nem meglepő módon — jobban reagál az összetett környezetekre, mint az ingerszegényekre.

A gyerekek rendkívül korán kialakítják a világgal kapcsolatos elméleteiket és ezeket a tapasztalatok fényében módosítják. A korai tanulás nagy területei közé tartozik a nyelv, a pszichológia, a biológia és a fizika — vagyis az, hogy mi a működési elve a nyelvnek, az embereknek, az állatoknak, a növényeknek és a tárgyakkal. A gyermeki agy már a születés pillanatában sem *tabula rasa*. A korai oktatás során figyelembe kell venni a kisgyerekek jellegzetes értelmét és egyedi fogalomrendszerét, valamint az általuk legjobban kedvelt tanulási módokat (például játékon keresztül)²⁵.

Az agytudomány jelenleg talán az írni-olvasni tudás terén tud legtöbbet kínálni az oktatóknak. Az olvasási nehézségeknek különböző okai lehetnek, így például a látásromlás, a hallásgyengeség vagy a nem megfelelő stratégiák (kognitív diszfunkció). Ezen körülményeken azonban minden esetben lehet segíteni. Ha a tanárok és a tudósok együttműködnek, akkor valós remény van arra, hogy időben megtörténjen a diagnózis és minden szükséges intézkedés annak érdekében, hogy segíteni lehessen a diszlexia különböző típusai által veszélyeztetett gyerekeken.

A számolókészség — az írni-olvasni tudáshoz hasonlóan — olyan alapkészség, amelynél a neurotudomány az oktatás segítségére lehet. A matematikai intelligencia összetett dolognak tűnik és az agy különböző részeit veszi igénybe, amelyek tevékenységét egy a frontális kéregben található ellenőrző mechanizmus fogja össze. Ez alapján valószínű, hogy a számolókészségben keletkező nehézségeknek több különböző (az agy különböző régióiban zajló feldolgozásban gyökerező) oka lehet.

Az agy az érzelem és az értelem központja. Valójában a teljesítmény és a siker szempontjából az ember „érzelmi intelligenciája” (EQ) fontosabb szerepet tölt be, mint a „kognitív intelligencia” (IQ). A „független” és a „függő tanulás”²⁶ közötti határvonal inkább

²⁵ Dr. Alison Gopnik szerint (New York-i forum) a csecsemők már készen állnak a nyelvtanulásra. Emellett azonban azt is megtanulják, hogy a körülöttük levő emberek hogyan gondolkodnak és éreznek és hogy ez miként viszonyul az ő saját gondolkodásukhoz és érzéseikhez. A gyermekek *mindennapi pszichológiát* tanulnak. Emellett *mindennapi fizikát* (hogyan mozognak a tárgyak és azokkal hogyan kell kapcsolatba kerülni) és *mindennapi biológiát* (hogyan működnek az egyszerű élőlények, növények és állatok) is tanulnak. Ezeket a bonyolult ismereteket anélkül sajátítják el, hogy bármilyen iskolába járnának.

A szakemberek azt szeretnék, ha az iskolai gyakorlatok azokra az ismeretekre épülnének, amelyeket a gyerekek már életük legelső szakaszában elsajátítottak. Ésszerű dolog lehetne például az iskola első szakaszában mindennapi pszichológiát tanítani. A fizika és a biológia esetében pedig az iskola azzal kezdhetné, hogy a gyerekek természetes elképzeléseiből (vagy téveszméiből) kiindulva tanítana a valóságról, így érve el az azt leíró tudományos koncepciók tényleges megértését. Az iskola bátrabban építhetne a spontán otthoni tanulást olyannyira jellemző játékra, spontán felfedezésre, megjósolásra és visszajelzésre. Az iskolának a legkisebb gyerekek számára is esélyt kellene adnia arra, hogy tudósok *legyenek* és nem csak hallanak a tudományról (lásd a New York-i jelentést az OECD honlapján: <http://www.oecd.org/pdf/M00019000/M00019809.pdf>).

²⁶ Lásd az 1.3. pontot.

(érzelmi) hozzáállás, mintsem intellektus kérdése. Úgy tűnik ugyanis, hogy a sikeres tanulóknál már az élet korai szakaszában kialakul egyfajta „munkaigényes kontroll”²⁷ néven ismert önkontroll. Ezt a kulcsfontosságú képességet elméletileg lehet ugyan neveléssel és bátorítással erősíteni, de az leginkább öröklődik.

A fórum főbb tudományos következtetéseit a 4. fejezet részletezi. A fórum a következőkkel kapcsolatban jutott öt általános következtetésre: a transzdiszciplináris²⁸ vitákban rejlő értékek és lehetőségek, az új koncepciók és a régi meglátások tudományos igazolása közötti különbségtétel, a plaszticitási és periodicitási elképzelések alapvető jellege, a korai életévek viszonylagos jelentősége az emberi tanulás szempontjából, és egy új *tanulástudomány* kialakulásának a lehetősége²⁹.

3.2. Az agyi mechanizmusok és a fiatalkori tanulás — Granada

„Bárcsak a tíz és huszonhárom év közötti kor ne volna. Vagy bár a fiatalok azt elalunnák! Mert az egész idő alatt egyebet sem tesznek, mint leányok után futkosnak, öregeket csúfolnak, lopnak, verekednek...ugyan ki más, mint ilyen tizenkilenc s huszonhárom között levő eszeveszettek vadászhatnak ily zivatarban!”

(Shakespeare)

A második fórumot Granadában (Spanyolország) tartották 2001. február 1-3-án. A fórum két fő témája a következő volt: a kognitív neurotudomány által tett megállapításoknak az oktatás számára hozzáférhetővé formában történő átültetése, valamint a serdülőkori agy mint „félkész termék” elmélete.

Fejlődésének ebben a kezdeti szakaszában nagyon könnyű túl sokat várni a kognitív neurotudománytól. Az állatokon végzett kutatások alapján tett tapogatózó jellegű megállapítások elhamarkodott általánosításából magabiztos állítások szülehetnek az emberi agyra és tanulásra vonatkozóan. Nem árt azonban az óvatosság. A legjobb megoldás valószínűleg az, ha a neurotudósok és a kognitív pszichológusok együttműködnek. Az oktatók és a politikacsinálók haszna — és hozzájárulása — leginkább egy tágabb, az orvostudományt is magában foglaló tudományos kutatási szövetség esetén érvényesülhet. A tanulástudomány ugyanis szükségszerűen transzdiszciplináris terület.

A serdülőkori agy egyfajta „félkész terméknek” is tekinthető³⁰. Az agy leképezése során kiderült, hogy mind az agytérfogat növekedése, mind a myelinisatio (az idegi csatlakozások érési folyamata) a serdülőkorban és még a felnőttkor elején (20-30 éves életkor) is folytatódik.

²⁷ Lásd a 4.4.3. pontot.

²⁸ Bár ezen fórumok megszervezése azelőtt történt meg, hogy Hideaki Koizumi „transzdiszciplináris” koncepcióját (lásd az 5. fejezetet) elfogadták volna e projekt és a hozzá tartozó párbeszéd modelljéül, az „interdiszciplinaritás” és „interdiszciplináris” szavak helyett a szöveg végig a „transzdiszciplinaritás” és „transzdiszciplináris” szavakat használja.

²⁹ Lásd az 5. fejezetet.

³⁰ A granadai fórum során Dr. José-Manuel Rodríguez-Ferrer felvetett egy hipotézist. Ebben azt az alternatívát kínálta fel a serdülők és a fiatal felnőttek előtt álló egyes nehézségek megértéséhez, hogy a pszichológiai érettséget a prefrontális kéreg érettségével kell összehasonlítani, vagyis a serdülők tipikus szociális, viselkedési és pszichológiai jellemzőit nem néhány lehetséges hormonális anyagnak kell tulajdonítani. Állítása az agy olyan leképezési adatain alapul, amelyek szerint a prefrontális kéreg még a 20-30 évesek korcsoportjában is lassan válik éretté (lásd a granadai jelentést az OECD említett honlapján).

A fórumra érkeztek beszámolók az ADHD (figyelemzavar hiperaktivitás betegség), a drogok tanulásra gyakorolt hatása, az agykárosodás és a matematikai készség, az implicit és az explicit tanulás, a mentális képalkotás és mentális stimuláció, az írni-olvasni tudás elsajátítása, valamint egyéb témakörökben is³¹. Itt is elmondjuk, hogy a fórum főbb tudományos következtetéseit a 4. fejezet részletezi.

A fórumon néhány általánosabb következtetés is született. Az első az oktatók és a politikacsinálók új tudományos eredmények iránti éhsége és a tudósok azon óvatossága közötti feszültséggel volt kapcsolatos, miszerint nem akarnak az emberi tanulás témakörében elhamarkodott feltételezéseket tenni. A második egy szórakoztató vita során született, amely arról szólt, hogy csalásnak számít-e az, ha valaki szemüveget visel az írásbeli vizsgán. Természetesen nem. Ha viszont az oktatás egyik fő funkciója az, hogy képességeik és rátermettségük szerint osztályozza az embereket, akkor meddig tekinthető helyénvalónak az ilyen új tudományos eredmények felhasználása — például a lassan olvasók vagy a rosszul számolók megsegítésére? Alig volt vita azt a nézetet illetően, hogy sokkal fontosabb az embereket képességekkel felruházni, mint osztályozni őket. A harmadik következtetésnek nagy sikere volt a fórumon: eszerint a tizenévesek agya még csak egy éretlen — tulajdonképpen tökéletlen — szerv. Ehhez a meglátáshoz jól illeszkedett az a tagadhatatlan tény, hogy a tanulás maga is tanulható.

A fórum azzal a következtetéssel zárult, hogy nem sikerült igazságot tenni néhány olyan fontos kérdésben, mint a nem, a kultúra, az önbecsülés³² és a kortársak befolyása. Csakúgy mint New Yorkban, a résztvevők itt is megvitatták az új tanulástudomány megjelenését, majd egyetértettek abban, hogy legalább a következő öt terület bevonására van szükség: kognitív neurotudomány, pszichológia, egészségügy, oktatás és politikacsinálás. Az ezen területek közötti interakció optimális modellje leginkább egy körforgalomra vagy egy emelkedő spirálra³³, mintsem valamilyen egyirányú utcára kell hogy hasonlítson. Elérkezett az idő arra, hogy a kommunikációtól előrelépjunk az együttműködés felé. Az oktatók például sok osztálytermi környezetben felmerülő problémával kapcsolatban rendelkeznek tapasztalatokkal. Az ilyen problémák nem csupán kutatási programokat határozhatnak meg a tudósok számára, hanem a „helyszínen” elért sikeres megoldások formális tesztelésre alkalmas, komoly hipotézisekkel is szolgálhatnak.

A fórum végül a tudósok és az oktatók előtt álló néhány kihívásra mutatott rá. Az agy és a tanulás nagyközönség általi megértésének segítése érdekében sürgős szükség lenne egy olyan új és jobb modellre, amellyel befogható az olyan fogalmak közötti kölcsönhatás lényege, mint az adottság és nevelés³⁴, plaszticitás és periodicitás, lehetőség és képesség, stb. Igény

³¹ „Hogyan kapjon tájékoztatást a nagyközönség ezen adatok értelmezéséről? Hogyan értékeljék az emberek a genetikai és a környezeti tényezők relatív hozzájárulását? A politikacsinálókat mindenképpen tájékoztatni kell a tanulási hiányosságok leküzdésére szolgáló kognitív stratégiákról és technológiai eszközökről, bármilyenek is legyenek azok. Ha például a figyelemhiány / hiperaktivitási probléma kapcsán tett megállapítások igazolást nyernek, akkor azoknak egyértelmű kihatásaik lesznek a pszichofarmakológiai beavatkozásokat illetően” (Dr. Jim Swanson a granadai fórum során) (lásd a granadai jelentést az OECD említett honlapján).

³² Később ezzel a két kérdéssel Tokióban foglalkoztak (lásd alább és a tokiói jelentést az OECD említett honlapján).

³³ Lásd Koizumi transzdiszciplináris modelljét az 5. fejezetben.

³⁴ Dr. Antonio Marin a granadai fórum során (lásd a granadai fórumot az OECD említett honlapján) tárgyalta az adottság-nevelés vitát és annak az intelligencia öröklődésével való kapcsolatát, megemlítve Dr. Francis Galton korai munkáját, amely a kiemelkedő teljesítményű emberek rokonsága körében vizsgálta a kitűnő tanulók előfordulásának gyakoriságát. Röviden kitért az eugenetikai mozgalom által az intelligencia öröklődésének kérdésére gyakorolt káros hatására is. Nemcsak a genetikai, hanem a környezeti tényezők fontosságát is hangsúlyozta: a szellemi teljesítmény sokéves képzés eredménye, amelyet a szülők, tanárok és más emberek (különösen a kortársak) hatása együttesen alakít ki: „A mérhető jellemvonásokat meghatározó géneket nem lehet azonosítani, és semmilyen konkrét következtetést nem lehet tenni azok számára, az öröklési módjára vagy a hatásmechanizmusára vonatkozóan.” Véleménye szerint

mutatkozott továbbá arra, hogy a „tananyagközpontú” oktatási rendszerekről elmozdulás történjen a „pedagógiaközpontú” rendszerek felé. A tanulás „hogyanja” határozza meg a „mit”.

A résztvevők azt firtatták, hogy van-e még értelme a „tudás” és az „osztályozás” összekapcsolásának napjaink iskoláiban. Talán elérkezett az idő arra, hogy két egymástól jól elkülönülő szolgáltatást és szakmát alakítsunk ki. Egyesek azt firtatták, hogy az ipari termelés idejétmúlt 19. századi gyári modelljéből kialakult iskola-osztályterem modell a 21. században vajon továbbra is lehet-e a fiatalok nevelésének központi stratégiája.

3.3. Az agyi mechanizmusok és az öregkori tanulás — Tokió

„Ha a fiatalok tudnák, ha az öregek képesek lennének rá...”.

(Henri Estienne)

A harmadik fórumra Tokióban került sor, 2001. április 26-27-én. Bár a fórum eredeti célját az agyi mechanizmusok felnőtt populációval kapcsolatos kérdései jelentették, a központi kérdést azután mégis az öregedő agy természete, valamint a kognitív funkció öregkorban történő kibővítésének és fokozásának a kihívása képezte. Mindezidáig alig folytattak kutatásokat a *normálisan öregedő felnőttek* tanulási igényeit illetően: hogyan lehet például átképezni a tanárokat³⁵ — vagy úgy általában a felnőtteket — az új technológiák használatára³⁶. A felnőttkori folyamatos oktatás iránti igény egyértelmű — különösen a szakemberek körében —, tekintettel az új tudományos eredmények korlátozott „szavatossági idejére” (az eredmények mintegy öt év elteltével már nem kerülnek közlésre³⁷). A felnőtteknek a jövőben nemcsak tanulniuk kell többet, hanem visszafelé tanulniuk is³⁸. Bár a kutatás ezen a téren még gyerekcipőben jár és nem sokat tudni a normál öregedési folyamatokról, mégis úgy tűnik, hogy van remény az öregkori neuro-degeneratív betegségek korai észlelésére, valamint a bekövetkezésüket késleltető vagy a felgyorsulásukat lassító beavatkozásokra. Úgy tűnik, hogy az élethosszig tartó tanulás különösen hatékony stratégiát kínál a szenilitással és az Alzheimer-kórhoz hasonló betegségekkel szembeni harchoz³⁹.

A fórumhoz beérkezett beszámolók témái a következők voltak: öregkorral járó rendellenességek, stratégiák a kapacitás növelésére és csökkenésének megállítására, bizonyíték az agy plaszticitásának egész életen át való megmaradására, a fizikai fittség és a mentális

azonban idővel várható az, hogy a tanulási képességet és az emberi magatartás egyéb vonatkozásait befolyásoló biológiai tényezők genetikai variabilitása ugyanolyan nagy lesz, mint a genetikai variabilitás által az emberi egészségre gyakorolt hatás. Az ezen a fronton bekövetkezett haladást jól mutatják az állatok esetében végzett kísérleti elemzések. Másrészt viszont — az embereknél — a Genom Projekt talál jelentős mértékű genetikai variációt. Felszólalásának végén Dr. Marin óva intett attól a naiv biológiai determinizmustól, amely az egyént génjei által behatároltnak tekinti.

³⁵ Dr. Eric Hamilton a tokiói fórum során (lásd a tokiói jelentést az OECD említett honlapján).

³⁶ Mag. Wolfgang Schinagl a tokiói fórum során (lásd a tokiói jelentést az OECD említett honlapján).

³⁷ Dr. Kenneth Whang a tokiói fórum során (lásd a tokiói jelentést az OECD említett honlapján).

³⁸ A tokiói fórum során Dr. Bruce McCandliss és Andrea Volfova előadásaiból az derült ki, hogy a plaszticitás mindkét irányban működik és egyes esetekben zavarhatja az új tanulást (lásd a tokiói jelentést az OECD említett honlapján).

³⁹ Még mindig nincs azonban megbízható módszerünk az Alzheimer-kór preklínikai stádiumban való észlelésére, amint arról Dr. Akihiko Takashima és Raja Parasuraman is beszámolt a tokiói fórum során (lásd a tokiói jelentést az OECD említett honlapján).

egészség közötti kapcsolat, a memória és a figyelem kérdései, a módszertan, a kultúra⁴⁰, a nem⁴¹, valamint a kutatási és egészségügyi politika vonatkozásai. Csakúgy mint a többi esetben, e fórum főbb tudományos következtetéseit is a 4. fejezet részletezi.

Bár a vita elég széles skálán zajlott („a génektől az ismeretekig”), mégsem kaptak elég figyelmet az olyan kérdések, mint a beállítottság (a hozzáállások és értékek alakulása), valamint az emberi tapasztalás és tanulás érzelmi komponense. Erős igény mutatkozott az eszmecserétől az együttműködés irányában való elmozdulásra, továbbá egy új transzdiszciplináris kutatási program előmozdítására. Komoly óvatosság mutatkozott meg a túl hamar túl sokat várni magatartás tekintetében, ugyanakkor viszont valódi remény mutatkozott a komoly, hosszú távú sikerekre.

Megállapítást nyert, hogy az új tanulástudomány megjelenése máris olyan politikai kérdésekben csapódik le, mint a tudomány előrehaladása, az oktatás reformja és az egészségügy fejlesztése. Ezek azonban egymástól elszigetelve nem vizsgálhatók igazi hatékonysággal. Holisztikus megközelítésre van tehát szükség, amit viszont nem könnyű elérni.

A szenilitás pontosabb diagnózisával, kitolásával és gyógyításával kapcsolatos izgalmas remény mellett a fórum a jövőbeni transzdiszciplináris munka öt lehetőségét is meghatározta: olvasás, matematika, nem, a képesség mérése, valamint egy új tanári szakma kialakítása. Mindezt az a nézet támasztotta alá, miszerint elképzelhető az, hogy az érzelmek jelentik a kulcsot annak megértéséhez, hogy a 21. században miként tudjuk legjobban felnevelni a fiatalokat és gondozni az időseket.

4. fejezet: A tanulás neurotudományos szemszögből nézve

A kognitív neurotudomány izgalmas felfedezései és a kognitív pszichológia folyamatos fejleményei alapján érdekes elméletek kezdenek kialakulni arról, hogy miként tanul az agy. Korábban ezeket a diszciplínákat mind az elmélet, mind a gyakorlat elkülönítetten kezelte. Az agy új leképezési technikáinak létrejöttével azonban megjelent egy új kombinált tudomány is: a kognitív neurotudomány. Ennek művelői egyre nagyobb figyelmet fordítanak az oktatásra, mint a kognitív neurotudományos ismeretek alkalmazási területére és fontos kutatási kérdések forrására.

Ez a fejezet a 3 nemzetközi OECD fórumon kezdetben bemutatott kognitív neurotudományos kutatásokat foglalja össze. Bár számos egyedi témában zajlottak megbeszélések, itt azok a legfontosabbak témák kerülnek tárgyalásra, amelyek az érdemi információk valószínűsíthető szolgáltatása mellett komoly lehetőséget jelentenek a tananyagtervezés, a tanítási gyakorlatok és a tanulási stílusok terén való alkalmazásra.

⁴⁰ A kultúra befolyása makro- és mikroszinten egyaránt észlelhető. Makroszinten a kultúra kérdése segíthet a kutatási program orientálásában és annak eldöntésében, hogy a kognitív neurotudomány egyetemleges folyamatok után kutasson-e, illetve hogy az agy és a tanulás vizsgálata teljesen kulturális jellegű és így helyhez kötöttebb legyen-e (Dr. Shinobu Kitayama a tokiói fórum során; lásd a tokiói jelentést az OECD említett honlapján). A konkrétumok szintjén az mutatható ki, hogy a különböző nyelvek eltérő ortográfiája befolyásolhatja az olvasási nehézségek — különösen a diszlexia — kialakulását, ami fontos következményekkel jár a diszlexiához hasonló jelenségek tanulmányozását és magyarázatát illetően.

⁴¹ A nemmel összefüggő eredmények egyöntetűek, viszont kezdenek megjelenni a „férfi” és „női” agyra vonatkozó elképzelést alátámasztó adatok (a tanulással kapcsolatos nézetekkel együtt), amint arra Dr. Yasumasa Arai is utalt a tokiói fórum során (lásd a tokiói jelentést az OECD említett honlapján).

Egyebek mellett a következő témák tartoznak ide: írni-olvasni tudás és számolókészség, az érzelm szerepe a tanulásban és az élethosszig tartó tanulásban. Mielőtt azonban magába az anyagba belevágnánk, szükségesnek tűnik röviden bemutatni — az agyszerkezet néhány alapelvével együtt — a kognitív neurotudomány által jelenleg alkalmazott kutatási eszközöket (technológiát) és módszereket. A fejezet végén a népszerű téveszméken és/vagy tudományos félreértéseken alapuló „neuromitoszok” áttekintésére kerül sor.

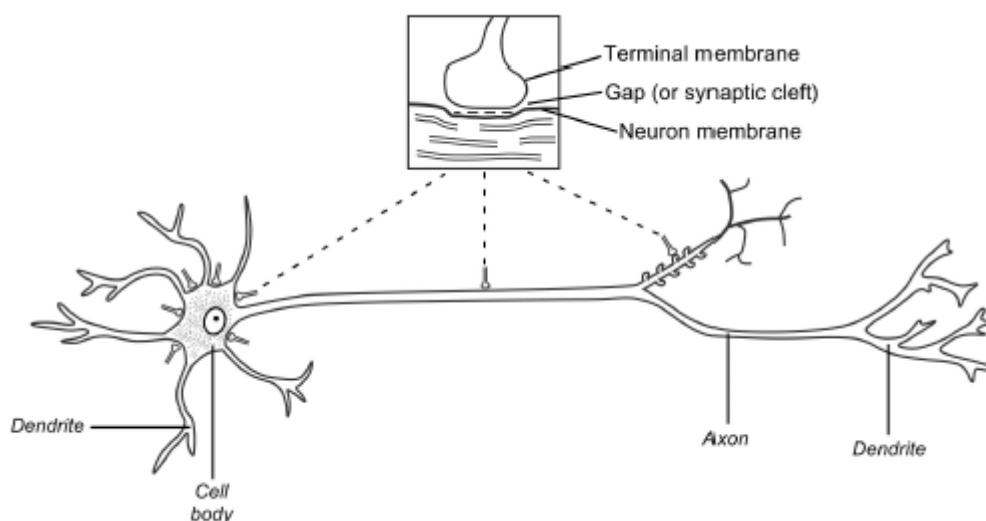
4.1. Az agy felépítésének és a neurális információk feldolgozásának alapelvei

4.1.1. Neuronok, elmeállapotok, tudás és tanulás

Az agyban lejátszódó információfeldolgozás alapeleme a neuron, ami az elektromosság felhalmozására és továbbítására képes idegsejtet jelenti. Az emberi agy körülbelül 10 milliárd idegsejtet tartalmaz, amelyek mindegyike több ezer másikkal kapcsolódhat, így biztosítva a nagy tömegű és számos irányban egyszerre futó információk áramlását.

Az aktív neuronok száma minden egyes pillanatban óriási, és minden ilyen ún. „aktivitási séma” egy bizonyos elmeállapotnak felel meg. A neuronok közötti csatlakozásokon (szinapszisokon) keresztül folyó elektromosság a neuronok egy újabb csoportját aktiválja és az agy egy másik elmeállapotra áll át. A számítógépes bitekkel ellentétben — amelyeknél csak két állás lehetséges — a neuronok aktiválási szintje olyan folytonos változó, amely az elmeállapotok hihetetlenül finom variációit és árnyalását teszi lehetővé.

1. ábra:



Terminal membrane – Végfácska-membrán
 Gap (or synaptic cleft) – Rész (szinaptikus tér)
 Neuron membrane – Idegsejt-membrán
 Dendrite – Dendrit
 Axon – Axon
 Cell body – Sejttest

Az idegsejteken található szinapszis-típusok vázlatos ábrázolása. A szinapszis az idegsejt membránjából, a végfácska membránjából és a kettő közötti részből áll.

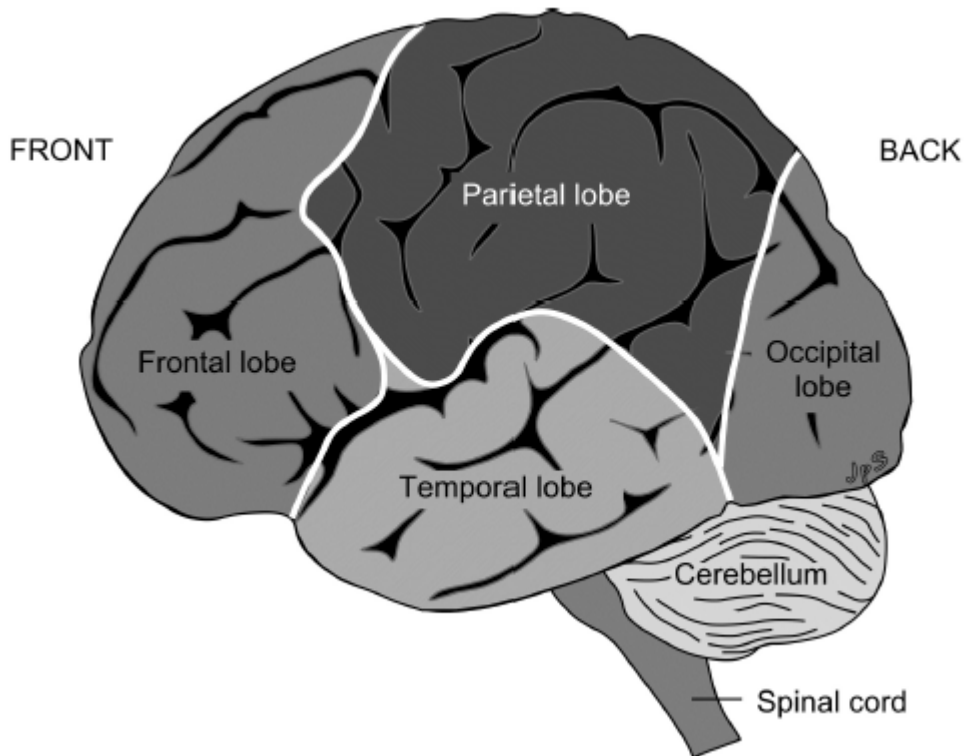
Ha az elmeállapotokat a neurális aktivitás sémái produkálják, akkor a „tudás” — ami definíció szerint a két elmeállapot közötti kognitív áramlást jelenti, bármi is legyen a hajtóerő — a neurális kapcsolódásban kell hogy kódolva legyen. Ez annyit jelent, hogy a tanulás vagy új szinapszisok növekedése, vagy a meglevők erősödése vagy gyengülése útján megy végbe. Tulajdonképpen mindkét mechanizmusra vannak bizonyítékok, az elsöre főleg fiatal agyak, a másodikra pedig inkább az érett agyak esetében. Talán érdemes megemlíteni azt, hogy bármilyen hosszú távú új tudásnak az agyba történő beviteléhez az agy anatómiájának módosítására van szükség.

4.1.2. Funkcionális felépítés

Az agy különböző részei különböző információfeldolgozási feladatokat látnak el. Az agy felépítését csaknem valamennyi szinten ez a funkcionális lokalizáció jellemzi. Az agy nem más, mint struktúráknak a gerincagy tetején elhelyezkedő együttese. Az alacsonyabb rendű struktúrák feladata az alapvető testi funkciók (pl. légzés, emésztés, akaratlagos mozgás) koordinálása, az alapvető hajtóerők (pl. éhség, nemi vágy) kifejezése és az elsődleges érzelmek (pl. félelem) feldolgozása. A magasabb rendű — az alacsonyabb rendű struktúrákra épülve később kialakult — struktúrák az emberben fejlettebbek, mint bármilyen más állatnál. A legutoljára kifejlődött rész — a neokortex — az idegsejteknek azt a vékony rétegét jelenti, amely az agy csigaszerűen csavart felszínét burkolja. Ez a gondolkodás helye, és itt található az emberi agy idegsejtjeinek háromnegyede is.

A neokortex két — bal- és jobboldali — féltekére oszlik. A kettő között hídként helyezkedik el a corpus callosum nevű idegrost-köteg, ami a két félteke közötti információcserét biztosítja. A féltekék mindegyike különböző feladatokra specializálódott lebenyekre oszlik: a homloklebeny (elöl) a tervezés és a cselekvés helye. A halántéklebeny (oldalt) dolgozza a hallást, a memóriát és a tárgyak felismerését. A fali lebenyben (felül) történik az érzékelés és a térbeli tájékozódás. Az occipitalis lebeny (hátsó) a látás helye. Ezek természetesen csak hozzávetőleges jellemzések, hiszen minden egyes lebeny nagyon konkrét információfeldolgozásra specializált, egymásba fonódó neuronhálózatokra oszlik tovább. Bármely összetett képesség — mint mondjuk az összeadás vagy a szavak felismerése — ezeknek az agy különböző részeiben elhelyezkedő specializált neuronhálózatoknak az összehangolt működésétől függ. Ezen hálózatok bármelyikének vagy a közöttük levő kapcsolatoknak a károsodása megzavarja a támogatott képességet, és minden lehetséges rendellenességnek egy meghatározott hiányosság felel meg.

2. ábra:



FRONT – ELŐL

BACK – HÁTUL

Parietal lobe – Fali lebeny

Frontal lobe – Homloklebeny

Occipital lobe – Occipitalis lebeny

Temporal lobe – Halántéklebeny

Cerebellum – Kisagy

Spinal cord – Gerincagy

Az agykéreg főbb részei.

Végezetül megemlítendő, hogy nincs két egyforma agy. Jelentős egyéni különbségek mutatkoznak az általános méretben és — ami még ennél is fontosabb — a meghatározott funkciók ellátására kijelölt neuronok számában, sőt, még a funkciós modulok felépítésében és helyében is. Mivel a neuronok többsége funkcionálisan felcserélhető, így könnyen elképzelhető az, hogy a meghatározott feladat végzésére kijelölt neuron később egy másik feladatot kap. Ez pedig azt jelenti, hogy az adottság, a nevelés és a tanulás következtében minden agy egyedi és az ember egész életén keresztül változásban van.

Glosszárium

ADHD

Figyelemzavar hiperaktivitás betegség. Tanulási és magatartási problémák tünetegyüttese. A figyelem fenntartásának nehézsége, impulzív viselkedés (lendületes stílus) és gyakran hiperaktivitás jellemzi — minimális agyi diszfunkciónak is nevezik.

Alzheimer-kór

Az agynak az öregséggel együtt járó folyamatos leépülési betegsége, amire az agy egész területére kiterjedő diffúz atrófia jellemző, szenilis plakkoknak nevezett elváltozásoktól és neurofibrilláris fonatokként ismert rostcsomóktól kísérve. A betegség a memória és a figyelem kognitív folyamatait befolyásolja.

Kognitív neurotudomány

A kogníció pszichológiai, számítási és neurotudományos alapjainak vizsgálatára irányuló agy- és elmekutatás.

Kognitív vitalitás

Az agy egész életen át kitartó aktív erejét jelenti.

(Agy)kéreg

Az agy külső rétege.

Depresszió

A vitalitás vagy a funkcionális tevékenység visszaesése: a testi vagy szellemi vitalitás normális szintje alatti állapot.

Diszkalkulia

Akalkulia néven is ismert. A matematikai problémamegoldó képesség romlása az agy sérülése vagy betegsége miatt.

Diszlexia

Az olvasás elsajátításának nehézsége a hagyományos instruálás, a megfelelő intelligencia és a szociokulturális lehetőségek ellenére.

Érzelmi intelligencia

Emocionális kvóciensként („EQ”) is ismert. Az érzelmi intelligenciával rendelkező személyek képesek mások iránt megértéssel és empátiával viseltetni, jól fejlett szociális képességük van, és ezt az emocionális tudatosságot használják cselekedeteik és magatartásuk irányításához. A kifejezés 1990-ben született.

Tapasztalatfüggő

Egy adott funkcionális neurális rendszer azon tulajdonsága, amelyben a tapasztalatok variációi a funkció variációit eredményezik. Ez a tulajdonság akár egész életen keresztül is megmaradhat.

Tapasztalatváró

Egy adott funkcionális neurális rendszer azon tulajdonsága, amelyben a rendszer fejlődéséhez mindenképpen olyan stabil környezeti inputokra van szükség, amelyek a faj minden tagjánál nagyjából ugyanazok (pl. az újszülöttek mindkét szemének stimulálása az okuláris dominancia oszlopainak kialakulása során). Ez a tulajdonság vélhetően csak az élet korai szakaszában van jelen.

fMRI

funkcionális mágneses rezonancia-leképezés. MRI szkennelés alkalmazása a neurális aktivitásnak a vérkémia (pl. oxigénszint) változásain keresztül történő közvetett vizsgálatához, valamint a különböző ingerformákhoz és mentális feladatokhoz társított agyterületeken belüli aktivitásnövekedés tanulmányozásához (lásd: MRI).

Homlokleány

Az agykéregnek a tervezésben és a magasabb szintű gondolkodásban fontosnak tartott elülső régiói.

Funkcionális leképezés

Különböző mérési technikákat jelent, amelyek célja az, hogy számszaki információkat nyerjenek a fiziológiai funkcióról.

(Agy)félteke

Az agy két oldalának egyike. Lehet „jobboldali” és „baloldali”.

IQ

Az adott személy relatív intelligenciájának kifejezésére használt szám, amit eredetileg úgy határoztak meg, hogy a mentális életkort elosztották a tényleges életkorral és megszorozták 100-zal.

Balféltekés gondolkodás

Laikusok által használt és azon a téves elképzelésen alapuló kifejezés, miszerint a magasabb szintű gondolkodási folyamatok egyes elemei szigorúan elkülönülnek egymástól és csak az egyik vagy a másik féltekében játszódnak le. Valószínűleg a balfélteke specializálódás

olyan konkrét megfigyeléseinek eltúlzásán alapul, mint például a beszédet ellenőrző neurális rendszerek.

Limbikus rendszer

Másik elnevezése „emocionális agy”. A talamuszt és a hipotalamuszt határolja, és számos mély agyi struktúra alkotja.

Lebeny

Funkciók szerint felosztott nagyobb agyterületek (occipitalis, halánték, fali és homlok).

Mentális képalkotás

Vizualizációnak is nevezik. Az agy az emlékek, a képzelet, illetve a kettő kombinációjának segítségével alkot képeket. Feltételezések szerint a mentális képalkotásban a percepcióért felelős agyterületek is részt vesznek.

MRI

Mágneses rezonancia-leképezés. Noninvazív technika az élő emberi agyon belüli struktúrák leképezésére, erős mágneses mező és rádiófrekvenciás impulzusok kombinációja útján.

Többszörös intelligencia

Ezt a kifejezést eredetileg a környezet feldolgozásának különböző, de egyformán fontos módjaival kapcsolatos magyarázatok teljesebbé tétele céljából alkották meg.

Myelinisatio

Az a folyamat, amelynek során az idegszálak egy zsíros jellegű védőburkolatot kapnak. Az idegrostokat körülvevő hüvely (myelin) elektromos rendszerben vezetőként viselkedik, így biztosítva azt, hogy az idegrostok által küldött üzenetek ne vesszenek el útközben.

A hármas szám mítosza

Úgy is nevezik, hogy „a korai életévek mítosza”. E feltételezés szerint az agy aktivitásának megváltoztatásában csak az első három életév számít, mert azt követően az agy már érzéketlen a változásokra. Ez egyfajta szélsőséges „kritikus periódus” nézőpontnak is tekinthető.

Neuromítosz

A tudományosan (agykutatás által) megállapított tények félreértése, helytelen értelmezése vagy rosszul idézése következtében létrejött téveszme oktatási vagy egyéb kontextusban.

Neuron

Az idegrendszer alapvető építőeleme; információk integrálására és továbbítására specializálódott sejt.

NIRS

Közeli infravörös spektroszkópia. Noninvazív leképezési módszer, amely közeli infravörös abszorpcióval teszi lehetővé az agyban levő deoxigenált hemoglobin koncentrációjának a megmérését (a 700 és 900 nm közötti hullámhosszú közeli infravörös fény részben képes behatolni az emberi szövetekbe).

Occipitalis lebeny

Az agykéreg vizuális információkat kapó hátulsó régiója.

Fali lebeny

Az agykéreg felső-középső régiója, amely számos funkcióban részt vesz, így többek között a térinformációk feldolgozásában, a testi leképezésben, a tájékozódásban, stb.

PET

Pozitron emissziós tomográfia. Azon technikák sokfélesége, amelyek pozitront kibocsátó radionukleidek segítségével képezik le az agyi aktivitást, a véráramlást vagy az anyagcsere tevékenységet. A PET az agyban található vegyületek vagy anyagok háromdimenziós, színes képét adja.

Plaszticitás

Másképpen az „agy plaszticitása”. Az a jelenség, hogy miként változik és tanul az agy.

Jobbféltekés gondolkodás

Laikusok által használt és azon a téves elképzelésen alapuló kifejezés, miszerint a magasabb szintű gondolkodási folyamatok egyes elemei szigorúan elkülönülnek egymástól és csak az egyik vagy a másik féltekében játszódnak le. Valószínűleg a jobbfélteke specializálódás konkrét megfigyeléseinek az eltúlzásán alapul.

Tanulástudomány

Ezzel a kifejezéssel próbálják felcímkézni azt a fajta kutatást, amely a kognitív neurotudományos kutatás és az oktatási kutatás és gyakorlat összefogásakor lehetséges.

Érzékeny periódus

Olyan időszak, amelyben egy bizonyos biológiai esemény bekövetkezésének a valószínűsége a legnagyobb. A tudósoknak eddig az egyes szenzoros ingerek (látás és beszédhangok) és bizonyos emocionális és kognitív tapasztalatok (ragaszkodás, a nyelvnek való kitettség) érzékeny periódusait sikerült dokumentálniuk. Számos olyan mentális készség (olvasás, szókincs, színlátás) van azonban, amelyek fejlődésénél nincsenek szigorúan lehatárolt érzékeny periódusok.

Szinapszis

Az a speciális csomópont, ahol a neuron egy másik idegsejttel („célsejt”) kommunikál.

Szinaptogenezis

A szinaptikus kapcsolatok kialakulása.

Halántéklebeny

Az agykéreg hallási információk befogadására alkalmas oldalsó régiója.

TMS

Transcranialis mágneses stimuláció. Olyan eljárás, amelyben az agyban folyó elektromos aktivitást lüktető mágneses térrel befolyásolják. A közelmúltban TMS segítségével vizsgálták a kérgi feldolgozás egyes vonatkozásait, így például a szenzoros és a kognitív funkciókat.

Transzdiszciplinaritás

Az egymástól teljesen különböző diszciplínák áthidalása és egybeolvasztása, aminek eredményeként egy saját fogalomrendszerrel bíró olyan új diszciplína jön létre, amely túlmutat a kialakításba bevont tudományok és diszciplínák határain.

A kiadvány eredeti angol nyelvű változatának tartalomjegyzéke
(mellékletek, valamint a dobozok, táblázatok és grafikonok jegyzéke nélkül):

Bevezetés

I. Premisszák

1. fejezet: Az oktatás kontextusa

2. fejezet: Hogyan szolgálhat információval a kognitív neurotudomány az oktatási politika és gyakorlat számára

II. A kognitív neurotudomány és az oktatás találkozása

3. A három fórum

4. A tanulás neurotudományos szemszögből nézve

Glosszárium

Ez az *Áttekintés* az alábbi anyag kivonatos fordítása:
Understanding the Brain: Towards a New Learning Science
Comprendre le cerveau: Vers une nouvelle science de
l'apprentissage
© 2002, OECD.

A kiadvány az OECD párizsi központjától (2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, FRANCE) és a www.oecd.org/bookshop címen vásárolható meg.

Az *Áttekintések* díjmentesen állnak rendelkezésre az OECD Online Könyvesboltban www.oecd.org/bookshop

Az *Áttekintések* készítését a Közügyi és Kommunikációs Igazgatóság jogi és fordítási csoportja végzi.

email: rights@oecd.org
Fax: +33 1 45 24 13 91



© OECD 2003

Ez az *Áttekintés* abban az esetben reprodukálható, ha megemlítsük az OECD szerzői joga és az eredeti kiadvány címe.