



CSORBA F. LÁSZLÓ

Mi a természettudományos műveltség?

Ütközőpontok és megoldáskeresés a természettudományok tanításában

KÖZELÍTÉSEK

A MŰVELTSÉG TARTALMA

Kevesen vitatják, és alapvető dokumentumok is rögzítik, hogy a közoktatás fő feladata a műveltség, illetve kultúra átadása (NAT 2012, NAT 2020).¹ Vitatott azonban e két fogalom tartalma, kapcsolataik, tanításuk módja, sőt angol és magyar megnevezésük is. A Németh László által javasolt közösségfenntartó, röviden *közös* műveltség helyett (Németh, 1931) a NAT 2020-ban olvashatunk *általános, nemzeti vagy alpműveltségről, emberi, európai, média-, egészség- és természettudományos műveltségről* is, anélkül, hogy e dokumentum meghatározná e fogalmak jelentését (Csorba, 2020). A *cultivation* és a magyar *kultúra* szó eredete a latin *cultus*, mely földművelést, állattenyésztést, de egyúttal istentiszteletet, szertartást is jelent, így szétválaszthatatlanul kapcsolja össze a mindennapi gyakorlatot és annak szakrális dimenzióját. Egy közösség kultúrája a közös műveltség megnyilvánulása, Joseph Ratzinger szavával „a közösség életét alakító ismeretek és ér-

tékítéletek történelmileg kialakult közösségi kifejeződése, [...] a világ, és a benne élő ember létezésének megértésére irányuló kísérlet” (Ratzinger, 2019, 51. o.). Ezt a meghatározást elfogadva, ha a meg-

értést mint célt nem tévesztjük szem elől, a természettudományos műveltség aligha szakítható ki a kultúra egészéből.

Ennek fényében sokan szemlélik aggodalommal

a természettudományok fokozódó térszűkítését a közoktatás utóbbi évtizedeiben. Ezt a tendenciát nem csak, és nem is elsősorban az óraszámok csökkentése jelzi, hanem egyrészt teljes tudományterületek lehetséges kiesése a középszintű oktatásból (technikumok), másrészt a természettudományok részleges kiszorulása a megértésükre alkalmas életkorokból (gimnáziumok utolsó évei), ami sajnos a tudományterületek kapcsolatainak szétzilálódásával is párosult. Valójában nemcsak egyes iskolatípusokban, hanem minden téren érezhető a műveltség hálójának szakadása. A probléma tehát nemcsak a természettudományokat, és nem is csak a közoktatás rendszerét érinti, hanem egész közösség- és kultúrafelfogásunk egyensúlyvesztésére utal. Csapó Benő idézi

¹ Részlet a NAT 2012-ből: „A Nemzeti alaptanterv (a továbbiakban: Nat) a köznevelés feladatát alapvetően a nemzeti műveltség, a hazai nemzetiségek kultúrájának átadásában, megőrzésében, az egyetemes kultúra közvetítésében, az erkölcsi érzék és a szellemi-érzelmi fogékonyság elmélyítésében jelöli meg.”

Neil Postman „*The End of Education*” című könyvét, aki az iskolai oktatásról általában írt: „*egy önmagán túlmutató, tiszteletre méltó cél nélkül az iskolázatásnak véget kell érnie*” (Postman, 1996). Ez a „tiszteletre méltó cél” a 21. század közoktatásában aligha lehet valamilyen szakma fortélyainak megismerése. A cél olyan műveltség elsajátítása, mely tájékozódási képességet ad a mindennapokban, egyúttal pedig megmutatja azokat a tágabb dimenziókat is, melyek ezt a tudást értékessé, kibonthatóvá teszik. Ez a törekvés pedig szorosan összekapcsolja a természettudományokat a humánnak nevezett műveltségi területekkel. Szakadásukról újra érdemes föllapozni az 1960-70-es években sokat emlegetett Charles Snow a „Két kultúráról” írt tanulmányát (Snow, 1965, 16). A szerző ebben éppen arról ír, hogy *nincs* két kultúra, hogy a közoktatásnak alapvető szerepet kell(ene) adni e szakadás megállításában.

A PISA által használt *literacy* (PISA 2013, 2015) meghatározása szerint a műveltség képesség arra, hogy a diák alkalmazza tudását és készségeit (skills) a legkülönbözőbb szituációkban (Lingard és Sellar, 2015, 19. o.). Ennek szerves része a természettudományos műveltség (*scientific literacy*) is, melynek célja, hogy a diákok a természettudományos tudás tájékozott és megfontolt felhasználói, illetve „fogyasztói” (*informed critical consumers*) legyenek. Kiemelhető, hogy e cél eléréséhez a tartalmi tudáson kívül (*content knowledge*) szükség van a módszerek tudásra (*procedural knowledge*) és az értelmező tudásra is (*epistemic knowledge*, mely a módszerek sokféleségére, lehetőségeire, korlátaira, felhasználhatóságára, a tudás társadalmi szerepére vonatkozik, ami túlmutat a szűken értelmezett természettudományos diszciplínák körén.

A természettudományos műveltség lehetséges megközelítéseinek áttekintését adja Csapó Benő (Csapó és Szabó, 2012) és B. Németh Mária (2008) tanulmánya, illetve Laugksch (2000) összefoglalója. A műveltségképek közül Nott és Wellington (1993)

éppen arról ír, hogy
nincs két kultúra

tanulmányukban a műveltséget ellentétpárok folytonos küzdelmeként jellemzik: relativizmus és pozitívizmus (abszolút vagy relatív az igazság?), induktívizmus és deduktívizmus (egyediből általánosítunk vagy általános összefüggésekből következtetünk?), kontextualizmus és dekontextualizmus (a tudomány kulturális környezettől függő avagy függetleníthető?), folyamat és tartalom (az elért tudás vagy az ahhoz vezető út a döntő?). Ehhez hasonló, sarkított megközelítést alkalmaztuk jelen írásunkban is.

E tanulmány során abból indulunk ki, hogy a természettudományos műveltség elválaszthatatlan a kultúra és az azt fenntartó műveltség egészétől, attól, hogy mit gondolunk az emberi tudásról és magáról az emberről. Az eltérő tudományképek mögött eltérő emberképek állnak. Ezek az ember- és tudományképek gyakran ütköznek egymással, mert látszólag összeegyeztethetetlen elvárásokat tükröznek. Írásunkban megkíséreljük vázolni, hogy miben állnak a fő ellentétek, és ezek milyen módon oldhatók fel.

ÖSSZHANG, URALOM, MEGBÍZATÁS, AVAGY: MI CÉLBŐL TANULUNK?

A tudományokról szóló egyik jellemző vita háttérében a tudás lényegére és feladatára vonatkozó eltérő elképzelések állnak.

Az első – ókori, vagy még régebbi gyökerű – megközelítés szerint a tudás a megismerés és belső formálódás eszköze és eredménye, „a külső és a belső összhangja”. Platón barlang hasonlatában a főhőst egy csodálatos személy szabadította ki köteleiből és vezette a megismerés rögzös útján. Arisztotelész leírásában maga a csodálkozás a szabadító.

„Az emberek ugyanis most is és először is a csodálkozás miatt kezdtek filozofálni. [...] Aki ugyanis aporiával találkozik és csodálkozik, tudatlannak érzi magát.” – írja Arisztotelész (1992) a Metafizikában (982b o.). Az *aporia* szó megoldhatatlan vagy annak látszó, fogas kérdést, kiúttalanságot jelent. A világra irányul, de a vizsgálódó fogalmazza meg: a „csoda” eszerint egyfajta helyzetfelismerés, eszmélés. A csodálkozás oka és kiindulópontja nem lehet a csodálkozó teljes tudatlansága, hiszen akkor semmilyen kérdés sem merülhetne fel benne. Inkább olyan hiányosság vagy zavar érzete, mely egy jelenséget a korábbi ismeretek fényében szabálytalannak, meglepőnek talál, és ebben egy mélyebb, még rejtett ok megnyilvánulását sejtí. Ámulata ennek a rejtett rendnek szól.

Akik az aporiákat meg akarják oldani, azok számára előnyös, ha előtte jól megvizsgálják az aporiákat, mert

az ezt követő későbbi kutatásra alkalmas aporia a korábbi aporiafelvetések megoldása, és nem tudja megoldani a csomót az, aki nem is ismeri [...] mert aki aporiát vet fel, az olyan, mint a megkötözött ember, mindkét esetben ugyanis lehetetlen előre menni

– folytatja Arisztotelész (Uo., 995a o.). Ebben a dinamikus egyensúlykeresésben, amit nevezhetünk a „tudás útjának” is,

az ember mint mikrokozmosz a teljes világrendnek, a makrokozmosznak mintegy kicsinyített mása, lenyomata. Műveltsége saját részleges tudására adott reflexió.

Az alternatív tudásképp szerint – amit joggal nevezhetünk baconi képnek a filozófus *Francis Bacon*re utalva – a tudás a külvilág felett szerzett hatalom. A szükség hívja életre és a sikere hitelesíti. A tudás eszerint a siker, az alkalmazkodás és a befolyásolás – az adaptáció és alkalmasint a manipuláció – eszköze és eredménye. Helyességének bizonyítéka az alkalmazhatósága, haszna. Ez a szemlélet az oktatásra is erősödő befolyást gyakorol. Ha a tudást hasznot hozó árunak, az iskolákat „tudás-gyárnak” tekintik, akkor az elsajátítandó ismeretek mélységét és körét egy sajátos költség-haszon elemzés folyton változó eredményeként határozzák meg. A „gyakorlatias”, „hétköznapi” jelzőkkel ellátott tudás ebben a megközelítésben azt jelenti, hogy a „tan” (diszciplína, teória) egészéből kiszakított részleteket valamilyen hosszabb-rövidebb távú praktikus cél érdekében kapcsolják össze. Ez a megközelítés szerkezetében gyakran szétésové, egyoldalúvá teszi a tudást. Szélsőséges formájában

a célként kitűzött „gyakorlatias tudással” bíró személy néha egyszerűen az „engedelmes termelő és készséges fogyasztó” fedőneve.

Az öncélú tudás és a pusztán hasznosság sarkítottan bemutatott ellentéte feloldható. A szakrális megközelítés szerint a tudás megszerzése megbízatás: a ránk bízott, illetve általunk felismert rend őrzésének és kiteljesítésének eszköze. Művelés, tehát kultusz, aktív, de nem önkényes folyamat. A természet rendje a teremtés rendje (*Bolyki*, 1999). „Az ember a lét pástora” (*Heidegger*, 1994). A tudás e műveltségkép szerint azért érték, mert

egyrészt a teremtmények eredendően jók (a lények eredendő természete, azaz a természet egésze jó), másrészt a természetet megismerni képes emberi értelem is értékes, mert ez a megismerőképesség az ember sajátos lényege, természete. Ezért mondhatja *Dionüsziosz Areopagítész*: „*A jó az ember számára az ész követe*tése, a rossz az ember számára az éstől való eltérés.“ (Gilson, 2000, 302. o.). Az emberi akarat helyessége azon mérhető le, írja Gilson, hogy mennyire van összhangban az isteni akarral, s ugyanakkor az ésszel. „*Az akaratnak ugyanúgy megvan az igazsága, mint az ítéletnek, a helyesség mindkét esetben abban áll, hogy az ember az isteni törvényhez igazodik, hogy úgy gondolkozzék és akarjon, ahogyan kell.*“ (Gilson, u.o).

A szakralitás a természettudományok területén a gondolkodás távlatosságát, a különféle megközelítések közös céljának kitűzését és ennek érdekében a diszciplínák művelésének, átadásának értő összehangolását jelenti. Ebben az összefüggésben a keresztyény/keresztyén műveltség egyfajta „távlat-tan”, egyrészt az európai természettudomány egyik létrehozója, másrészt a tudás személyességének és a tudással járó felelősség felismerésének is támasza. A távlatos gondolkodás a köznevelés minden szintjén elérhető cél, hiszen már az egyszerű szabálykövetés is, még inkább a szabályok értelmének kutatása, a szabálykeresés módjainak megértése és a szabályok közti összefüggések fölismerése tágabb összefüggések iránti nyitottságra nevel. *Rocard* és munkatársai meglátása szerint ez az irány a kutatás- és problémaalapú tanulás és tanítás felé vezet. „Az Európában fő szerepet játszó deduktív jellegű természettudománytanítást fel kell váltania a kutatásalapú tanításnak (inquiry-based learning), amely

alkalmasabb a tanulók érdeklődésének felkeltésére, problémamegoldó képességük, kritikai gondolkodásuk fejlesztésére.”

(*Rocard*, 2010; *Csapó, Csikos és Korom*, 2016).

Mivel a kutatás mindig egy fölismert probléma megoldását célozza, a probléma pedig a részleges tudás korlátaiból ered, ez a modern irányzat

jól illeszkedik a tanulást megbízatásként felfogó szemléletmódhoz.

Az arisztotelészi emberkép szerint a tanuló ember: Mikrokozmosz. Épülő tudása egy tőle független külső rend, a Makrokozmosz tükröződése. A baconi emberkép a tudást az ember eszközének tartja, mely a hatalmat szolgálja, mind a természet, mind más emberek fölött. A tudást megbízatásnak tartó leírás az embert olyan lényként ábrázolja, aki a külső és a belső rendet is ajándékként fogadja el, a részleges tudásából eredő hatalmat a szolgálat eszközeként használja.

REDUKCIONIZMUS, FUNKCIONALIZMUS, TÖBBSZEMPONTÚSÁG, AVAGY: MIT MIVEL ÉRTELMEZÜNK?

A tudományképek csatájának másik frontvonalában a redukcionizmus és holizmus (látszólagos) ellentéte áll. A redukcionista tudománykép szerint a közös tudásalap az összetett rendszerek alkotórészeinek és a működés mechanizmusának megértését jelenti. A komplexet az egyszerűre kell és lehet is visszavezetni. A mechanizmusok tisztelői a magasabb szerveződési szintek jellemzőit általában az „alapokra”, azaz az alacsonyabb szint jellemzőire próbálják visszavezetni, redukálni: a társadalmi a (szocio)biológiai

vagy gazdaságira, a biológiai a kémiaiakra, a kémiai a fizikaiakra. Aki ezt az elvet a pedagógiában kívánja érvényesíteni, az úgy véli, hogy az óhajtott közös műveltségnek is ez a „redukált tudás” az alapja. A magasabb szintek, a struktúrák és funkciók ismerete eszerint már a szaktudás, a szakma területe, tehát nem a közös, hanem a speciális műveltség része.

A redukcionista megközelítés ellentétét funkcionalizmusnak, „célszemléletűnek” nevezhetjük. Funkcionalista szemszögből a közös tudásalap valamely jelenség funkcióinak, illetve a funkciók összefüggéseinek ismerete. A funkcionalisták a magasabb szintek felől tekintenek az alacsonyabbak irányába, és természetesnek tartják, hogy az alacsonyabb szint jellemzőit nem mindenki ismeri és érti. A redukcionista emberkép követői gyakran az embert is az állatvilág egyik különös tagjának tekintik, kialakulását jellemző módon darwini mechanizmus alapján képzelik el. A funkcionalisták a magasabb szintet az alacsonyabból levezethetetlennek látva hajlanak arra, hogy az ember méltóságát is e hierarchiában betöltött szerepéből vezessék le. Teremtés és evolúció vitája évszázados, és nem csitul. Elemzése szétfeszítené e rövid írás kereteit. Ha a funkcionalista-redukcionista ellentétet nem is oldja fel, de értelmes párbeszédet tesz lehetővé Arisztotelész, aki a „négy ok” (anyag, forma, hatás, cél) tanításában árnyalt elemzési szempontokat kínált a legtöbb jelenség, többek között az „emberi jelenség” mai értelmezéséhez is. A viták, látszólagos ellentétek gyakran ennek feladásából, egyetlen elfogadhatónak tartott megközelítés egyoldalú hangoztatásából adódnak. Világosan látszik ez a csapda a „miért?” kérdésekre adott válaszok sokféleségéből. Aki a „*Miért gyorsul fel a légzés futás közben?*” kérdésre csak a funkcióra vonatkozó választ fogadja el („*Mert több oxigénre van*

szüksége a futónak.”), az éppúgy egyoldalú, mint aki csak a mechanizmusra vonatkozó tartja érvényesnek („*Mert többször és erőteljesebben húzódik össze a rekeszizom.*”). Amilyen kézenfekvő ez a megoldás, olyan ritkán

látunk példát a valóban árnyalt fogalmazásra és megközelítésre. A PISA 2006/2009 egyik feladatában (Testedzés, 5. kérdés) például érdekes módon

csak az első választípust honorálja, itt tehát a feladat készítői elvetették a redukcionista megközelítés jogosságát. Hasonló megfontolások alapján elemezhető például a darwini evolúció és az önszerveződő vagy a célt követő élővilág (Lovelock, 1987; Chardin, 1980) egymást kiegészítő képe is. A neodarwini kép elsősorban a kompetíciót és szelekciót, vagyis egy lehetséges mechanizmust, a lovelocki az együttműködést és önszerveződést mint funkciót, Chardin leírása pedig az irányultságot hangsúlyozza. A többféle szempont egyidejű megjelenítése egy organikus tudásképpen egyúttal az inter- (vagy transz)diszciplinaritás fő szervező elve, a Németh László-i „testvéri tantárgyak” szerveződésének egyik elvi háttere is lehet (Bernstein, 2001; Csorba, 2002, 2018b).

ISMERET, KOMPETENCIA, RENDSZER, AVAGY: VAN-E MIRŐL GONDOLKODNUNK?

Gyakran visszatérő dichotómia ismeret és kompetencia szétválasztása. A pedagógiára vonatkozó mai szóhasználat az ismeretekhez gyakran illeszti a „tárgyi”, az „öncélú”, a „főlöleges” és a „lexikális” jelzőket, míg a kompetenciákat mint a rugalmas tudás jellemzőit, a „tudástranszfer” lehetőségét biztosító képességeket dicséri. Nyilvánvaló azonban, hogy bármilyen megértés feltétele

valamilyen gondolati rendszer (kognitív séma, diszciplína) elfogadása és alkalmazása, a tartalmi elemek csak ennek részeiként értelmezhetők. A „tárgyi” ismeret tehát mindig valamely gondolati séma eleme, attól nem választó el. Ezért nem lehet „öncélú” vagy „lexikális” sem, legfeljebb annyi mondható, hogy az adott eljárás vagy gondolati séma megértéséhez, átéléséhez másik példa is alkalmas lehet. Mivel sokféle gondolati rendszer él és hat párhuzamosan (mind társadalmi szinten, mind az egyes személyekben), szükség van arra a képességre, mely lehetővé teszi, hogy egyik rendszerből a másikba léphessünk, azokat egymásra vonatkoztassuk, azaz a „tárgyi” tudást alkalmazzuk. Tág értelemben ezt a gyakorlottságot nevezhetjük kompetenciának. Az átlépések gyakorlása több is, más is, mint pusztán szellemi akrobatika. A diszciplínák elemei egy organikus társadalomban és organikus tudásképpen egymást szolgálják, például „megalapozzák”, „kiegészítik” egymást vagy funkciót találnak egymásnak, a magasabb szerveződési szint részeként értelmezve azt. A diszciplínák ezen kapcsolatára is érvényes Németh László „testvéri tantárgyak” koncepciója.

Az áthidalás lehetőségét a rendszerszemlélet adja. A műveltség egésze: rendszer. Elemei – a diszciplínák, paradigmák, szabályok, törvények – akkor látják el jól feladatukat, ha megőrzik önállóságukat és fenntartják-kialakítják kapcsolataikat is. A közoktatás fő feladata e rendszerszemléletű tudás átadása, mégpedig olyan mélységben, ami segít fenntartani a közösséget is, és a benne élők önállóságát is. Ez a törekvés nyilvánul meg az inter-, multi- és transzdiszciplináris törekvésekben (B. Németh, 2009), melyek a kapcsolatépítés mellett mindig megőrzik bizonyos,

többé-kevésbé határozott határvonalakat azon diszciplínák között, melyeknek rendszerre kapcsolásán fáradoznak. E szemléletmód szükségessége különösen világossá válik a hatékony csoportos együttműködés feltételeként. A csoport tagjai akkor alkotnak működő egészet, ha a benne részt vevők tudása, gondolkodásmódja eléggé eltérő ahhoz, hogy inspirálja a többiekét, ugyanakkor megvan bennük az a közös műveltség is, ami lehetővé teszi, hogy megértsék és átvegyék egymás gondolatait.

HAGYOMÁNY, NAPRAKÉSZ TUDÁS VAGY A MŰVELTSÉG SZÖVEGE, AVAGY: MI TESZI KÖZÖSSÉ A TUDÁST?

Gyakran visszatérő (látszat)ellentét a hagyomány és a modernitás dichotómiája. A hagyományátadás hívei szerint a közoktatás a közösség szolgálatában áll, tartalma, a közműveltség a közösség egyik fenntartója, a közműveltség alapja pedig a közösséget összetartó hagyomány. Ha így van, az új ismeretek szerzése is csak erre épülhet.

A közoktatás által tanítandó közös alap tehát a tradíció. A naprakész tudás (modernitás) hívei szerint viszont a közoktatás feladata a tájékozottság, siker, a mindennapokban is hasznos ismeret átadása. A hagyományok

csak annyiban fontosak, amennyiben hasznosak. A közösséget – ha van ilyen – nem a múltja, hanem a jelen kapcsolatait tartják fenn.

Mindkét álláspont egyoldalú, de nehéz a közös nevező megtalálása. A „tradíció” eredendő jelentése: átadás, valami fontos átadása egyik nemzedékről a másikra. Mint azt

szükség van arra a képességre, mely lehetővé teszi, hogy egyik rendszerből a másikba léphessünk

Barsi Balázs (1994) kiemelte, a legfőbb tradíció maga az élet, de nem csupán annak biológiai továbbadása, hanem teljes szellemi és tárgyi örökségünk, mely előfeltétele bármiféle gondolkodásnak, emberi létezésnek. Része a nyelv, a művészet, a matematika, a vallás és a technika is.

A tradíció általános értelemben ezért nem „holt ismeret”, hanem mindenfajta innováció, fejlődés előfeltétele. A konzervatív vagy „romantikus” (*Ferry*, 1994) álláspont védelmezői ugyanakkor gyakran megfélemlenek arról, hogy számos, akár ősi hagyomány kifejezetten pusztító és önpusztító (példa rá a Húsvét-sziget története vagy a szikesedő Mezopotámia). Ezek a példák elemzendők, de adott esetben nem követendő, hanem éppen kerülendő minták. A naprakész tudás védelmezői számára az jelenti a kapcsolódási pontot, hogy a legfontosabb innovációk a kihívásokra adott olyan válaszok, amelyek a tradíciók által kínált lehetőségekből azt választják ki, ami a továbbélést és a közösség további épülését lehetővé teszi. Az innováció tehát a jó hagyományok megújítása. Ez az, amit divatosá vált szóval fenntarthatóságnak vagy fenntartható fejlődésnek neveznek, de helyesebb lenne a biblikus „örzés és művelés” kifejezéssel helyettesíteni (hiszen fenntartani a szó szoros értelmében csak a Teremtő képes bármit is). Az „örzés és művelés” a tradicionális és innovatív megközelítés egyeztetésének közös alapja.

A tudást közösségi tradíciónak tartók az embert szabálykövetőként, a naprakész tudás hívei viszont szabálytörőként és szabályalkotóként mutatják be. A feloldást jelentő organikus kép a szabályokat mint a művelés és örzés feltételeit ábrázolja,

számos, akár ősi
hagyomány kifejezetten
pusztító és önpusztító

az embert pedig mint ennek fölismerőjét, akinek szabadsága és felelőssége is van abban, hogy mely szabályokat alkot és követ.

Hagyomány és

a naprakésztség látszat-ellentmondásának feloldásában hasznos eszköz a történeti megközelítés (*Both* és *Csorba*, 2006; *Csorba*, 2018a). Arra a figyelemreméltó eredményre vezet, hogy az alapproblémák örök kísérőink: más-más formában, eltérő fogalmi eszközökkel, de ugyanazokra a kérdésekre keressük a választ. Állandóság és létrejövés, atomizáltság és teljesség, szabadság és determináció filozófiai kettős fogalmai számtalan konkrét formában kelnek életre, és befolyásolják gondolatainkat. Az „elavulás” sokszor inkább annak a jele, hogy az általános figyelem éppen más irányba fordult. A történeti áttekintés célja nem elsősorban a jelen ismeretekhez vezető „előzmények” bemutatása, hanem az eltérő megközelítések lehetőségeinek és érvényességi körének áttekintése. A múlt hozzáértő rekonstrukciója a jelen megértéséhez és a továbblépés tervezéséhez is alapvető fontosságú.

Példaként szolgálhat erre az égés magyarázatának története. Arisztotelész szerint a tűz az öt arkhé („öselv”) egyike, mely folytonos eloszlású és lehetőség formájában van jelen az éghető anyagokban. A flogiszton-teória hívei a 18. században „öselv” helyett egy,

az „elavulás” sokszor
inkább annak a jele, hogy
az általános figyelem éppen
más irányba fordult

az éghető anyagokban kötött feltételezett anyag, a flogiszton felszabadulásaként és a levegővel való egyesüléseként magyarázták az égést. *Lavoisier* még ugyanebben a században bizonyította, hogy az égés során az égő anyag kémiaiilag kapcsolódik a levegő egyik alkotójával, az oxigénnel.

Flogiszton tehát „nincs”. Az elektron felfedezése után (*J. J. Thomson*, 1897) azonban általánosított formában elektronátadásként értelmezték újra az oxidációt, ami figyelemreméltó rokonságot mutat a flogisztonátadás gondolatával. A flogiszton-elektron analógia nem a régi elmélet feltámasztása, azt sem jelenti, hogy az oxigén-elmélet hibásnak bizonyult volna. Inkább úgy fogalmazhatunk, hogy az oxigén-elmélet teljesítőképessége határait elérve átadta helyét egy olyan paradigmának (vagy programnak), mely jóval általánosabb, magyarázó jellegű volt és ebből a szempontból hasonlított az egykori flogisztonisták érveléséhez. A történet az elektronátadás-teória további általánosításával jut el a mai korhoz – s egyúttal így tér vissza a kezdetekhez. Az általánosított redoxi-elméletben az elektronátadás csupán egy szélső (és teljes mértékben tulajdonképpen soha meg nem valósuló) esete az elektron tartózkodási valószínűség-eltolódásának, melynek során elektronban „elszegényedik” vagy „gazdagodik” egy kiszemelt atom vagy atomcsoport környezete. A mai leírásban az „eloszlás” ismerős arisztotelészi gondolata bűvópatakként bukkan fel újra: a modern fizika és matematika eszköztára lehetőséget adott annak elemzésére, amit az ókori bölcselő mint általános elméleti problémát vetett föl. A közoktatás előtt álló nehéz feladat: úgy és olyan mértékben mutatni be egy-egy modell vagy paradigma tartalmát, érvényességi körét, hogy az a tanulóban ne bizonytalanságot, hanem ellenkezőleg: a megismert tudás bizonyosságát erősítse.

A példát a természettudományok egészére általánosítva a műveltség szövet-metáforájához jutunk. A megjelenő, eltűnő, majd újra előbukkanó paradigmákat egy

szövet szálaihoz hasonlíthatjuk, a műveltség egészét pedig a szövet mintázatához. A kép az egységet és folytonosságot emeli ki. Ez az egység azonban nem az egyes elméletek vagy paradigmák egyeduralma révén valósul meg, ahogyan azt *Kuhn* (1984) leírása sugallja, hanem a teljes műveltség összhangot teremtő ereje segítségével. Az összhang a paradigmák kölcsönhatásaként valósul meg, része a megértő elmélyedés, az érvelés, a kritika, a cáfolat és az újrafelfedezés is. A műveltség fenntartói ugyanolyan fontos szerepet töltenek be, mint a nagy cáfolók és felfedezők. A fenntartók – tanárok, szülők, írók – feladata hármas. Tudásuk és beleérző képességük révén jelenbe-emelik, re-konstruálják a múlt paradigmáit. Intuíciónk segítségével jelzik a jelen uralkodó paradigmáinak határait. Tájékozottságuk pedig módot ad arra, hogy a párhuzamosan futó gondolati szálakat összekapcsolják, megvilágítva ezzel a műveltség egész mintázatának egy-egy részét. Teszik ezt úgy, hogy mondandójuk minél szélesebb körben érthetővé váljon, megteremtve ezzel a párbeszéd, a közös műveltség alapját (*Csorba*, 2014).

NARRATÍVA, MODULARITÁS, SZERVEZŐDÉS, AVAGY: MI A TUDÁS ÚTJA?

intuíciónk segítségével jelzik a jelen uralkodó paradigmáinak határait

Az ember történetmesélő, történetekre hangolt lény. A mítoszok, mesék, példázatok ma is hatnak, még-hozzá nemcsak az irodalom, hanem a természettudományok

tanulása-tanítása során is. Érdemes fölidéznünk Arisztotelész elemzését a jól megírt történetek vonzerejéről, mert tanulsága túlmutat az irodalmi szövegeken.

Arisztotelész szerint a tragédia az emócióktól való megtisztulást (katharizist) keltő történet. A történet egésze logikus, ám a dráma szereplői számára csak egyes részletei tekinthetők át. Hiányos tudásukból tévedések és indulatok erednek, melyek szükségképpen vezetnek a határos eseményekhez, a fordulatokhoz és fölismerésekhez. Az érzelmeket leginkább az váltja ki, ha az események „a várakozás ellenére, de egymásból következőleg történnek” (Arisztotelész, 1997, 22. o. [IX. 52a.]). A dráma nézője beleélés, empátia révén azonosul a szereplőkkel. Így a színjáték során osztozik azok hiányos tudásában, indulataiban, velük együtt éli át a fordulatokat és felismeréseket. Ugyanakkor a dráma végén, átlátva a cselekmény egészét, éppen a történet szükségszerűségét éli meg, fölbontja a szereplőkhöz kapcsoló kötelékeit, ezzel megszabadul azok (komikus vagy tragikus) indulataitól is. Pontosabban: immár képes azokat uralni, egyensúlyban tartani. A *katarzisz* ezen értelmezés szerint a belső, lelki rend formálódása egy képzel, ám a valóságos Univerzumot utánzó világ bejárása során.

Ezen elemzés szerint a „mesélés”, a narratíva vonzerejének titka a katarzisz, a rejtett rend fölismerésének és bensővé tételének útja. Ez nemcsak a művészi alkotások befogadására, hanem a természettudományos megértés folyamatára is igaz. A tudomány művelése is a megértett és a meg nem értett (vagy inkább másként, rosszul vagy hiányosan értett) ütközései során kibontakozó dráma. Ezt a drámát a világ rendezettségének hite és a megismerés lehetőségének reménye élteti, a konfliktust a régi és az új gondolati sémák ütközése jelenti, a katarziszt az „aha” élmények adják. Igaz ugyan, hogy sohasem

lehet lezárt, befejezett, de a gondolati sémák (paradigmák, kutatási programok, modellek, teóriák) révén mégiscsak tagolt belső szerkezetet nyer. A köznapi sémákat a tudomány területén a diszciplínák váltják fel. Hányféle út vezethet a diszciplínákhoz (vagy azokon át)? A diszciplínákban jártas oktatók hajlamosak azt hinni, hogy csak egy vagy néhány, a sorrend és a diszciplínák egymásraépülése magukból a diszciplínából következik. A tanterv és a tankönyv egyfajta forgatókönyv: akkor is narratíva, ha egyetlen személy vagy történet sincs benne.

a tudomány művelése is a megértett és a meg nem értett ütközései során kibontakozó dráma

Ezzel az állásponttal szemben érvelnek a modularitás hívei. Szerintük nincs mindenre érvényes, közös narratíva. A tanuló személy vagy közösség érdeklődése és fölmerülő, megoldandó problémák szabják meg a tudás épülésének lépéseit és mélységét is. Számos irodalmi példa mutatja be ezt a „belülről építkező” tanulást, így például *Ibn Tufail* példázat-regénye (1961), *Defoe* Robinsonja (2016) vagy akár a *Családom és egyéb állatfajták* szerzője, az iskolakerülő de tudásszomjas kiskamasz, *Gerald Durrell* története (2018). E szemlélet szerint a tudásmodulok logikailag atomizáltak, a tanulást a megismerő személy vagy közösség belső igényei, érése, az őket érő kihívások sora eredményezi. Hogyan szerveződik azonban egységbe az így nyert „mikro-diszciplínák” halmaza? Tufajl regényében maga Éber (azaz Allah), Defoenál Robinson korábban elnyert műveltsége, Durrellnél pedig a segítő és igényes családi környezet ösztökéli a főszereplőt az összefüggések meglátása, az egészlegesség felé. Az egyén tartós érdeklődése e példákban adott volt, a közoktatás azonban gyakran kénytelen szembesülni azzal a váddal, hogy saját maga okozza a tanulók érdektelenségét.

Az érdeklődés fölkeltése és fenntartása valóban a pedagógia központi kérdése. Platón Szókratésze a tanulást megvilágosodásnak, a szunnyadó tudás világra hozatalának (anamnézisz) nevezi, nem titkolva egyrészt, hogy az eredmény a tanítvány eleve meglévő belső lehetőségeiből fakad, másrészt hogy fáradságos és eredménye konfliktusokat szül. A barlanghasonlat főszereplője, a kötelékeiből megszabadított rab tudásra jut, és ezután másként látja a természetet (a barlang falára vetülő képeket) és a közösséget (a falra vetülő képek nézőit) is. A mai kognitív tudomány, az erre alapozott konstruktív pedagógia a tudás gyarapodását Platónhoz hasonlóan belső konfliktusok soraként értelmezi. A folyamat mai leírása azonban árnyaltabb, hiszen az eszmélődés esetleg a „tévképzetek” zsákutcájában reked meg (Nahalka, 2002; Tóth, 2009, 25. o.). Ha az új – sokszor az iskolában tanult – információ illeszkedik a tanuló közvetlen tapasztalataira alapuló, gyakran „naiv” kognitív sémáihoz, akkor befogadása (látszólag) zökkenőmentes, ám ha a kettő ellentmondásban áll egymással, az konfliktust, kognitív disszonanciát okoz. Tóth példájában ilyen ütközést okoz például az anyag atomos szerkezete a „golyómodell” szerint és folytonos eloszlásának képe a „hét-köznapi-arisztotelészi” sémában. A disszonancia feloldása lehet az új információ elutasítása: ekkor a tanuló egyszerűen nem tanul, sőt aktívan ellenáll a befogadásnak, látszólag érdektelenséget mutat. Válasz lehet az új szabály engedelmes iskolai visszaadása a régi gondolati séma megőrzése mellett („magolás”, majd gyors felejtés). Kísérletet tehet a kétféle modell hibás (mert ellentmondásos) egybegyűrésére, meghamisítására, amit (a tanár tudásának magaslátaról) „tévképzetnek”

A tanuló ekkor saját magának teszi fel a kérdést: hogy is gondoljam el én ezt?

nevezhetünk. Például a diák úgy gondolhatja, hogy fogadjuk el az atomok létét, de az atomok közti ürességben mégiscsak kell lennie valami anyagnak, talán levegőnek. A tévedés itt nem a kétféle modell (vagy séma) ismeretében, meglétében, hanem ellentmondásra vezető keveredésükben rejlik. A kognitív disszonancia valódi feloldása csak a séma váltás „átbillenési pontján”, konceptuális váltáson keresztül lehetséges. A tanuló ekkor saját magának teszi fel a kérdést: hogy is gondoljam el én ezt? – majd egységes és ellentmondásmentes választ ad rá. Ez a megértés utolsó előtti fázisa, mely a régi séma elutasítását és az új séma átvételét jelenti. Az utolsó lépés pedig már az önreflexió: annak elfogadása, hogy az elvetett korábbi modell vagy séma nem eredendően hibás, hanem túlértékelt, reflektálatlan volt, ezért vezetett tévedéshez, amikor érvényességi körén túl alkalmazta. Ami pedig igaz saját egyéni fejlődésére, hasonló módon érvényes a közösségi, tudománytörténeti megközelítésre is, ahogyan azt a műveltség szövet-metaforája bemutatja.

Ez a fölismerés a kulcsa egyúttal a narratíva-modularitás ellentét feloldásának is.

A kognitív sémák nem egyéni, hanem közösségi konstrukciók. Az egyéni út háttérben mindig ott van a közös út, valamilyen egyénefeletti narratíva is.

A tanítás-tanulás-kutatás folyamata a tudástérben zajló kirándulásként szemléltethető. Az a jó, ha az útirány belső igényekből fakad, organikus (Pécsi, 2019), hiszen a tanuló valóban csak azokra a kérdésekre kaphat választ, melyeket előzőleg ő maga tett föl. A belső igény azonban egy élő közösségben soha nem egyetlen személynek, hanem az őt befogadó organizmusnak az egyént megszólító készítése, melyet viszont alkotóinak közös

műveltsége tart fenn. Ezzel a kör zárul: a külső és a belső ugyanazon érme két oldalának bizonyul.

A narratíva és a modularitás hívei egyaránt az ember nyitottságát, befejezetlenségét, dinamizmusát hangsúlyozzák, csakhogyan ennek erejét és irányultságát az előbbieket az egyénhez képest külső hatásokban keresik, utóbbiak pedig belső készítés eredményének tekintik. Az áthidalást a leírtak szerint maga a műveltség adja, mely a közösség tradíciójaként az egyéni eszmélődésnek is eszköze.

POZITIVIZMUS, RELATIVIZMUS, TELJES TUDÁS, AVAGY: MIBEN BÍZHATUNK?

Tudományfilozófiai szempontból a hazai természettudományos közoktatás a pozitívizmus édesgyermeké, vagy legalábbis az volt az ezredfordulóig. A pozitivisták által átvett örökség egyrészt a tények tisztelete, objektív leírásuk megkövetelése, másrészt az a meggyőződés, hogy a tudomány állításai egyértelműen igazolhatók vagy cáfolhatók. A világ leírható, az igazság bizonyítható, a tudás épülete szilárd alapokon áll és gyarapszik. (Pontosabb megfogalmazással a pozitivisták szerint az előzetes föltevésekkel összhangban álló megfigyelések az adott föltevést megerősítik, korroborálják, a vele ellentétben állók viszont cáfolják, így a hipotézisek egyfajta kísérleti-gondolati szelekció útján rostálódnak meg.) A tények tisztelete és leírása akkor sem fölösleges, ha magyarázatuk (még) nem ismert, vagy a magyarázatuk keresése gyakorlati szempontból éppen nem tűnik gyümölcsözőnek. Ez az, amit a múlt századi iskola igen képszerűen „ter-

mészetrajnának“ nevezett, és amit ma sokan divatjamúlt lexikális ismerethalmazként bélyegeznek meg. Pedig a petúnia virágának

vagy a kéz csontjainak rajza, leírása és figyelmes, szeretetteljes tanulmányozása nemcsak pontosságra és türelemre nevel, hanem bármely későbbi magyarázatnak is előfeltétele.

az abszolút tudás, minden igyekezetünk ellenére, elérhetetlen marad

A pozitívizmus fő erénye módszertani: az elemző gondolkodás, a kísérletezés jellemzőinek megmutatása, a bizonyítás lehetőségeinek feltárása, hiszen ez az alapja a leírt tények rendszerbe szervezésének és ezzel a természettudományos megértésnek is (*evidence-based learning*, bizonyítékon alapuló tanulás). Ide tartozik a kritika képessége is, amennyiben az egy fölismert, rendszeren belüli hibára mutat rá. Az értő bírálat a közös premissza elfogadását, vagyis a vitázók közötti lényegi egyetértést feltételez.

A pozitívizmussal szemben álló relativizmus *Umberto Eco* szerint éppen a pozitívizmus szülötte: annak kényszerű elfogadása, hogy az abszolút tudás, minden igyekezetünk ellenére, elérhetetlen marad (*Eco*, 2019, 86. o.). A kétféle egyoldalúság valóban összefügg. A pozitívista emberkép egy tudást felhalmozó és szelektáló, a relativista kép pedig a tudástöredékeibe kapaszkodó embert ábrázol. Mindkettő a jelenben él, saját múltját mint elavultat, érdektelent utasítja el. Esszéjében *Eco* éles határvonalat húz a társadalmak önvédelmi rendszere által joggal kárhozottatik etikai relativizmus („bármilyen megtehető“) és a tudományos-ismertelméleti relativizmus közé. A pozitívista tudományképpel ez utóbbi állítható szembe. Ma a természettudományokban az eltérő megközelítések összemérhetetlenségét hirdetőket nevezik relativistáknak. *Kuhn* megállapítása szerint a paradigmák összemérhetetlenek, ezért egy ilyen próbálkozás elvben is lehetetlen volna. *Lakatos* tudományfejlődési

képe megengedőbb: az egyidejűleg is létező kutatási programok közül szerinte az válik meghatározóvá, amely több releváns kérdést tud felvetni és megoldani (Lakatos, 1998).

A relativizmust érdemes megkülönböztetni a sokszempontúságtól, ami az ugyanarra a jelenségre vonatkozó, egymástól gyökeresen eltérő, de funkcióik és érvényességük körük elemzése révén nagyon is jól összevethető gondolati modellek (pl atommodellek, evolúciós modellek) céltól függő használatát jelenti. Pozitivisták szemléletű tanítás során a relativizmus csak zavart kelt, de a sokszempontúság is fölösleges tehernek tűnik. Nem világos például, hogy miért kell többféle atommodellt vagy többféle sav-bázis elméletet megismerni az egyetlen „jó“ vagy legalábbis „a legjobb“ helyett. Az átbillenési pontot az jelenti, amikor a diák – legalább időlegesen – el tud fogadni és működtetni is képes valamely modellt, majd megértve annak korlátait, át tud lépni egy másikba, anélkül azonban, hogy értékeljenek vagy hibásnak tartaná a korábbi modellt. Az ilyen átlépések lehetőségeinek számát és vonzerejét az utóbbi évtizedekben drámai mértékben megnövelték az internet kínálta lehetőségek, olyannyira, hogy a reális világot sok esetben helyettesíteni látszik a vélemények, interpretációk, animációk szövegekből kialakuló virtuális világ. Ez pedig nemcsak örömforrás, hanem veszélyforrás is. A fenyegető káosz az okos szelekció szabhatna gátat, ám éppen az a kérdés, hogy ki és minek alapján szelektálhatna akkor, amikor egy szélsőséges relativizmus lehetetlenné teszi a külső szempont, mérce alkalmazását. II. János Pál pápa 1998-ban megjelent „Fides et ratio” kezdetű enciklikájában (1998) így írt erről a veszélyről:

„A modern filozófia elmulasztván a lét iránti érdeklődést, kutatását az emberi gondolkodásra koncentrálna. Tehát nem az igazság megismerésére kapott emberi képességet emelte ki, hanem inkább korlátait és felté-

teles voltát hangsúlyozta. Ebből az agnoszticizmus és a relativizmus sokféle formája született, melyeknek következményeként a filozófiai kutatás elveszett az általános szkepticizmus futóhomokjában.”

az ember kiváltságos helyzetben van, mert tudatában lehet részlegességének

Mind a pozitívizmus, mint a relativizmusok korlátait képes meghaladni egy olyan organikus szemlélet, melyben a részleges érvényű megközelítések, hasonlóan egy élőlény szerveihez, egymást segítő, kiegészítő funkciót nyerne. Juhász-Nagy Pál szavait idézve: sokféle sokféleség van, és ezek közül az egyedi szintű, atomizált diverzitás éppen a legkevésbé érdekes. Azok a sokféleség-típusok segítik a megértést, amelyek összhangban állnak egy struktúrával (maguk is egy nagyobb egész részei) és a szervezet stabilitását éppúgy szolgálják, mint ahogy lehetőséget adnak annak változására, fejlődésére, alkalmazkodására is (Juhász-Nagy, 1992, 47–53. o.). A részrendszerekben rejlő, azokból nyerhető *in-formáció* (belső formáló elv, *causa formalis*) szükséges, de csak akkor vezethet helyes döntésekhez, ha ezt valamilyen külső formáló elvhez, „*ex-formációhoz*” viszonyítjuk. A keresztény teológia nyelvén: a Teremtő az egyedüli valóban létező („Az vagyok, aki vagyok” – 2Mózes 3), az egyedi létezők léte részleges és esetleges (születnek és pusztulnak), lényegük viszont, Teremtőjük szándéka szerint maradandó és jó. Esetleges létüknek tehát maradandó funkciója és célja van. Esetleges létezésünk miatt tudásunk is töredékes: „Most rész szerint van bennem az ismeret” (Pál, I. Kor 13), ám az ember kiváltságos helyzetben van, mert tudatában lehet részlegességének, ezért

meg is haladhatja azt, folyamatosan bízva a teljesség, a külső mérce létében („akkor pedig színről színre látunk“). Fölismerhetjük azt is, hogy még részleges tudásunkat is elvárásaink, hiedelmeink, függőségeink torzíthatják („Most rejtélyes képek által látunk“), ugyanakkor ezt a részlegességet összevethetjük a teljes tudás személyességével, azzal a szerető közvetlenséggel, mely egyéni útjainkra, talán még fölismert tévedéseinkre is vonatkozik („akkor pedig úgy ismerek majd, ahogyan én is megismerttem“).

a természettudományos műveltség alapja az a meggyőződés, hogy a természetben rend uralkodik

dolgoznak együtt. Ehhez hasonlóan a modern pedagógia eszközei, például a csoportmunka, a projektek, az információforrások összehasonlító vizsgálata is lehetőséget adnak az eltérő szempontok összehangolására. Azonban mind a „nagy tudományban”, mind a pedagógiai gyakorlatban fontos,

hogy legyen *mit* és legyen *minek alapján* összehangolni, azaz megkerülhetetlen a diszciplináris tudás (szaktudás) és az áttekinthetőségre, kapcsolatteremtésre alkalmas közös nyelv, közös műveltség megléte is.

ÖSSZEGZÉS

Az írásban fölvetett problémák nem újak. Más formában ugyan, de ott rejlenek a szofisták és Platón vagy a skolasztika univerzalistáinak és nominalistáinak vitájában. Az eltérő tudományképek mögött eltérő ember- és társadalomképek állnak. Az egység, a narratíva, a hagyomány, az egészlegesség, a tekintélyelv ütközik a modularitás, a redukció, a sokszínűség, a személyesség, a naprakészség szemléletével és gyakorlatával. Egyeztetésükre alkalmas az a szellemi eszköztár, amit a távlatos európai műveltség jelent. Ez a műveltség a gazdagon tagolt, autonómiájukat megőrző egységek együtt-létezésének és együttműködésének felismerésén, megértésén és fenntartásán alapul. Nem nélkülözheti a hierarchia szakrális dimenzióját, a külső és belső rend létének és összehangolhatóságának hitét.

A mai tudomány és a hétköznapi élet legtöbb területe is együttműködésen alapul, melyben eltérő képzettségű és szemléletű kutatók egy közös cél megoldása érdekében

VITAINDÍTÓ EPILOGUS: A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS MŰVELTSÉG MEGHATÁROZÁSA ÉS JELLEMZÉSE

A záró fejezetben megkíséreljük a természettudományos műveltség olyan leírását adni, mely figyelembe veszi az itt leírt szempontokat. Nem titkolt szándékunk, hogy ez a már most is sok véleményt és javaslatot ötvöző változat hozzászólásokra, termékeny párbeszédre ösztönözze az olvasót. A remélt konszenzus pillére lehetne a közoktatás formálódó rendszerének.

A természettudományos műveltség tartalmi tudás és készség a teremtett világ, a természet megértésére, megóvására és felelős alakítására. Alapja az a meggyőződés, hogy a természetben rend uralkodik. Ez a műveltség a kultúra része, mely a természet és a vele kölcsönhatásban élő közösség története során kibontakozott tudás hordozója és a közösség fennmaradásának egyik meghatározó feltétele.

A természettudományos műveltség a közös műveltség része. Átadása a következő nemzedéknek a köznevelés feladata.

A természettudományos világkép hozzájárul a közösség tagjainak felelősségteljes együttműködéséhez. A tartalmi tudás értelmezése a tudományágak (diszciplínák) belső rendjén, és az azok közt történetileg kialakult kölcsönhatásokon alapul. A tudományágakhoz kötött tudás biztosítja a természetben rejlő szabályok, törvényszerűségek tervszerű keresését, fölismerését és alkalmazását. A gondolati rendszerek (diszciplínák, paradigmák, elméletek, modellek) egymásra épülése sokszempontú tudást eredményez. A sokszempontúság az elméletek korlátos érvényességi területének elfogadását éppúgy jelenti, mint az így elérhető tudás bizonyosságát az elfogadott gondolati rendszeren belül. A természettudományos műveltség következménye

cselekedeteink várható hatásainak értő mérlegelése, gondolataink szükséges pontosságú megfogalmazása és mások érveivel való összevetésének képessége.

A természettudományos műveltség fokozatosan bontakozik ki, a természeti világ érzékelése és az emberi közösséggel való párbeszéd révén. Alapja egyrészt a függés tapasztalata, annak átélése, hogy teremtményként a természet részei vagyunk, másrészt a szabadság élménye, a megértés és formálás öröme. A megértés együtt jár a tudás esztétikai dimenziójának tapasztalatával, a természet fölismert formáiból, arányaiból eredő szépség élményével, másrészt annak elfogadásával, hogy ezeket a formákat rendszerként értelmezhető folyamathálózatok hozzák létre: a részek működése az okságot, a rész-egész viszonyok az egyes folyamatok funkcióit vagy lezajlásuk lépéseit magyarázhatják. A szintekre tagolt (hierarchikus) világlátás adja a helyes és helytelen döntések megkülönböztetésének

gondolati háttérét, ez jelenti a természettudományos műveltség etikai dimenzióját.

Ez a műveltség életünk során kezdetben a biztonság és a szülői gondoskodás megtapasztalása, majd az érzékelt világgal való kísérletezés, aztán a szokások és a közös nyelv (anyanyelv és egyes szakmai nyelvek) elsajátítása, végül a tapasztalatok és szokások magyarázatának, megértésének és alakításának útján fejlődik. Eredménye érdeklődő és felelős magatartás, mely értéknek tekinti mind a természetet, mind annak kitüntetett részeként az embert. A természettudományos műveltség elsajátítása a köznevelésben részt vevők joga és feladata. Bár ez a műveltség közös kincsünk, a rá épülő tartalmi tudás életkortól,

egyéni képességektől és lehetőségektől függően különböző. A köznevelés célja, hogy a diákokban olyan gondolati rendszerek épüljenek föl, melyek elegendően szilárdak belső egységük miatt, de kellően sokoldalúak és nyitottak is az új befogadására. Ez teszi lehetővé mások szempontjainak megértését, a lehetőségek,

A szintekre tagolt (hierarchikus) világlátás adja a helyes és helytelen döntések megkülönböztetésének gondolati háttérét, ez jelenti a természettudományos műveltség etikai dimenzióját

korlátok és kockázatok mérlegelését olyan mérce alapján, amely figyelembe veszi a természet belső rendjét. A műveltségből eredő felelősség ezért mindenkire vonatkozik.

A természettudományos műveltség a gondolkodás története során kialakult, megőrzött és átadott tudáson alapul. Ez lehetővé teszi a megoldásra váró feladatok fölismerését, a feladat szempontból lényeges jellemzők megnevezését és megjelenítését, az előfeltevések és a következtetések érvényességi körének vizsgálatát, a megoldáshoz szükséges új szempontok fölvetését, új információk kritikus válogatását, illetve régi szempontok új összefüggésbe helyezését is.

A természettudományos műveltség segít abban, hogy különbséget tegyünk a feltevés és a tapasztalat, a tévedés és a tudatos meg-

tévesztés között, hogy megkülönböztessük az értékes hagyományokat az ön- és közösségpusztító szokásoktól (Csorba, 2020).

1. TÁBLÁZAT

Összesítés: a természettudományos műveltség ellentétes megközelítései és ezek föloldása

<p>Tudás = megismerés: A tudás a megismerés eszköze és eredménye, a külső és a belső összhangja (Arisztotelész).</p>	<p>Tudás = manipuláció: A tudás a környezetet átalakításának eszköze, a külső feletti hatalom a belső által (F. Bacon).</p>	<p>Tudás = megbízatás A tudás a ránk bízott, általunk felismert rend őrzésének és kiteljesítésének eszköze.</p>
<p>Diszciplinaritás: Az ismeretek bővítésének vagy átformálásának egy vagy néhány észszerű útja van, a sorrend és a diszciplínák egymásra épülése magukból a diszciplínákból következik.</p>	<p>Modularitás: Nincs érvényes és közös narratíva. A tanuló személy vagy közösség érdeklődése és megoldandó problémák szabják meg a sorrendet. A tudás-modulok logikailag atomizáltak.</p>	<p>Narratíva, kötött mozgástérben: A tudásépítés lehetséges egyéni útjait a közösség története, múltja és a jelen kihívásai együttesen határozzák meg.</p>
<p>Ismeretközpontúság: A tények állnak a középpontban, akkor is, ha azok magyarázatára nem vagyunk képesek vagy nem vállalkozunk. A szükséges kompetenciák a tartalmak megismerése során alakulnak ki.</p>	<p>Kompetenciafejlesztés: Az ismeretek megszerzésének, felhasználásának és a módszer kritikájának képességét kell fejleszteni. A tartalmak a könyvekből és a világhálóról olvashatók ki, a személyes memória terhelése fölösleges.</p>	<p>Rendszerszemlélet: Ismeret és annak alkalmazása nem választhatók el egymástól. Az ismereteknek egymást kell szolgálniuk a műveltség rendszerén belül – a szolgálat érdekében vállalt határátlépések eszköze a kompetencia.</p>
<p>Hagyományátadás: A közoktatás a közösség szolgálatában áll, a közösség fenntartója a közműveltség, a közműveltség alapja az azt összetartó hagyomány. Az új ismeretek szerzése is csak erre épülhet.</p>	<p>Naprakész tudás: A közoktatás feladata a tájékozottság, a sikeresség elősegítése, a mindennapokban is hasznos ismeret átadása. A hagyományok annyiban érdekesek, amennyiben hasznosak.</p>	<p>Aránykeresés: Az alproblémák örök kísérelőink. Bölcsességet és történeti tudást igényel az értékes hagyományok és az önpusztító szokások közti különbségtétel. A túlélés feltétele a hosszú távú gondolkodás.</p>
<p>Holizmus: A közös tudásalap a struktúrák és funkciók ismerete. A mechanizmus részletkérdés, ismerete a szaktudás, a szakma területe.</p>	<p>Redukció: A közös tudásalap a mechanizmus megértése, a komplex visszavezetése az egyszerűre. A struktúrák és funkciók ismerete a szaktudás, a szakma területe.</p>	<p>„A négy ok egysége” (Arisztotelész): A jelenségek árnyalt megértését és befolyásolását az anyag / forma (elemi egység / információ) és a hatás / cél (mechanizmus / funkció) közös elemzése segíti elő.</p>

Pozitívizmus:

A tudás egyetlen módszer alapján, a tapasztalat által igazolt tények soraként épül. A megismerés a diszciplína keretei közt lehetséges. A tanulás: hipotézisek igazolása vagy elvetése.

Relatívizmus:

A sokféle tudás sokféle módszer, modell alapján gyarapszik. Nincs közös mérce. A diszciplínák egyének vagy csoportok eszközei.

Organikus szemlélet:

A modellek és diszciplínák egy organikus egész szolgálatában állnak és módosulnak. Diverzitás, komplexitás és stabilitás összefügg, a tanulás: optimumkeresés.

FORRÁS: saját szerkesztés

IRODALOM

- Arisztotelész (1997): Poétika. Kossuth, Budapest.
- Arisztotelész (1992): *Metaphysica* [‘A’ könyv, 2. fejezet]. Logos, Budapest.
- Bolyki János (1999): Teremtésvédelem. Ökológiai krízisünk teológiai megközelítése. Kálvin, Budapest.
- Beszélgetés Barsi Balázssal (1994): „Nincs természet – teremtés van!” Beszélgetés Barsi Balázssal. *Új Pedagógiai Szemle*, **44.** 7–8. sz.
- Bernstein, J. H. (2001). Transdisciplinarity: A Review of Its Origins, Development and Current Issues. *Journal of Research Practice*, **1.** 1. sz.
- B. Németh Mária (2008): A természettudományos műveltség fogalma és értelmezései. *Iskolakultúra*, **18.** 7–8. sz. Letöltés: http://real.mtak.hu/58340/1/11_EPA00011_iskolakultura_2008-7-8.pdf (2020. 10. 12.)
- B. Németh Mária (2009) Természettudományos tudás alkalmazása: hétköznapi jelenségek értelmezésének vizsgálata 1995 és 2006 között Szeged p. 11.
- Both Mária és Csorba F. László (2006): *Források*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Bánkuti Zsuzsanna, Both Mária és Csorba F. László (2011): *A kísérletező ember*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Bánkuti Zsuzsanna, Both Mária, Csorba F. László és Horányi Gábor (2012): A megőrzött idő. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Chardin, T. (1980): *Az emberi jelenség*. Gondolat, Budapest.
- Csapó Benő (1996): Természettudományos nevelés: híd a tudomány és a nevelés között. *Iskolakultúra*, **19.** 10. sz., 5–17. Letöltés: <http://www.staff.u-szeged.hu/~csapo/termtud.htm> (2020. 10. 12.)
- Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk., 2012): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Csapó Benő, Csíkos Csaba és Korom Erzsébet (2016): Értékelés a kutatásalapú természettudomány-tanulásban: a SAILS projekt. Letöltés: https://www.researchgate.net/publication/301304856_Ertekeles_a_kutatasalapu_termeszettudomany-tanulasban_a_SAILS_projekt (2020. 10. 11.)
- Csorba F. László (2002): Testvéri tantárgyak. *Új Pedagógiai Szemle*, **52.** 6. sz. Letöltés: <https://folyoiratok.oh.gov.hu/uj-pedagogiai-szemle/testveri-tantargyak-i> (2020. 09. 23.)
- Csorba F. László és Horváth Erika (2008). Az első fecskék: a komplex természettudomány-érettségi vizsgák eredményei. *Új Pedagógiai Szemle*, **58.** 6–7. sz. Letöltés: <https://folyoiratok.oh.gov.hu/uj-pedagogiai-szemle/az-első-fecskék-a-komplex-termeszettudomany-erettsegi-vizsgak-eredmenyei> (2020. 09. 13.)
- Csorba F. László (2014): Katona Mihály szerepe a magyar kémia történetében. Katona Mihály Tudománytörténeti Konferencia, Érd.
- Csorba F. László (2018a): *Történeti szemlélet a természettudományok tanításában*. *Historia Scientiarum*. Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT, Kolozsvár. Letöltés: http://epa.oszk.hu/03000/03051/00016/pdf/EPA03051_historia_scientiarum_2018_16.pdf (2020. 09. 23.)

- Csorba F. László (2018b): Van-e tudás a diszciplínákon túl? XXII. APÁCZAI-NAPOK Tudományos Konferencia. Letöltés: <https://lib.sze.hu/downloadmanager/download/nohtml/1/id/35669/m/11386> (2020. 09. 23.)
- Csorba F. László (2019): Új műveltség felé – megoldás-kísérletek a természettudományok tanításában. In: Kaposi József (szerk.): *Változások a pedagógiában – a pedagógia változása, konferenciakötet*. II. PPKE, Budapest. Letöltés: <http://ppke.hu/aktualis/pedagogiai-valtozasok-a-valtozas-pedagogiaja> (2020. 09. 23.)
- Defoe, D. (2016): *Robinson Crusoe*. Európa, Budapest.
- Durrel, G. (2018) *Családom és egyéb állatfajták*. Európa, Budapest.
- Eco, U. (2019): *Óriások vállán*. Kossuth, Budapest.
- Ferry, L. (1994): *Új rend: az ökológia*. Európa, Budapest.
- Gilson, E. (2000): A középkori filozófia szelleme. Kairosz p.302.
- Heidegger, M. (1994): Levél a humanizmusról. In: Uő.: „...Költőien lakozik az ember...”. *Válogatott írások*. T-Twins – Pompeji, Budapest – Szeged. 117–170.
- Ibn Tufail (1961): A természetes ember (Hajj ib Jakzán [Élő az Éber fia]). Európa, Budapest. Letöltés: <https://mek.oszk.hu/00400/00407/html/nter3705.htm> (2020. 10. 12.)
- Juhász-Nagy Pál (1992): *Az ökológia reménytelen reménye*. ELTE, Budapest.
- Kuhn, Th. (1984): *A tudományos forradalmak szerkezete*. Gondolat, Budapest.
- Lakatos Imre (1998): *Bizonyítások és cáfolatok*. Typotex, Budapest.
- Laugksch, R. (2000): Scientific Literacy. A Conceptual Overview. *Science Education*, **84**. 1. sz., Letöltés: https://www.researchgate.net/publication/200772545_Scientific_Literacy_A_Conceptual_Overview (2020. 10. 08.)
- Lingard, B és Sellar, S. (2015): New Literacisation Curricular Isomorphism an the OECD's PISA
- In Hamilton, B., Maddex, B. és Addey, C. (szerk.): *Literacy as Numbers... – Teacher's Book*, Cambridge University Press. 17–33.
- Lovelock, J. (1987): *Gaia. Új szemmel a földi életről*. Göncöl, Budapest.
- Moltmann, Jürgen (2009) Evolúcióelmélet és keresztyén teológia. A természet háborújától a természetes kooperációig és a létért való harctól az embertársi elismerésig. *Theológiai Szemle*, **52**, 2. sz., 85–90. Letöltés: https://adtplus.arcanum.hu/hu/view/TheologiaiSzemle_2009 (2020. 10. 08.)
- Nahalka István (2002): *Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben?* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Németh László (1931): Új enciklopédia. *Nyugat*, **24**, 23. sz. Letöltés: <https://epa.oszk.hu/00000/00022/00526/16427.htm> (2020. 10. 05.)
- Nott, M. és Wellington, J. (1993): Science education notes: Your nature of science profile – An activity for science teachers. *School Science Review*, **75**, 270. sz., 109–112.
- Pálhegyi Ferenc (2005): A Krisztus-központú pedagógiai gondolkodás. *Mester és Tanítvány*, 5. sz. Letöltés: <https://btk.ppke.hu/uploads/articles/6694/file/05.pdf> (2020. 10. 21.)
- Pécsi Rita (2019): Az organikus pedagógia lehet a kulcs a neveléshez. Letöltés: <https://vasarnap.hu/2019/03/25/az-organikus-pedagogia-lehet-a-kulcs-a-neveleshez/> (2020. 10. 21.)
- Postman, N. (1996): *The end of education*. Vintage Books, New York.
- Ratzinger, J. (2019): Hit, vallás és kultúra. In: Uő.: *Hit, igazság, tolerancia*. Ős-Kép, Budapest.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. és Hemmo, V. (2010): Természettudományos nevelés ma: megújult pedagógia Európa jövőjéért. *Iskolakultúra*, **20**, 2. sz., 13–30.
- Snow, C. P. (1965): The Two Cultures: and A Second Look. An expanded version of The Two Cultures and the Scientific Revolution. Cambridge University Press. (Magyarul: Uő (1997): A két kultúra és Egy másik nézőpont... , *Ponticulus Hungaricus*, 1. 1. sz. Letöltés: <https://www.ponticulus.hu/rovatok/huhogok/snow.html> (2020. 10. 21.)
- Szalay Balázs (2015): Természettudományi kompetenciamérés tartalmi kerete. Letöltés: https://www.oktatas.hu/pub_bin/dload/kozoktatasi/meresek/unios_tanulmanyok/Termeszettudomanyi_kompetenciameres_tartalmi_kerete.pdf (2020. 10. 21.)
- Tóth Zoltán (2009): Kémiai tévképzetek. *Természet Világa*, **140**, 1. sz.