

Mi a haszna a természettudományos tárgyak oktatásában a tudománytörténet és a tudományfilozófia diszciplínáinak?

A Történelem és Filozófia a Tudomány Oktatásában (HIPST, avagy TöFiTO) projekt bemutatása(1)

A természettudományos tárgyak oktatása esetén a történeti megközelítést általában szükségtelennek, sőt időt rablónak tekintik a tanárok. Ugyanakkor az utóbbi évtizedekben a (tudomány)történeti szempontokat is integráló megközelítések gyakran bizonyulnak sikeresnek problémás tananyagrészeknél.

Bevezetés

Minden tudományos tárgy tanításakor vannak olyan területek, témakörök és problémák, amelyek nehezebben taníthatók, ahol a diákok jelentős része nem tudja a rendelkezésre álló idő alatt elsajátítani a megfelelő fogalmakat, azok alkalmazása pontatlan, vagy akár inkonzisztens. Vagyis olyan területek, ahol a bevett oktatási módszertanok használatával még a tapasztalt tanárok is gyakran vakargatják a fejüket, hogy nem lehetne-e az adott anyagot jobban tanítani.

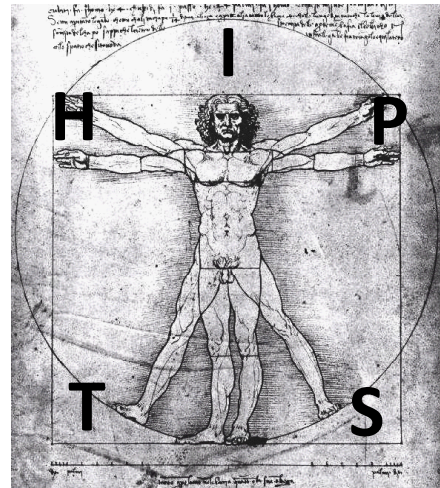
Persze minden kudarca sok ok adható, de mintha egy részük a tananyagainkban lenne „kódolva”. A példák hosszú sorából néhány: a fizikában az elektromossággal vagy hőmérséklettel kapcsolatos témakörök, a biológiában az evolúció. Ezekben az esetekben, még ha a diákok jól is teljesítenek bizonyos számonkérési formák esetében, fogalmi térképeik (‘conceptual map’)(2) interjú vizsgálata nyomán mélyen uralkodó fogalmi zűrzavarral találkoznak a kutatók számos országban. Ráadásul ezek a problémás területek gyakran függetlenek az oktatási rendszerektől: különböző országokban, eltérő tanmenetek használatával hasonló tapasztalatokat szerezhetünk.

Az elmúlt két évtized kutatásai rámutattak arra, hogy ezeket a problémákat jól orvosolhatják a tudománytörténetet felhasználó esettanulmányok tanmenetbe iktatásával. Az ilyen, általában néhány hetes modulok a problematikusnak tartott tananyagrészek tanításakor történeti vagy filozófiai szempontok figyelembe vételével alakítják ki a tanórák tervét. A cél a modulfejlesztésnél az, hogy amennyiben lehet, ugyanazokat a tartalmakat juttassák el a diákokhoz, mint a csak a tartalomra koncentráló tanmenetek. Az előbbi példák esetében úgy tűnik, a történeti szempontokat felhasználó modulok sikeresebbek lehetnek a hagyományos megoldásoknál. Ráadásul az ilyen modulok nyilvánvaló többletet is tartalmaznak – erről a későbbiekben még lesz szó.

A történeti (és filozófiai) megközelítés tehát nincsen ellentétben a természettudományos tárgyak tanításának hagyományos céljaival. Ezt azért szükséges ennyire egyértelműen kimondani, mert nem ez a hit él ma a legtöbb tanárban Magyarországon. Nem ez

sem a bevett nézet, sem azok általános tapasztalata, akik oktatási gyakorlatukban próbálkoztak tudománytörténeti vagy filozófiai ismeretek tanításával. Az általános vélekedés inkább az, hogy a történelem és a filozófia a természettudományos oktatás helyett tud csak megjelenni a tanórákon. Néha kicsit felébredzheti a hallgatókat egy érdekes életrajz vagy főleg valami történelmi „kis színes”, de utána vissza kell térni a „komoly” témákhoz. A tanári habitust persze erősíti, ha az Einsteinnel foglalkozó osztályba későn belépett diákokat azzal fogadjuk, hogy pont a vonatok pontosságával (és késésével) kapcsolatos szabadalmak vizsgálatának időszakában tett felfedezéseit tárgyaljuk a Nagy Öregnek, foglaljon csak helyet. Ritkán még egy-egy szisztematikus történeti áttekintés is lehet nyilvánvalóan hasznos, és ezeket a tanárok alkalmazzák is – no de ezek a bevett tananyagokban is így vannak már évtizedek óta. Ezeken túlmenően azonban a legtöbb tanár kételkedve fogadja a (tudomány)történeti és filozófiai szempontokat felvető reform-javaslatokat. Érdemes tehát néhány szót ejteni erről a szkeptikus hozzáállásról.

Bár a történeti (és filozófiai) megközelítés nincsen ellentétben a természettudományos tárgyak tanításának hagyományos céljaival, sőt a filozófiai kánon jelentős része természettudományi is foglalkozókból áll, ennek ellenére jogos a félelem, hogy a megközelítés könnyen kontraproduktív válna az órán. Miért is ne válna azzá? Hiszen a szaktanár képesítése a tudomány hagyományos oktatására vonatkozik, és senki nem készítette fel arra, hogy más diszciplínák, elsősorban a tudománytörténet, de a filozófia és a szociológia szakértelmét is igénylő önálló tananyagfejlesztést végezzen el. Nem rendelkezik ezeken a területeken olyan gazdag eszköztárral, mint saját szaktárgya esetében. És legtöbbször a tankönyvírók sem, de még jó eséllyel az egyetem tanárképzésében közreműködők sem kompetensek szakmailag tudománytörténeti kérdésekben, nem publikálnak tudománytörténeti és tudományfilozófiai szaklapokban – és általában nem is olvasnak ilyeneket. Hogyan lehetne elvárható, hogy ismeretterjesztő könyvek alapján (gondoljunk például Simonyi Károly *A fizika kultúrtörténete* című kitűnő munkájára) igazán hatékonyan lehetne megtermékenyíteni egy más szempontok szerint kialakított és berögzült tananyagot? Vagy, máshogy téve fel a kérdést, ha valaki lelkesen olvas színvonalas ismeretterjesztő műveket (akár Hawking, Feynmann, Dawkins vagy Sagan könyveit), akkor talán felkészült a fizika vagy biológia tananyag oktatására? Nyilvánvalóan nem, és ahogy a fizika és biológia oktatásánál természetes, hogy speciális tárgyi és módszertani ismeretek szükségesek, ugyanígy van ez más tudományterületeknél is, például a tudomány filozófiai, szociológiai, történeti vizsgálata esetében. Ezt a félelmet sok tanár érzi, és ez alapján érthetőnek tűnik a tartózkodás a tudománytörténet didaktikai felhasználásától. Miért lenne tehát nagyobb bizalma az itt bemutatott projekt eredményeivel kapcsolatban?



A projekt előzményei

Nyugaton az 1980-as években a didaktikai szakértői közösségek számos országban bezárkoztak saját hagyományukba. Létrejötték a pedagógia tudományos fórumai, és

megmerevedtek a publikációs hagyományok sok vezető folyóirat esetében (például *Science Education*, *International Journal of Science Education*, stb.). Kialakult egy szakma, a természettudományos szaktárgyak didaktikai és pedagógiai kutatása. Minden szakma sikeres fejlődésének feltétele az intézményesülés: önálló szakok, doktori iskolák, szakmai fórumok és szervezetek, amelyek garantálják a belső hagyományok bizonyos fokú stabilitását, a tudás és a szakértői készségek átadását a felnövekvő kutató-generáció számára.

Az intézményesülés és diszciplinárizálódás ugyanakkor el is zárja a megszilárduló hagyományokat az új ismeretek befogadásától, a társtudományok eredményeinek gyors és megfelelő felhasználásától. Hiszen egy didaktikával foglalkozó szakember elsősorban pedagógiai szaklapokban publikál, és elég, ha pedagógiával foglalkozó bírálót győzi meg. Az általa használt pszichológiai elméleteket nem szakpszichológus bírálja, a szaktárggyal kapcsolatos nézeteit nem egy, a tárgyban aktívan kutató szakember ellenőrzi. Az intézményesülés olyan személyzeti döntésekkel is együtt jár, ami tovább erősíti a szakma izolációját.

Vegyünk egy fiktív példát: egy nagyon jól képzett, kutatói gyakorlattal is rendelkező tanár kap egy állást egy tanítóképző főiskolán a hetvenes években. Minden szempontból megfelelő képzettséggel rendelkezik, izgatja a pedagógia és jól akarja szakmáját művelni. Személyes kisugárzása, lelkesedése számos tanítványra nagy hatással bír, és a legjobb tanítványainak lehetőséget tud biztosítani, hogy az adott tanszéken kapjanak állást a nyolcvanas években. Úgy tűnik, hogy ez egy sikertörténet és minden rendben, a szakma fejlődik, a jó mester mellé jó képességű tanítványok kapcsolódnak. Azonban az új munkatársak már nem azzal a szakmai háttérrel rendelkeznek, amivel vezetőjük. Ez a generáció (hát még a következők, akik a kilencvenes években, vagy az ezredfordulót követően érkeztek a tanszékre) hiába akar mindent megtudni a releváns társtudományokról, pusztán sok olvasással ez nem érhető el, hiszen a tudás és szakértelem csak részben adható át könyveken keresztül. A társtudományok fórumai viszont zárva maradnak számukra, hiszen nem sajátították el azon szakterületek közreműködő szakértelmét (ez az úgynevezett 'contributory expertise'). Létrejött egy szakértői közösség, vagyis stabilizálódott és izolálódott egy szakma – jelen esetben a szakdidaktika.

Részben az ilyen szociológiai folyamatok felismerése vezetett 1987-ben a történelem és filozófia szempontjait a tudományok oktatásában megjelenítő nemzetközi oktatói csoport, az IHPST (International History, Philosophy, and Science Teaching Group) megalapításához.⁽³⁾ A csoport egyik fő célja a pedagógia növekvő szakmai izolációjának megtörése és a különböző, a természettudományok oktatása szempontjából releváns társtudományok kommunikációjának fenntartása a pedagógiai/didaktikai közösségekkel. Ennek egyik formája egy két évente megrendezett konferencia-sorozat mintegy 200–250 előadóval. Ezeket a konferenciákat gyakran más szakmai közösségekkel koordináltan rendezik meg, amelyek lehetőséget adnak a didaktika felől érkezőknek arra, hogy egy másik, de szakmájukhoz kapcsolódóan releváns szakma legkurrensebb eredményeivel találkozzanak (ilyen konferenciák voltak Leedsben [2005], Notre Dame-ban [2009], Thessalonikiben [2011]). Egy másik forma az 1992 óta működő folyóirat, a *Science & Education* (Springer, korábban Kluwer) bírálói gyakorlata, amely, bár „régfolyóirat”, jelentős hatással van a szakmára (lásd a letöltések számát az 1. táblázatban.)

1. táblázat. A *Science & Education* folyóirat letöltéseinek száma, 2004–2010 (4)

Év	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010 (novemberig)
Letöltés	21,373	22,500	23,584	37,593	48,634	65,152	73,507

A folyóirat bírálói gyakorlata egyértelműen az interdiszciplinaritás igényeit elégíti ki: minden cikknek legalább három bírálója van, és a szakpedagógiai bírálaton kívül minden

cikket egy hivatásos tudománytörténész és egy filozófus is bírál. A bírálatokat pedig a bírálók között is megosztják, hogy segítsék a társterületek szempontjainak megértését a bírálók számára is. Más folyóiratoknál a bírálók nagy része tiltakozik az ellen, hogy nevét kiadják a többi bírálónak, ebben a közösségben azonban ez büszkén vállalt elv. Külön tanulságos ennek a gyakorlatnak összevetése a hazaival, ahol a folyóiratok jelentős részénél nincsen komolyan vehető szakmai bírálat.

Ilyen közegben tudtak az elmúlt húsz évben megerősödni és egymásra találni azok a kutatói műhelyek és szakmai közösségek, amelyek fontosnak tartották, hogy a tudományok oktatásában megjelenjenek tudománytörténeti és tudományfilozófiai szempontok. Kétségtelen, hogy a kezdeti próbálkozások inkább ideológiailag voltak motiváltak, és az első szakaszban említett problémák jellemezték őket, azonban idővel termékeny belépési pontok kezdtek körvonalazódni a tudomány oktatásába. Az eltérő megközelítéseket közös fórumon bemutató egyik legsikeresebb projekt az „inga-projekt” volt, amelyben az egyszerű eszköz didaktikai alkalmazásának sokrétűsége vált nyilvánvalóvá (*Matthews, Gauld és Stinner, 2005*). Egy hasonló közös kutatás pedig a tudomány, a világképek és az oktatás kapcsolatait vizsgálta (*Matthews, 2009*). Ezek a kötetek már azt jelezték, hogy a minden földrészen megjelenő szakmai közösség képes koordináltan és közös értékek mentén dolgozni.

Az *Iskolakultúra* jelen számában bemutatott HIPST (TöFiTO) projekt ennek a történeti fejlődésnek az újabb állomása. Az EU 7. keretprogramjából durván 1 millió euróval támogatott projektben 10 intézmény vesz részt, amelyek a projekt szempontjából fontos kompetenciákkal rendelkeznek. A különféle kompetenciákat felvonultató szakmai közösségek közös, többéves projekt keretében tovább könnyíthetik és gyorsíthatják a legjobb gyakorlatok átadását és növelhetik a csoport kohézióját. Van, ahol a tanárképzés személycentrikussága példaértékű (Anglia), van, ahol a középiskolai és egyetemi tankönyvek fogalmi elemzése (Portugália), van, ahol komoly kvantitatív és kvalitatív pedagógiai elemzési háttér áll rendelkezésre (Görögország), de van, ahol a magyar helyzethez hasonlóan az tekinthető sikeresnek, ahogyan a nemzeti történelem szempontjai megjelennek a természettudományos képzésben (Lengyelország). A pályázat gerincét egy olasz tudománytörténeti múzeum és azok a német egyetemek adják, ahol évtizedes hagyománya van a tudománytörténet és a tudományos eszközök didaktikai felhasználásának, mind a középfokú oktatásban, mind a tanár- és tanítóképzésben, mind a tanártovábbképzésben. Ezek a központok (elsősorban Oldenburgban és Firenzében) a tudománytörténész szakma által is elismert műszertörténeti és kísérletezéstörténeti műhelyek, amelyek egyszerre beágyazottak a pedagógiai szakmába és a szaktörténetírásba. (5)

Magyar félként a BME Tudománytörténet és Filozófia tanszéke kapott meghívást a projektbe, elsősorban azért, mert itt működik olyan, tudománytörténeti és tudományfilozófiai doktori iskola, amely nyitott az interdiszciplináris szempontokat is figyelembe vevő tananyagfejlesztésekre. A Tanszék egyben érvelélmélettel és argumentációval foglalkozó műhely. A tudomány tanításában az érvelési módszerekre egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek, amely tendencia várhatóan tovább fog erősödni az EU 7 keretprogram által meghirdetett pályázatok esetében.

A TöFiTO céljai

A projekt a fent bemutatott, immár több évtizedes kutatási és didaktikai hagyományból fejlődött ki, amely alapfelismerései mind a szakmai, mind a didaktikai elvárások szintjén megjelennek, és amelyek a következő módon foglalhatók össze.

A nemzetközi tapasztalatok alapján a tudománytörténet és filozófia felhasználása a tanárok számára nem könnyű, holott alkalmazásukkal hatékonyan oktathatók problematikus tananyagrészek. A tananyagfejlesztés egyik kulcsa a tanárok megismertetése a

számukra szokatlan szempontokkal és azok kapcsolása saját didaktikai céljaikhoz. Emiatt a TöFiTO résztvevői nemzetközileg is adaptálható modulok, rövid didaktikai egységek fejlesztése és azok implementálása mellett kötelezték el magukat. A modulok célja, hogy a lehető legjobban segítsék a szakdidaktikusok és tanárok közvetlen kapcsolódását és könnyítsék a tanórai felhasználást, a tanárok számára pedig eléggé részletes és szakmailag felügyelt tartalmak készüljenek el. Ennek elősegítése a legjobban nem autoriter, felülről lefelé haladó tananyagfejlesztéssel valósul meg, hanem az érdeklődő tanárok minél szélesebb körű bevonásával, tapasztalataik és szempontjaik elfogadásával és közös megoldások keresésével.

A TöFiTO innovatív, sőt bizonyos kérdésekben radikális projekt. Kritikusán vizsgálja felül a nemzetközi tankönyvírói gyakorlatokat, és megkérdőjelezi, hogy a jelenlegi oktatási módszereink valóban a leghasznosabbak-e a didaktikai célok elérésében. A modern (70-es évektől megerősödő) tudománytörténet meggyőző bizonyítékokat szolgáltat arra, hogy a társadalom tudományképét nagyon erősen alakítja a tankönyvek és az oktatás által sugalmazott tudománykép. Mind a tudományra szakmaszerűen készülő (leendő kutatók, leendő tanárok), mind a laikus állampolgárok világképét és hozzáállását a tudományhoz azonban olyan tankönyvek és oktatási hagyományok alakítják, amelyekről az elmúlt negyven év kutatásai egyértelműen megmutatták, hogy számos ponton tévesek.

Az ilyen modulfejlesztés miatt komoly hangsúlyt kapott a munka során a helyi (ország- vagy régióspecifikus) munkaközösségek kialakítása, azoknak a munkakörnyezeteknek és munkamódszereknek a megteremtése, amelyek mellett jó hangulatban, hatékonyan folyhat a tananyagfejlesztés. Az oktatás nem csak feladat, hanem – ha sikeres – minden résztvevő számára gazdagító, örömteli élmény. Mindezek miatt a TöFiTO egyszerre közösségközpontú, humanista és innovatív, ahogy ezt a következő néhány szempont illusztrálja.

A projekt az oktatás minden résztvevőjét legitim célokkal rendelkező ágensnek tekintti. Nem tanárközpontú, nem diákközpontú, nem tananyagközpontú. A tantervek célja a napjainkban nélkülözhetetlen természettudományos tárgyak átadásában olyan standardok kialakítása, amelyek lehetővé teszik a diákok vertikális mozgását az oktatási rendszerben, biztosítva a következő tudósgeneráció felnevelését. Egyben a tantervek az állampolgárok tudománnyal kapcsolatos ismereteit és készségeit rögzítik, ami minden, társadalmunkban élő egyén számára fontos. A TöFiTO az oktatás fejlesztését nem elsősorban nagy szabályozórendszerek átalakításával kíséri meg, hanem az emberek közötti kapcsolatok fejlesztése révén a nevelő-oktató munka eszköztárának kibővítésével. Így eredményei nemzetközivé tehetőek anélkül, hogy az oktatási rendszerek uniformitását igényelnék.

A tanárok célja hivatásuk minél sikeresebb és örömtelibb művelése, amelyhez új eszközöket és módszereket kaphatnak a projektől. A projekt egyrészt szakmai elvárásokat és új tudományos eredményeket közvetít a tanárok felé. Másrészt a tanárokat olyan helyzetbe hozza, ahol a – sokszor lenyűgözően gazdag – ismeretük a tanítás során tapasztalt problémákról, a sikeres megoldásokról közvetlenül felhasználhatóvá válik a tananyagfejlesztésekben, valamint további didaktikai készségeket is elsajátíthatnak. Harmadrészt olyan módszereket dolgoz ki, amelyek révén a tanítás mikrokörnyezete vizsgálhatóvá válik, és megragadhatók azok a

pillanatok, ahol ténylegesen „történik valami” a diákokkal a tanórákon. Ilyen módszertan kifejlesztésén és tesztelésén dolgozik a görög partner, ahol diskurzuselemzéssel és meta-kommunikációs jelek egyidejű elemzésével vizsgálják, hogy egy tanórán hol érik a diákokat olyan hatások, amelyek során érzelmileg és konceptuálisan hatékony a tudásátadás, és a tanórai helyzet hozzájárul a diákok fogalmi fejlődéséhez.

Ebben a képben a diákok is önálló és legitim célokkal rendelkeznek – miközben sajátos életviláguk megértése a felnőtt-társadalom számára sokszor nem egyszerű. A diákok a látott mintáktól nem függetlenül alakítják ki értékeiket, céljaikat, és ezek nagyban befolyásolják hozzáállásukat az iskolához általában és az iskolában tanult tantárgyakhoz. A tananyagfejlesztéseknek a siker érdekében a lehető legnagyobb mértékben meg kell felelniük a diákok bizonyos igényeinek. Vagyis, ha lehet, nem csak kognitív fejlődésük korlátaira kell figyelemmel lenniük (lásd a magyar tankönyvi mondatok hosszának szabályozását), hanem érdeklődéseiket is fel kell használni, hogy a tudományos tárgyak a lehető leghatékonyabb módon kerüljenek átadásra.

A TöFiTO résztvevőinek meggyőződése, hogy számos, a természettudományok oktatásában alkalmazott didaktikai megoldás nemzetközileg is értékelhető és közösségileg fejleszthető, hiszen tudománnyal és technikával átitatott társadalmaink mára nagyban hasonlítanak egymásra. Ez abból is látszik, hogy a természettudományos tárgyak oktatásában több nemzetközi trend is megfigyelhető, sőt a problémák egy része is nemzetközi, például általános a diákok jelentős százalékának idegenkedése a természettudományoktól. A most uralkodó didaktikai hagyományok következtében a diákok nagy része számára a tudományok ridegnek vagy követhetetlennek tűnnek, a hagyományos természettudományos oktatás alig épít a gyermekek természetes kíváncsiságára és érdeklődésére, és elveszi a kedvüket e tárgyak tanulásától. Hacsak nem gondoljuk, hogy a tudományok tanítása szükségszerűen ilyen, akkor didaktikai kérdéssé válik, hogy milyen módon érdemes úgy a tudományt bemutatni és tanítani, hogy egy folyamatosan változó világban a diákok motiváltan, nyitottan – és sikeresen – ismerkedjenek a tudomány eredményeivel, működésmódjával, szemléletével.

Mivel a TöFiTO a tudományt emberi tevékenységként, hozzánk hasonló emberek évszázados és komoly munkát igénylő vállalkozásaként látja és látta, a diákok nagyobb része számára teszi elérhetővé a természettudományokat, mint a hagyományos, kontextusától megfosztott tudománykép. Ugyanis ismeretelméletileg kitüntetettnek tekinthetjük a tudást akkor is, ha érzékenyek vagyunk annak emberi dimenziójára és keletkezéstörténetére. Ezek bemutatása pedig a diákok számára humanizálja a természettudományokat anélkül, hogy tudományos értéküket csorbítaná. A tudománytörténeti elemekkel tudatosan építhetők az órába motivációs gyakorlatok, technikai készségek fejleszthetők, érzelmi konfliktusok játszhatók el, vagyis számos, a tanulási folyamatot serkentő hatás érhető el. A tudomány „emberi arca” képes javítani a természettudományok jelenlegi elfogadottságát, és egyben olyan oktatási környezetek tervezésére használható fel, amelyek megkönnyítik és gyorsítják a fejlődést.

Ahogy a klasszikus nevelésemelvényekben is fontos szerepe van a példának, úgy a HIPST is az esettanulmányokon keresztül dolgoz ki példákat és ezek révén létesít kapcsolatot tanár és tananyagfejlesztő, pedagógus és szaktudós, diák és tanár között. A nagy, átfogó didaktikai víziók önmagukban nem eredményeznek pozitív eredményeket, és hatékonyságuk alapvetően függ attól, hogy akikre ezek a koncepciók rá vannak kényszerítve, azok azonosulni tudnak-e víziókkal, vannak-e eszközeik eme didaktikai célok megvalósításához. Jelenleg a legtöbb országban – így hazánkban is – hatalmas különbségek lehetnek abban, hogy egyes oktatók milyen célokat és eszközöket tekintenek alkalmazhatónak és alkalmazandónak az oktatás során. A hazai tanárképzés jól ismert problémái pedig nem garantálják a megfelelő didaktikai előképzettséget, ezt a tanárok legtöbbször egyéni munkájuk során szerzik meg. A HIPST a tantervek céljait, a tanárok

elköteleződéseit és a diákok speciális igényeit próbálja meg összehangolni és finomítani, elfogadva a felfogások pluralitását és az oktatói rutin eltéréseit.

Egy olyan világban, ahol diák, tanár és a didaktikai szakma fokozatosan izolálódik egymástól, ahol a tananyagokkal kapcsolatos döntéseket sokszor olyanok hozzák, akik nincsenek napi kapcsolatban az iskolai élettel, az oktatás minden résztvevőjének megszólaltatása és közös asztalhoz ültetése kiemelkedően fontos feladat. Az emberi dimenzió folyamatos szem előtt tartása miatt a TöFiTO tekinthető akár elavultan humanisztikusnak is egy olyan világban, ahol a digitális táblák és mutatószámok válnak a pedagógiai fejlesztés fő mozgatórugóivá. Azonban nehéz tagadni, hogy minden tanítási szituáció egyben valamilyen kultúra átadása, amely során az oktató nem csak ismereteket, hanem hozzáállását, mentalitását és részben világképét is át tudja adni a diákoknak.

Innováció

A TöFiTO innovatív, sőt bizonyos kérdésekben radikális projekt. Kritikusan vizsgálja felül a nemzetközi tankönyvírói gyakorlatokat, és megkérdőjelezi, hogy a jelenlegi oktatási módszereink valóban a leghasznosabbak-e a didaktikai célok elérésében. A modern (70-es évektől megerősödő) tudománytörténet meggyőző bizonyítékokat szolgáltat arra, hogy a társadalom tudományképét nagyon erősen alakítja a tankönyvek és az oktatás által sugalmazott tudománykép. Mind a tudományra szakmaszerűen készülők (leendő kutatók, leendő tanárok), mind a laikus állampolgárok világképét és hozzáállását a tudományhoz azonban olyan tankönyvek és oktatási hagyományok alakítják, amelyekről az elmúlt negyven év kutatásai egyértelműen megmutatták, hogy számos ponton tévesek.

Említhetők itt lokális problémák, például történetileg hamis tények rendszeres, ismétlődő leírásai a tankönyvekben, de sokkal fontosabb és elméletileg is izgalmas az, ahogy a tankönyvírás logikája szisztematikusan torzítja el a tudomány történetét, és így hamis képet fest a tudományos tudás létrejöttéről. A leggyakoribb ilyen hibák közé tartozik, hogy a kísérleteket és megfigyeléseket a tankönyvek akkor is hipotézisek és elméletek bizonyításaként mutatják be, amikor azok – eredeti kontextusukban – nem arra szolgáltak, vagy – például negatív eredményeik miatt – nem is szolgálhatnak konkluzív bizonyítékként. Így például a tudománytörténetben fontos „exploratív” kísérletezésről a diákoknak kevés ismerete van. Ez azért rossz, mert a kutatás kezdeti szakaszaiban gyakori – és így a tudományos fogalmak kialakulásában kulcsfontosságú – kísérletezés sokkal jellemzőbb és természetes tevékenység, mint azt a tankönyvek tudományképe mutatja. Ha a tudományos megismerés diákokhoz egyik közelálló szakasza nem jelenik meg, akkor a tudományos fogalmak kialakulása a múlt homályába vész. A diákoknak egy olyan fogalmi térben kell megtanulni tájékozódni, ahol „nincs közük” a körülöttük sokasodó absztrakt terminusok, kategóriák és mechanizmusok legtöbbszöréhez. Mindez kisebb gond, ha az oktató instrumentalista tudományképen keresztül vezeti be ezeket a fogalmakat. Ám a tudományos felismeréseket gyakran abszolutista módon mutatják be, szükségszerű igazságokként, miközben az ehhez szükséges érvelési lépések csak hiányosan jelennek meg.⁽⁶⁾

Mivel számos országban az utóbbi évtizedekben megnőtt a tudomány természetének oktatására szánt idő⁽⁷⁾, a tanárok tömegesen szembesültek azzal, hogy számos természettudományos feladattípusban jeleskedő diákok a tudományról nagyon ködös, pontatlan és sokszor téves elképzelést vallanak, hiába tanulnak akár egy évtizeden át is természettudományos tárgyakat. Amikor a kutatók ennek okait keresték, egyet nagyon hamar találtak: a természettudományos tárgyakat oktató tanárok esetében is jellemző, hogy a tudományról nagyon ködös, pontatlan és sokszor téves elképzeléseket vallanak. Ennek hatására számos ország tanárképzésében jelentek meg új tárgyak, valamint a középfokú képzési rendszerekben is indítottak új tantárgyakat. Sorra jelennek meg a tankönyvek és

tanári kézikönyvek, amelyek célja, hogy a tudomány természetét (működésmódját, módzereit, történetét, társadalmi hatásait) könnyebben tudják a tanárok tanítani.

Magyarországon a helyzet ennél rosszabb. A magyar tankönyvpiac ismeretében meglepőnek tűnhet, hogy azok a szempontok, amikről külföldi példák kapcsán beszéltünk, éppúgy megtalálhatók a hazai oktatás központilag meghatározott követelményrendszerében. A *Nemzeti Alaptanterv* 2003. évi kiadásában például nagyon határozott elvárások vannak rögzítve a tudomány tanításával kapcsolatban. Hogy csak egy példát említsünk: „Az Ember a természetben műveltségi terület keretében zajló nevelő-oktató munka feladata, célja sokrétű: [...]

– a diszciplináktól független általános természettudományi fogalmak, eljárások és szemléletmódok kialakítása;

– készségek, képességek alakítása, a személyiségjegyek pozitív formálása;

– a tudomány, a tudományos kutatás, mint társadalmi tevékenység bemutatása;

– a tudomány természetére, történetére és a kiemelkedő alkotók munkásságára vonatkozó ismeretek alakítása (a magyar vonatkozások, s ezek európai kapcsolatainak kiemelésével)” (*Nemzeti Alaptanterv*, 2003, 63. o.).

Vagyis a sokrétű célok között megjelennek a tudomány módszertanra, a tudomány társadalmi beágyazottságára, a tudománytörténetre és a tudomány természetére vonatkozó kérdések.

A TöFiTO projekt résztvevői felismerték, hogy az ilyen elvárások megvalósítása több országban is súlyos problémákba ütközik. A „hagyományos” természettudományos oktatás nem helyez komoly hangsúlyt arra, hogy a fent említett területeken felkészítse a tanárokat, a tanárok pedig gyakran úgy gondolják, hogy nem is szükséges ezekre a kérdésekre külön kontaktórákat szentelni, hiszen a diákok majd „maguktól” megtanulják azokat. Vagyis ezekben a kérdésekben mintha a tantervek fejlesztői lennének előrelátóbbak a tankönyvíróknál és tanároknál, hiszen a leendő állampolgárok felkészítésében fontos, hogy mindenki sokat tudjon a tudományról, és csak egy kisebbség esetében fontos, hogy sok tudományt tudjon. Az, hogy a tanuló milyen módon viszonyul a tudományhoz, hogyan képes megalapozottan álláspontot kialakítani tudományt érintő kérdésekben, hogyan tud konkrét problémák kapcsán eljutni a megbízható (tudományos) információhoz, valamint hogyan tudja magát felkészíteni az ilyen információk megértésére, alapvető fontosságú egy állam minden polgárának. Az, hogy sok konkrét tudományos ismerettel rendelkezzen, egyre inkább másodlagossá válik, hiszen az életút során gyorsulva változik a tudomány és a minket körülvevő technikai világ. Elsősorban annak kell sok tudományt (adatot, képletet, elméletet, mérési eljárást, számítási módszert, stb.) tudnia, akinek későbbi karrierje ezt szükségessé teszi, azonban az új tudások önálló megszerzésének képessége itt is egyre nagyobb jelentőségű.

Ezt a kettős és két irányba mutató elvárást a modern természettudományos oktatás felé a hazai oktatási rendszer még nem intézményesítette sikeresen. A lehetőségek adottak (például a kétszintű érettségikben), és kezdenek ezek a szempontok a számonkérésekben is megjelenni (a TöFiTO magyar munkájában részt vevők közül Csorba László által fejlesztett érettségi feladatokban például). Amíg a számonkérések nem mérik, mit tudnak a diákok a tudományról, addig az ilyen tudást nem is fogják tudatosan fejleszteni az iskolákban.

Érdekes módon tehát azok, akik a magyar állampolgárok tudományos analfabétizmusát a tanított tudományos ismeretek növelésével próbálják orvosolni, valójában megnehezítik a modern tudomány megértését az iskolai tanórák keretén belül. Ami egy régebbi világban bevált, ma már nem feltétlenül üdvös. Elég egyértelmű ugyanis, hogy az a tudományos oktatási modell, amely minél több természettudományos ismeretet próbál átadni a diákoknak, a tudomány egyre komplexebb világában egyre kevésbé használható. Sok dolog megváltozott. Míg száz éve egy vidéki iskolában a földrajzi térképek kinyitották

sokak számára a világot, ma már mindenki megnézheti utcájának légifotóját az interneten. Rengeteg tudományos információ érhető el mindenki számára. Száz éve az egyszerű égéshő-táblázatok komoly segítségét jelentettek a takarékos tüzelőanyag-vásárláshoz, éppúgy, mint a szappanfőzési receptek, vagy a fekete-fehér filmek előhívásának kémiája. (8) Száz éve a természettudományos tárgyak tananyaga rengeteg ponton érintkezett a mindennapi élményekkel és gyakorlatokkal. Az iskolatudomány ma már ezt nem képes nyújtani. Miközben a tudomány életünk egyre több területén jelenik meg, egyre kevésbé átlátható és értelmezhető: egy személygépkocsi motorháztetejét felnyitva ma már alig látni valamit a motorból, és gyakran tiltó matrica figyelmezteti a tulajdonost, hogy a fedőlemez alatti világ számára már tabu.

Nemcsak a technikai világ vált nehezebben dekódolhatóvá, ugyanez a helyzet azzal is, hogy mit is mond a tudomány egy-egy kérdésről. Ma már ugyanis a társadalom igénye a tudományos válaszokra gyakran olyan nagy, hogy a tudomány nem tud „elkészülni” a válaszokkal, így a tudományos konszenzus helyett egyre többször tudósok vitáját látjuk egy-egy kérdés kapcsán. A laikusnak élete során számos (genetikai, orvostudományi, energetikai, stb.) kérdésben úgy kellene álláspontok között döntenie, hogy a szakemberek is eltérő álláspontokat képviselnek. Ilyen esetekben nem várható el, hogy tudományos tudása az adott kérdésekben meghaladja az egymással vitaközö tudósokét. Azonban segíthet mindaz, amit a tudományról tud. Ha meg tudja ítélni a szakértőket (kutatókat ki finanszírozza, milyen nemzetközi elismertségük van stb.), akkor a lehető legjobban tud dönteni azokban a tudományos kérdésekben is, ahol szaktudása nem elégséges. (9) Erre azonban fel kell készíteni, ezért is nő a tudomány természetéről való oktatás szerepe a természettudományos tárgyak tanterveiben világszerte.

A tantervek elvárásai tehát olyan típusú tudás átadását is fontosnak tartják, amelyekre a tanárokat nem készítették fel. Így a TöFiFO egyik célja összekapcsolni a tantervi elvárásokat és a tanórai gyakorlatot; tárgyi tudást átadni a tudomány természetéről (10) és didaktikai tudást átadni a tudomány természetének tanításáról.

A tudomány természetétől az oktatás természetéig

A projekt futamideje alatt (eredetileg 24 hónap, meghosszabbítva 30 hónapra) a részt vevő országokban több tucat modul készült el, ezekből 3–3 modult osztottak meg egymással a résztvevők angol nyelven, ezek a projekt lezárását követően online elérhetők. (11) A modulok dominánsan a középfokú képzések tananyagrészeit dolgozzák fel, de találunk közöttük általános iskolai és egyetemi (tanárképzési) oktatásban felhasználhatót is. Az alkalmazott didaktikai eszközök sokszínűek, vannak modulok, amelyek a természettudományos tényanyagot állítják a középpontba, de egy térben elkülönített „reflexió sarok” felhasználásával újra és újra arra készítetik a diákokat, hogy tudományról vallott nézeteiket fejtsék ki és finomítsák. Más modulok a nyelvtanításnál egyre inkább megszokott csoportos feladatokat és egyéb, nem frontális módszereket alkalmaznak. És ugyanúgy, ahogy sikeres tudományt sokféle módszerrel lehet művelni, a didaktikai sokszínűség is hasznos lehet: bizonyos modulok – szerepjátékok felhasználásával – a diákok kognitív és affektív reakcióját egyaránt az oktatás szolgálatába állítják.

Ezek a didaktikai újítások nem elvárásokként jelentek meg, hanem a modulfejlesztés során a tanárok felől érkeztek. Sok tanárban van igény az ilyen típusú fejlesztésre, didaktikai újításra, és bebizonyosodott, hogy a TöFiFO projekt során végzett közös munka hatékonyan tudja katalizálni a tanárok didaktikai fejlődését, és egyben hozzájárul ahhoz, hogy az oktatásban részt vevők maguk is megszokják az „élethosszig tartó tanulást” (‘life-long learning’), amire amúgy is fel kell készíteni diákjaikat. A projekt egyik konferenciáján (BME, Budapest, 2009. február 26–28.) a modulfejlesztés általános elveként

fogadták el a résztvevők, hogy a modulok célja nem csak a konkrét tananyag órai felhasználásának dokumentálása, azok a tanárképzések számára is tananyaggá teendők. Az intézményesített tanárképzési szerepen túl pedig cél a modulok olyan bemutatása, amely elősegíti, hogy a tanárok önállóan is fejleszteni tudják szakmai és didaktikai tudásukat, sőt, képessé váljanak hasonló típusú önálló vagy csoportos tananyagfejlesztésre, úgynevezett didaktikai transzpozícióra, amikor egy tudományterület folyamatosan változó (fejlődő) képét a világról a diákok és az oktatási rendszer igényei szerinti tananyaggá formálják.

A diákok a modulokon keresztül újfajta motivációs mintákkal találkozhatnak, amelyek révén az iskolai környezetben is képesek olyan készségeket elsajátítani, amelyekre későbbi életükben egyre nagyobb szükség lesz (személyek közötti kooperáció, csoport-építés, kreatív gondolkodás, egyéni célok kitűzése és problémamegoldási módszerek, a komfortzóna elhagyását igénylő feladatok). Ilyen típusú készségeket a NAT is említi: „[Törekedni] kell a gondolkodási képességek, elsősorban a rendszerezés, a valós vagy szimulált kísérleteken alapuló tapasztalás és kombináció, a következtetés és a problémamegoldás fejlesztésére, különös tekintettel az analízis, szintézis, összehasonlítás, általánosítás és konkretizálás erősítésére, mindennapokban történő felhasználására. Olyan tudást kell kialakítani, amelyet új helyzetekben is lehet alkalmazni. Előtérbe kerül az új ötletek kitalálása, azaz a kreatív gondolkodás fejlesztése. Ezzel párhuzamosan érdemes hangsúlyt helyezni a tanulói döntéshozatalra, az alternatívák végiggondolására, a variációk sokoldalú alkalmazására, a kockázatvállalásra, az értékelésre, az érvelésre. Fontos feladat a kritikai gondolkodás megerősítése, a konfliktusok kezelése, az életminőség javítása, az életvitel arányainak megtartása, az értelmi, érzelmi egyensúly megteremtése, a teljesebb élet megszervezése” (*Nemzeti Alapanterv*, 2003, 15. o.).

Jelenleg a tanárok kevés segítséget kapnak az itt felsorolt képességek kifejlesztéséhez, amelyeket a TöFiTO mind munkamódszereiben, mind konkrét eredményeiben szem előtt tartott.

Zárszó

A tudomány módszereit és a tudás termelésének folyamatát az esettanulmányok, a korábbi tudományos viták, a régi kísérletek és azok értelmezéseinek felelevenítésével a diákok közvetlenül ismerhetik meg az előbb röviden tárgyalt történeti (és filozófiai) megközelítéssel készített modulok segítségével. Ezekon keresztül képet kaphatnak a tudományterületek fejlődéséről, kapcsolatáról, az elméletek kialakulásáról és problémáiról. A modulok így a hagyományos tartalom-centrikus didaktikán túl a modern kurrikulumok készség- és kompetenciaorientált elvárásainak is megfelelnek, sőt, ez utóbbi esetben egyértelmű didaktikai előnyökkel rendelkeznek. Ezek a szempontok indokolták annak az európai konzorciumnak a létrehívását, és magyarázták annak a pályázatnak a támogatását az EU 7. keretprogramjában, amelynek munkáját, eredményeit és tudományos háttérét mutatja be az *Iskolakultúra* jelen száma. Ez a bevezető a projekt előzményeit, konkrét munkáját és a legfontosabb kihívásokat és elköteleződéseket próbálta röviden ismertetni.

A közös elméleti háttér megteremtéséhez, amely mind a releváns tudományos közösségek (a tudománytörténet és a tudományfilozófia), mind a szakdidaktikai közösségek számára elfogadható konszenzust rögzíti, a partnerek kidolgoztak egy rövid elméleti indoklást (*Tudománytörténet és a tudomány oktatása*, 70-81. o.). Ebben az érintett társadalmi csoportok és intézmények felé célzottan is megfogalmazzák a HIPST fő szempontjait. Hogy az említett módszertani sokszínűség ne a felhasználhatóság ellenében hasson, a projekt résztvevői közösen megfogalmazott és elfogadott dokumentum alapján dolgoztak. Felismerve, hogy a tudománytörténet csak akkor alkalmazható sikeresen az oktatásban, ha a segítségével fejlesztett tananyagok minősége megfelelő, a projekt egyik első

célja a minőségi elvárások érthető és alkalmazható megfogalmazása volt (*A minőség-ellenőrzés*, 83–85. o.). A projekt tagjai így kívánták biztosítani, hogy a kulcsfontosságú pontokon a különböző országokban fejlesztett modulok hasonló szemlélettel és részletességel készüljenek. Ez a minőségbiztosítást szolgáló dokumentum egyben a projekt „Tanácsadó Testülete” számára szempontokat adott a modulok értékeléséhez. Az értékelésben kiemelkedő munkát végzett a testület USA-beli (Douglas Allchin), brazil (Cibelle Celestino de Silva) és argentin résztvevője (Agustín Aduriz Bravo).

Ezen kívül a résztvevők kidolgoztak egy sablont (*Az esettanulmányok formája*, 82–83. o.), amelyben megtalálható minden relevánsnak tartott információ a modulról, és mind a célcsoport, mind a tárgyi feltételek, mind a didaktikai módszerek könnyen megismerhetők. Ezt a dokumentumot is közöljük, remélve, hogy segíti a következő évek hasonló modulfejlesztéseit, éppúgy, mint egy, a tudomány természetére vonatkozó kérdőív magyar változatát. A Fanny Seroglou vezetésével a görög partner (Arisztotelész Egyetem, Thesszaloniki) által készített kérdőív segítségével (*Kérdőív a tudomány természetéről alkotott nézetek felméréséhez*, 85–89. o.) viszonylag jó képet szerezhethünk a diákok nézeteiről, valamint arról, hogy egy-egy oktatási esemény vagy didaktikai intervenció hogyan alakítja ezt a képet. A kérdőívet, részben a hazai adatok alapján, úgy véglegesítettük, hogy általános iskolától egyetemig felhasználható legyen. Elsősorban összehasonlító vizsgálatokhoz ajánljuk: például életkorban, nemben, képzési háttérben különböző populációk elemzésekor, vagy adott modul pre- és poszttesztjeként, esetleg képzési szakasz elején és végén.

Ezt követően pedig a minőségi standardok alapján a projekt Tanácsadó Testülete által kiemelkedőnek tartott modulokból mutatunk be néhányat. Az első a tudomány természetének tanítását segítő hat-hetes általános modul, amelyet Magyarországon fejlesztettek és itt is teszteltek. (12) Ezt követően az elektromosság tanítását segítő, négy részből álló modulsorozat első két darabja zárja a tematikus számot, amelyet az Oldenburgi Egyetem készített.

Jegyzet

(1) A HIPST, az EU 7. keretprogramjának keretében koordinált tananyagfejlesztések, az *Iskolakultúra* szerkesztőségének hála, tematikus lapszámmal tud bemutatkozni a magyar olvasók előtt.

(2) A tanulmányban a szakirodalom bizonyos kulcsfogalmait angolul is megadtam. Ugyanakkor csak a legszükségesebb hivatkozásokat idéztem, hiszen a munka háttéréül szolgáló tudományos szakirodalom bemutatását a projekt résztvevői által konszenzuálisan megfogalmazott *Tudománytörténet és a tudomány oktatása* című, jelen számban megjelenő tanulmány tartalmazza.

(3) <http://ihpst.net/>. Az alapító tagok közé tartozik a magyar származású kiváló fizikatanár, Art Stinner, aki az utóbbi években több, oktatásban is felhasználható, tudományos témájú szindarabot írt.

(4) <http://ihpst.net/newsletters/jan2011.pdf>, 5. o.

(5) A résztvevőket a projekt honlapja részletesen is bemutatja: <http://hipst.eled.auth.gr/>.

(6) Ennek egyik fontos oka, hogy míg a deduktív vagy közel deduktív következtetések egy ahistorikus, a történeti dimenziót figyelmen kívül hagyó tárgyalási mód során is problémamentesen ismertethetők, a tudomány nem csak ilyen lépésekből áll. Az exploratív

kísérletezés során nagyszámú kísérlet után hoznak létre új fogalmi distinkciót. Ezen lépések nem megalapozhatók néhány kísérlettel, amire a tanórán lehetőség adódik, és nem is „belátható”, hiszen azok nem elméleti megfontolásokból származnak. Az egyik pályázat során fejlesztett modul (Charles Dufay kutatásairól) részletesen bemutat egy ilyen témakört.

(7) A modern kurrikulumok a hagyományos tudományos tudással szemben támasztott követelmények mellett egyre több olyan elvárást is megfogalmaznak, amelyek a tudomány természetével (NOS = Nature of Science) vagy a tudomány és társadalom kapcsolatával kapcsolatosak (SSI = Socio-Scientific Issues), sőt, olyan általános készségek fejlesztését is elvárják a tudományos tárgyak esetében, mint a kritikus, reflexióra képes gondolkodás (CT = critical thinking). Ezek a kategóriák azonban részben átfedik egymást, így a továbbiakban elsősorban a tudomány természete (NOS) hívószó alatt tárgyalom ezeket a törekvéseket.

(8) Ezt a folyamatot nagyon jól mutatja az, ha korai tudományos ismeretterjesztő munkákat vizsgálunk. Az egyik legjobb példa a Gombocz Endre (1932) által szerkesztett és 24 szerző által írt *Kincseskönyv*, amely egy apró könyvecskében úgy szolgál számos gyakorlati tanáccsal, hogy közben hű képét adja a kor tudom-

mányos nézeteinek. Ma el tudnánk képzelni hasonló munkát?

(9) Ez különösen fontossá kezd válni azokon a területeken, ahol a tudományos álláspontok alternatíváit gazdasági vagy politikai érdekeik miatt tudatosan terjesztik bizonyos fórumok. Ilyen botrányok voltak az USA-ban a klímaváltozást ellenző szakmai csoportok leleplezése kapcsán, illetve az intelligens tervezettség tudományos álláspontként bemutató közönség kommunikációs stratégiájának (*The Wedge-document*) nyilvánosságra kerülésekor. Egyik esetben sem az volt az alapvető probléma, hogy az „alternatívák” nem bírnak semmilyen tudományos értékkel (ez nehezen is lehetne bizonyítható), hanem az, hogy tudatos kommunikációs lépésekkel próbálták ezeket a nézeteket tudományosan elfogadottnak bemutatni, mint amilyenek valójában.

(10) Ahogy Csermely Péter (2004, 242. o.) kapcsolja a tudománytörténetet és a tudományról való tudást: „...ha kutatást nem is, de legalább tudománytörténetet, szisztematikus tudománytörténetet feltétlenül tanítsunk avégett, hogy tanítványaink ne csupán fogsztói legyenek a tudományos tudásnak, mint az

emberiség egyik legkézzelfoghatóbb szellemi teljesítményének, de értői és értelmezői is”.

(11) Letölthetők innen: <http://hipstwiki.wetpaint.com/page/hipst+developed+cases>

(12) Ezeken kívül a Tanácsadó Testület kiemelte a gőzgépekkel foglalkozó, Paolo Brenni vezetésével Firenzében készült modul (amely CD-ROM-on az anyagi fedezet függvényében magyarul is megjelenhet), valamint egy oceanográfia-történetet felhasználó modul, amelyet Lisszabonban dolgoztak ki. A választás azért esett az itt bemutatott modulokra, mert ezek vagy hazai fejlesztésként (egy nemzetközi iskolarendszert alapul véve) találtattak példaértékűnek, vagy pedig a fizika nagymúltú hazai ismeretterjesztési hagyományához kapcsolhatók, részben megerősítve ennek elköteleződéseit, részben alternatívákat kínálva erre a hagyományra. A többi, hazai fejlesztésű modul főként biológiai témájú, ezért ezek tematikusan, más fórumon kerülnek bemutatásra a L'Harmattan Kiadó *Tudománytörténet és Tudományfilozófia* sorozatának következő kötetében.

Irodalom

Csermely Péter (2004): „Kutatói utánpótlás már Tíz-éves kortól”. *Magyar Tudomány*, 2. sz. <http://www.matud.iif.hu/04feb/015.html>

Gombocz Endre (1932, szerk.): *Kincseskönyv. Gyakorlati tanácsadó a mindennapi élet természettudományi kérdéseiben otthon és a ház körül*. Magyar Természettudomány Társulat, Budapest.

Mathews, M. (2009, szerk.): *Science, Worldviews and Education*. Springer, Dordrecht.

Mathews, M. R., Gauld, C. és Stinner, A. (2005, szerk.): *The Pendulum: Scientific, Historical, Philosophical & Educational Perspectives*. Springer, Dordrecht.

Nemzeti Alapterv (2003)

Köszönetnyilvánítás

Az itt közölt fordítások dr. Drimál István és dr. Paksi Dániel munkái (a kérdőívet Hudy Róbert és Héra Gábor ültették át magyarra), de rajtuk kívül a projekt nagyon sokat köszönhet Kertész Gergelynek, Léner Violettnak, Gosztanyi Katalinnak, akik a modulok fejlesztésében és tesztelésében végeztek munkát. Borbély Éva, Both Mária és Csorba László a HIPST projekt bizonyos pontjaihoz kapcsolódva szintén sok

támogatást és segítséget adott, éppúgy, mint a BME-n a HIPST alapelvei alapján történő *Kutatásmódszertan* tárgyfejlesztésben dr. Láng Benedek, Prof. Margitay Tihamér és dr. Tanács János. Az utómunkálatokat a projekt lezárását követően dr. Kutrovácz Gábor segítette, a TÁMOP-422B10/1-2010-0009 és az OTKA K72598 pályázatok támogatták.