

A tudomány természete – hathetes oktatási modulba

1. Cím és kulcsszavak

„A tudomány természetének oktatása – az ismertelméleti szempontok beágyazása egy szociológiai alapokra építkező hat hetes modulban”

Kulcsszavak: tudomány természete, szakértőiség, tudományfilozófia

2. Szerzők és munkahelyek

Zemplén Gábor, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Filozófia és Tudománytörténet Tanszék

3. Összefoglalás

A modult hat dupla órára (6x90 percre) terveztük. Az uralkodó tankönyvi gyakorlattal szemben arra tesztünk kísérletet, hogy az ismeretelméleti, valamint a tudomány természetével (TT) kapcsolatos témákat társadalmi beágyazottságukban mutassuk be. Ez természetesen azt jelenti, hogy kevesebb időt szánunk a hagyományos tudományfilozófiai témákra (hogyan különíthető el a tudomány pl. áltudományoktól, mi a tudományos módszer, indukció, dedukció, falszifikáció), és a modul mintegy fele tudomány- és tudáshoz kapcsolódó szempontokra alapoz. A modul újdonsága abban áll, hogy a társadalmi jellegzetességeket állítja előtérbe, és ebbe ágyazza bele a hagyományos ismeretelméleti szempontokat. A tanulók életvilágához közelítve egyre könnyebben használhatóak az iskolán kívüli ismeretek, így az oktatás egyszerűen hatékonyabb, közelíti az iskolai és iskolán kívül megszerzett tapasztalatokat, és segíti a felelős állampolgárság kifejlődését. A modult három egymást követő év során vizsgáltuk 17–19 éves gimnáziumi tanulók körében a magyarországi két tanítási nyelvű Karinthy Frigyes Gimnáziumban, amely Nemzetközi Érettségit ad hallgatói kezébe. A tanulók angol nyelven tanulták a modult, a magyar fordítást Dr. Drimál István készítette.

4. Az esettanulmány leírása és javaslatok a végrehajtáshoz

4.1. A társadalmi jellegzetességek megalapozása

A modul bevezeti a szakértelem, a szakértői rendszerek, valamint a társadalmi intézmények fogalmát.

1. óra

A szakértelem, a szakértői rendszerek fogalmának bevezetése.

Az első dupla óra a „Szakértői játékkal” kezdődik, egy olyan kérdőívvel, amely hasonlít a számos iskolai rendszerből ismert röpdolgozathoz azzal a különbséggel, hogy a válaszokat nem osztályozzuk (30 perc).

Míg az egyik tanuló összegzi a szakértői vizsga eredményeit, az osztály kis csoportokban megvitátja a kisesszé kérdéseire adott válaszokat.

Ez az egész osztály közös vitájává szélesedik, melynek során bevezetjük az alapfogalmakat (társadalmi intézmények, szakértői rendszerek) (15 + 10 p).

Ezután megtárgyaljuk a „szakértői játék” eredményeit (15 p).

A játékot úgy alakítottuk ki, hogy szembeállítsa az iskolai dolgozatokban általában ellenőrzött „tudást” a mindennapi életben a tanulók számára fontos egyéb tudásformákkal. A vita kiemeli azt a tényt, hogy a tanulók számos területen rendelkeznek szakértelemmel és egymásra is tudnak úgy tekinteni, mint társadalmi, oktatási, illetve egyéb témák szakértői. Miután megkülönböztettük, hogyan választhatjuk ki a szakértőt intézményes és nem intézményes keretek között, rövid bevezetőt tartunk a tudomány fejlődéséről, valamint példákon keresztül bemutatjuk a tudomány intézményesülését (**frontális** módszer).

Megtárgyaljuk, mi különbözteti meg a szakértőbe (pl. a szomszédommal szemben egy orvosba) és az intézménybe (pl. a tudományba) vetett bizalmat. Megvitátjuk az egyénbe, illetve az intézménybe vetett bizalom előnyeit és hátrányait. Megkérjük az osztályt, közösen állítson össze jellemzést arról, hogyan szereznek a szakértők elismerést (ez általában hasonlít a legitimálás természetének hármas csoportosításához: „karizmatikus”, „törvényes”, „tradicionális”) (15 p).

A szakértő-játék

Az óra kezdetén megkérjük a tanulókat, egy papír és ceruza kivételével tegyenek el mindent, egytől tízig számozzák be a sorokat a papíron (a röpdolgozathoz hasonló kérdőív), és először két kérdésre válaszoljanak:

1. A tudomány a mindennapi tudásnál, illetve a többi hagyománynál helyesebb, megbízhatóbb tudást állít rendelkezésünkre a lényeges kérdéseket illetően?

2. Ha igen, miért és mely területen (pl. gyógyítás, fizika, környezettel kapcsolatos témák, kockázatkezelés stb.)? Ha nem, miért és mi az, ami szerinted a legmegbízhatóbb tudással szolgál?

A tanulóknak mintegy 15 percük van e kérdések megválaszolására.

A továbbiakban azoknak az osztálytársaiknak a nevét kell följegyezniük, akik

3. a legjobban ismerik a pártokat

4. segíteni tudnak a fizika házi feladatban

5. megbízhatók a mozifilm tippekben

6. meg tudják mondani, milyen gyógyszert vegyek be, ha rosszul érzem magam az iskolában

7. segíteni tudnak egy érzelmi válságban

A tanulók kiválaszthatják azt a három kérdést (8.-10.), amely a leginkább érdekli őket (ha mindenki egyetért ebben).

2. óra

A második óra a szakértői rendszerek létrehozásának nehézségére összpontosít, arra, hányféleképp működhetnek rosszul a társadalmi intézmények, és hogy az ezekben a rendszerekben található normák (előírások) milyen mértékben járulnak hozzá a megfelelő működésükhöz.

Bemelegítő játék. Mindenki írjon három olyan kérdést, melyre szeretné tudni a választ. Ezután párjuk kérdéseik alapján kitalálja, *ki/melyik intézmény* lenne a legmegfelelőbb arra, hogy válaszoljon. Emlékeztessük a játékosokat, hogy nem kell válaszolniuk a kérdésekre, csak kitalálniuk, ki lenne az a „szakértő”, akiben megbíznának (15 p).

A bemelegítést arra használjuk, hogy begyakoroltassuk a múlt órai alapfogalmakat (szakértelem, az egyénekbe, illetve az intézményekbe vetett bizalom). Ezen túl rá tudunk mutatni arra, hogy tudásunk milyen nagy mértékben a szakértői rendszerekben kialakított tudásokra épül.

Az osztályt négy-öt csoportra osztjuk. Mindegyiknek ki kell fejlesztenie egy olyan szakértői rendszert, amely a fontos kérdésekre a lehető legmegbízhatóbb tudással képes szolgálni. A feladatkiosztás során kerüljük az „igazság” szó használatát, csak olyan semlegesebb töltetű szavakat használjunk, mint „tudás létrehozása”. Hívjuk fel a figyelmet, hogy a rendszernek úgy kell tudást létrehoznia, hogy egyetlen ember sem tévedhetetlen benne. Ezen a ponton még nem mondjuk meg a tanulóknak, hogy a tudomány mint intézmény maga is egy megoldás, alapvetően arra kérjük őket, hogy találják ki ezt az intézményt (35 p).

A csoportoknak be kell mutatniuk ötletüket és meg kell védeniük véleményüket a többi csoport kritikájával szemben.

Mindegyik csoportnak három percen belül kell fölvezetnie megoldását, majd három percen belül felelniük az ellenvetésekre (40 p). (Ez egyben vitakészséget fejlesztő gyakorlat)

Házi feladatként a tanulóknak

fel kell sorolniuk öt olyan (lehetőség szerint különböző) forgatókönyvet, amely akadályozhatja a „tudományos megértést”, valamint azt, amikor tévedhet a tudomány/a tudós (HF1);

írniuk kell 2000 karaktert az alábbi kérdés kapcsán: „Miért követünk rendkívül összetett tudományos módszereket még olyan esetekben is, amikor sokkal egyszerűbb módszerek nyomán is eljuthatunk hasonlóképp pontos/pontatlan válaszokhoz? Helyes-e ez a gyakorlat vagy nem?” (HF2)

Vita az osztályban a lehető legjobb szakértői rendszerről

Fontos, hogy a vita fellángolásakor tudatosítsuk a tanulóknak, tisztában vannak-e az időbeli korlátokkal. Rövid, pontos kérdésekre buzdítsuk őket. A vita során a hallgatók felismerik tervezeteikben annak a nehézségét, hogy megtalálják:

a) a szakértők az irányú ösztönzését, hogy a tudást keressék (és ne pl. a hírnevet, pénzt, stb.);

b) az ellenőrzés eszközeit (és az ellenőrzők ellenőrzését stb.);

c) annak a módját, hogy a legsikeresebb szakértők jelentőségét növeljék anélkül, hogy a rendszert kevesek önkényes uralmává züllessék (azaz, hogy megtalálják annak a módját, hogy kiegyensúlyozzák a tudomány érdemalapú/meritokratikus és demokratikus összetevőit);

d) a „biztos” tudás, a tudás megszerzésére felhasznált idő és források váltott és kölcsönös alkalmazása.

3. óra

A harmadik óra a házi feladat megvitatásával kezdődik.

A HF2-ben elfoglalt álláspont alapján az osztályt két csoportra osztjuk („Jó-e ez a gyakorlat vagy nem?”), mindkét csoport fölkkészül (20 p).

A csoportoknak három perc alatt kell bemutatniuk legmeggyőzőbb érveiket. A rövid válaszokat megvitatják, s a tanár kiemeli a lényeges összetevőket mindkét álláspontból (20 p).

A HF1-et a tanulók kis csoportokban megvitatják a tévedések forrásait, majd példáik kapcsán osztályozzák azokat (egyben ezek a halmazok a tanár számára fontos információt adnak a diákok fogalmi térképeiről és kategorizációs mintáiról) (20 p).

A tévedések tanulók által megfogalmazott néhány típusának összegzése (a modultesztelés egyik évében). A diákpopulációk lehetnek nagyon homogének/heterogének, de várhatóan a tanárnak hasonló osztályozásokra kell felkészülnie:

1. csoport: emberi félreértés/tévedés; technológiai hiányosságok
2. csoport: tudós; minta; módszer/eszközök
3. csoport: ember; minta/környezet; eszközök
4. csoport: nyelv/fizikai korlátok; lelki korlátok; placeboeffektus

Az órát azzal zárjuk, hogy megvitatjuk a HF2-re épülő vita érveit (pl. táblán egymás mellett összegezve). Egy egyrészt megerősítés a diákok számára: a jó érvek tananyagává válnak, és a racionális megvitatás ált elégtétel: nem kell feltétlenül nyerni a vitában. Ezt a megbeszélést össze is tudjuk kötni a HF 1-el, ha például úgy irányítjuk a vitát, hogy az alábbi következtetésekre jussunk:

Még manapság is, ha egy szakértői rendszer alapvetően sikertelen, csekély a lehetőség a fejlődésre további koncentrált támogatás és erőfeszítés nélkül. Számos történelmi példát sorolhatunk fel (mint a csillagászat fejlődése, a vihar-előrejelzés, fertőzések legyőzése, stb.), amikor a szakértők hosszasan és keményen dolgoztak azon módszereket és fogalmi eszközök kialakításán, melyek révén ma könnyedén érthetőek bizonyos jelenségek. A múltbéli példák nem jelentenek garanciát, de segítségükkel olyan következtetésekre juthatunk, hogy a jelen fáradozások némelyike sikeressé válhat a (közele?) jövőben.

A tévedéseket soha nem lehet teljesen kiiktatni. Ám ha tudjuk, hogy siklanak félre a dolgok, fölkkészülhetünk és megpróbálhatjuk a tévedések forrásait csökkenteni. Ha a szakértők egy csoportja célirányosan dolgozik a tévedések lehetőségeinek korlátozásán, növekszik az eredmény megbízhatósága.

A vita célja, hogy bevezesse a *normák* problémáját és szükségességét. Ezt beillesztjük a szakértői rendszer megtervezésébe, majd megkérjük a diákokat, hogy úgy gondolják újra szakértői rendszereiket, mint amelyek mintákat állítanak a közösség elé, mint amelyek ellenőrznek és kiegyensúlyoznak (nincs írásos HF). Milyen normákra tud építeni egy ilyen rendszer?

Érvek a szakértői rendszer mellett – és az azzal szemben (a modultesztelés egyik évében).

A „mellette” csoport által megfogalmazott lényegi érvek (szögletes zárójelben kiemeltük az alapvető problémát):

Megértőnek kell lennünk a tudomány kevésbé sikeres területeivel is, hogy lehetővé tegyük ezen területek fejlődését [lehetőség a szakértelem fejlődésére].

A társadalom döntése, hogy hatalommal ruhazza föl az emberek egy csoportját egy területen, és semmi okunk jobban megbízni ebben az esetben a laikusokban, mint a szakértőkben, ráadásul azokra az emberekre kell bízunk, hogyan cselekedjenek, akik a legjobbak valamiben [ismeretelméleti függés].

A szakértői rendszerek több munkát nyújtanak [a tudomány mint intézmény kapcsolata társadalmi-gazdasági problémákkal].

Költséges kísérletekre van szükségünk ahhoz, hogy biztosra vagy a lehető legbiztosabbra menjünk [tévedések elkerülése].

Az „ellene” csoport által megfogalmazott fontos érvek (szögletes zárójelben kiemeltük a fölmerülő problémát):

A tudomány tökéltése rendkívül kérdéses, mert pénz von el fontos területektől [a lényegbevágóság kérdése, közvélemény, a tudomány feletti társadalmi kontroll előnyei/veszélyei].

Az egyirányúság problémája: a társadalom a tudósok fölötti ellenőrzés lehetősége nélkül bízik meg bennük, anélkül, hogy ellenőrizhetné, befolyásolják-e a polgárokat [a szakértői rendszerek önállósága feltételezi a bizalmat, de egyben alá is áshatja].

Annak elismerése mellett is, hogy minél jobb a tudomány, az annál jobb a társadalom számára is, fölmerül a kérdés: hogyan bizonyosodhatunk meg arról, hogy jobbá válik-e a tudomány? [A normák kérdése és jelentősége.]

4.2. Az ismeretelméleti összetevő beemelése

Az órák a nemzetközi gyakorlatban bevezetésre kerülő alapvető tudományfilozófiai problémákat helyezik társadalmi összefüggésbe.

4. óra

A negyedik óra a korábban bevezetett társadalomtudományi háttérre épít és továbbfejleszti a tanulók normákkal kapcsolatos megértését. Ezekkel az ismeretelméleti szempontokkal bevezetést adunk a társadalomtudományi összefüggésekbe.

Az órát olyan rövid szöveggel/karikatúrával kezdjük, amely felhasznál tudományfilozófiai fogalmakat. (A tesztelés során Thomas Weller „Economics meets science” (<http://www.besse.at/sms/smsintro.html>) című rövid szövegét használtuk. A diákok többsége viccesnek találta a szöveget, és mivel néhányuknak csak homályos elképzelésük van az „indukció” és a „dedukció” fogalmáról, nagyon leegyszerűsített módon megmagyarázzuk nekik, mit is jelent „valójában” a két fogalom (20 p). Később, az ötödik és a hatodik órán megmagyarázzuk őket bővebben is.)

Ezután megkérdezzük a tanulókat, miért lehet vicces egy ilyen szöveg/karikatúra. Jó, ha a példán keresztül bemutatható az ellentmondás aközött, hogy mit kellene tenniük a tudósoknak (és amiről azt állítják, hogy teszik), s valójában mit tesznek; hogyan használják egyrészt a módszert, hogy tudásra tegyenek szert, másrészt hogyan alakítanak ki egy olyan képet magukról, amely igazolja ezt a tudást a nyilvánosság előtt (10 p).

Így körvonalazódik az ideológia, az önmagáról alkotott, illetve a nyilvánosság előtti kép tematikája, majd megkérjük a tanulókat, hogy fogalmazzák meg, mit gondolnak arról a képről, amelyet a tudomány közvetít magáról, illetve, mi a tudósok voltaképpeni célja.

Az ötletek összegyűjtése után arra kérjük a tanulókat, hogy találják ki, hogyan biztosítja a társadalom (beleértve a tudósok csoportját is), hogy az egyes tudósok azt tegyék, amit elvár tőlük a társadalom, illetve a tudományos intézmény (l. az egyszerűsített táblai vázlatot). Ez az eszmecsere ismétli és pontosítja az előző óra néhány gondolatát (20 p).

Miután a tudományt történetileg fejlődő társadalmi intézményként, valamint a szakértők és a szakértelen rendszereként elhelyeztük, megvitatjuk a tudomány történetileg változó határait.

Megkérjük az osztályt, hogy irányított nyílt vitában sorolja föl, valamint osztályozza a tudás létrehozásának ágazatait és módjait. Az alábbi kategóriákat javasoljuk: elfogadott és elutasított tudomány, áltudomány, peremtudomány (15 p).*

Az olyan ismert példákat szokták idézni, mint az asztrológia, valamint az egyéb divinátorikus technikák. Ezeket könnyen kimutathatjuk a tudástermelés módjainak történetileg, illetve kulturálisan változó helyzetét. Meg kell említeni a normák időnként mélyreható átalakulását (bevezetjük a paradigma fogalmát), majd ezt a rugalmasságot szembe kell állítani a társadalmi intézményként értett tudomány céljainak viszonylagos szilárdságával.

A normákról folytatott vita a módszertani és az etikai (ún. mertoni) normák bevezetéséhez vezet. A „tudományos módszert” úgy vezetjük elő, mint a módszertani szabályok és minták történetileg változó összességét. A módszertani szabályokat a különböző időszakokban a tudásszerzés sikeres eljárásainak tekintették (25 p).**

Kulcsfontosságú, hogy a tanulók össze tudják kapcsolni a társadalmi dimenzió első órákon vizsgált kérdéseit a konkrét tudománytörténeti és tudományfilozófiai problémákkal. Ha ez megtörtént, ennek az órának a végét, illetve az utolsó két órát az indukció, a dedukció, a falszifikáció stb. sokkal hagyományosabb témáinak szentelhetjük.

Kiosztjuk a Wason-lecke feladatlapjának első oldalát házi feladatként (l. Függelék, HF3).

* Meglehetősen egyszerű különbséget teszünk az áltudományt, valamint a peremtudományt művelők között (az előbbi az, aki csak majmolja a valódi tudomány normáit, az utóbbi, aki igyekszik megfelelni a tudomány szabályrendszerének). Ez összefüggésben van azzal a napjainkban tapasztalható érdeklődéssel, amely az áltudósok iránt mutatkozik szemben az áltudománnyal magával. Ezen túl utalunk a megközelítésmód nehézségeire is.

** A módszertani normákat és a tudásszerzés eljárásait tudatosan nem választottuk szét. A vizsgált csoportoknak ezen a ponton kiosztottuk Rudner híres cikkének kivonatát [Rudner, R. 1953 'The Scientist Qua Scientist Makes Value Judgements'. (A tudós tudósként alkot értékítéleteket) *Philosophy of Science* 20 (1):1-6.]. Alternatívaként fölszólíthatjuk az osztályt, hogy értelmezze az alábbi mondatot: „Hogyan lehetnének biztosak bármiben is azelőtt, hogy elfogadnánk egy olyan föltevést, amely a hibáink következményeinek súlyára vonatkozik?”. Ezt fölhasználhatjuk annak illusztrálására, hogy aláhúzzuk: még a tisztán ismeretelméleti megfontolások esetében sem helyezhetjük figyelmen kívül a társadalmi dimenziót.

A tudomány mint társadalmi intézmény

A normák (egy táblavázlat egyszerűsített formája; a tanár jegyzeteli a diákok ötleteit majd „lefordít” néhány javaslatot, és így bevezeti a szakkifejezéseket):

<i>A tudomány által közvetített cél</i> („eszményi”) az „igazság” létrehozása a tudás annak érdekében privilegizált forrása a társadalomban, hogy szavatolja, a közvetlen gyakorlat a lehető legközelebb maradjon az elvárásokhoz		<i>A tudósok közvetlen célja</i> haszonelvűség hírnév igazság új kérdések kudarcc pénz összeesküvés
	<i>Normák</i> módszertani etikai (mertoni, anti-mertoni)	

5. óra

Az ötödik órát a modul leginkább igénybe vevő 90 percének terveztük. Ezért figyeljük – és ha kell, szabályozzuk – a csoport hangulatát. A korábbi csoportmunkák várhatóan már segítettek abban, hogy a versengés egészséges szintű legyen, a csoporttagok motiválják és ne korlátozzák egymást.

Az órát párokkal végzett munkával kezdjük. A kiosztott feladatlap első oldalát befejezik a párok (a HF3 ennek egy része volt – ez azt felel, hogy a párok ellenőrzik és kijavítják egymás válaszait, valamint megoldják a társuknál fölmerült nehézségeket) (20 p).

A tanulókat emlékeztetjük, hogy a helyes megoldások (p és ~q, azaz hogy ellenőrizzék az első és a negyedik lap másik oldalát is) egybeesnek a logikailag érvényes formákkal. Ezzel föl hívhatjuk a figyelmet a következtetésben előforduló tévedések lehetőségére (l. a szövegdobozt).

A tanulók ugyanazzal a társukkal párt alkotva töltik ki a feladatlap második oldalát (30 p).

Az eredményeket megbeszéljük az osztállyal (30 p).

Az osztályt ezen a közvetett módon vezetjük be a „tudományos módszerbe”, miközben a tanár folyamatosan visszautal a Wason-teszt formalizált nyelvére, valamint a feltételes kijelentés igazságfüggvényére. A dedukciót úgy mutatjuk be, mint a feltevéstől (F) a megfigyelés (M) felé való mozgást, míg az indukciót, mint a megfigyeléstől a feltevés felé irányuló mozgást.

Az formalizációt arra használjuk, hogy felhívjuk a figyelmet az „indukció problémájára”, valamint arra, hogy a falszifikáció deduktíve érvényes módszer (ez a *modus tollens*).

A tanulókat megkérjük, hogy írjanak az órai munkán és saját kutatásaikon alapuló 2000 karakternyi leíró esszét azzal a vezérfonállal, hogy: „Hasonlítsd össze az indukciót, a dedukciót és a falszifikációt! Összesítsd a módszert, mik a lehetséges előnyök és kelepccék! Adj példát saját életből!” (HF4)

Érvelés – logika – a tudomány természete

Az osztálytól függően elővezethetjük az értéktáblázatot. A feltételes kijelentés értéktáblázata az alábbi:

p q	p \supset q
1 1	1
1 0	0
0 1	1
0 0	1

A formalizáció opcionális, ugyanakkor fontos, hogy a tanulók megismerkedjenek a feltételes kijelentésekkel, valamint azzal, hogy jönnek létre téves következtetések az előtag tagadásából vagy az utótag állításából.

A gyakorlás érdekében megkérjük a diákokat, agyaljanak ki akármilyen kitalált példákat, és a lehető leggyorsabban szolgáljanak is válasszal a lehető legtöbb társuknak. Ha összezavarodnak, segítsünk nekik abban, hogy gondoljanak az egyszerű példákra, és azt a tudást alkalmazzák, mikor megakadnak az összetettebbekben. A legjobb példák sokszor rámutatnak a többség által elhanyagolt részletekre: a Wason teszt eredetileg kategóriákat használ a mondatokban, a kártyákon viszont egyéni esetek/individuumok vannak. A legtöbb diák elsőre vagy csak kategóriákat használ, vagy csak individuumokat illetve rosszul oldja meg a feladatot (olykor még a saját példáját is), de körülbelül 15 perc és heves viták után legtöbbjük magabiztosá válik, és hozzászokik a logikai szerkezet alkalmazásához a probléma fölvetésében és megoldásában. Adjunk föl plusz házi feladatot azoknak a tanulóknak, akiknek nehézségeik voltak ebben a szakaszban és a következő óra elején szólítsuk fel őket, hogy osszák meg az osztállyal példáikat. Ezt bevezetésnek és gyakorlatnak is használhatjuk.

6. óra

Az előző óra fogalmiságát nehéz elsajátítani, ezért időt kell adnunk begyakorlására. Ha mindenki magabiztos, akkor:

Bevezetjük az alulmeghatározottság/aluldetermináltság problémáját a feltételes érvelések alapformáját alkalmazva (25 p).

A $F \supset M$ feltételes kijelentését kiterjesztjük a segédtetelekre is: $(F \& A_1 \& A_2 \& A_3 \& \dots \& A_n) \supset M$, majd megkérjük a tanulókat, hogy nevezzenek meg sajátos tudományos ellenőrzési helyzetet, illetve magyarázzák meg, mit kell ellenőrizni, és milyen értelemben lényeges az alulmeghatározottság az adott helyzetben (ez kapcsolódik a HF1-hez) (20 p).

Az alulmeghatározottság gyakran zavarba ejti a tanulókat, ezért megismertetjük őket Duhem, Neurath és Quine néhány leegyszerűsített elképzelésével. Fontos, hogy ezek a szerzők nem gondolták azt, hogy az alulmeghatározottság a tudomány leküzdhetetlen problémája lenne (bővebben I. cikkek a beszámoló végén).

Az óra fennmaradó részét az előző órák témáinak fölülvizsgálatával töltjük, de az ismert fogalmakat egy új, frontálisan irányított beszélgetésben a szerint vizsgáljuk, hogy mi „belügye” és mi „külgügye” a tudománynak.

Az óra, valamint a tudományról alkotott „tudomány felől” és azon „kívüli” szempontokról folytatott eszmecsere célja, hogy keretet adjon a tanfolyamnak, valamint hogy áttekintse és megszilárdítsa az előző órák tartalmát. Utolsó házi feladatként a diákoknak írniuk kell egy 3500 karakterből álló esszét a „tudományról mint társadalmi intézményről és a tudományos módszerről” (HF5). Arra buzdítjuk őket, hogy kiindulópontul használják föl a HF4-et (amelyet nem osztályoztunk, hanem csak visszaadtunk javításokkal). A HF5-öt osztályozzuk, amely a modulra adott jegyet adja.

Egy pillantás a tudományra – a tudomány felől és kívülről

A módszertan, illetve a hibaforrások ellenőrzése tartozik a tudomány „belügyeihez”, míg a tudományról alkotott kép a médiában, a társadalom, a döntéshozók stb. és a tudomány közötti összetett kölcsönhatások alkotják a tudomány „külgügyeit”.

Megkérjük a tanulókat, hogy hasonlítsák össze általános iskolai és gimnáziumi tanulmányaikat azzal, amit az egyetemi és a posztgraduális oktatásról tudnak. Világosan látják a tudományon kívüli szempontok felől a tudomány felőli szempontok felé való eltolódást még akkor is, ha a tantárgyak neve ugyanaz maradt tanulmányaik alatt. Az általános iskolában a tudomány megkérdőjelezhetetlen tekintély volt számukra, ám középiskolai tanulmányaik során egyre többször ütköztek a tudományos tevékenység bonyolultságába. Ahogy növekszik a tudományról szerzett tudásuk, annál világosabbá vált a témák rendkívüli összetettsége.

A két kategória segít a tanulóknak elhelyezni egyrészt tapasztalataikat a tudomány népszerűsítése kapcsán, másrészt azokat az érveket, amelyeket már ismernek: azokat, amelyek a tudományos rendszert erősen támogatják (szcientizmus), valamint azokat, amelyek keményen kritizálják azt és kiutakat keresnek („romantikus” beállítódás). Az általános benyomás, amelyet szereznek, mint a tudomány határainak kijelölésekor, hogy ezek az elnagyolt beállítódások nem sokat segítenek, mikor döntést kell hozni vagy cselekedni kell egy sajátos, összetett probléma esetében. Ez abban is segíthet, hogy új megvilágításban láthassák azt a személyes pályát, amelyet bejárni szándékoznak – néhányan egyre „beljebb” mozdulnak a tudományba, azt tervezik, hogy valamelyik egyetem természettudományi vagy mérnök-karán tanulnak tovább, mások „kívül” maradnak, de nap mint nap szembesülnek a tudománnyal kapcsolatos témákkal.

Ahogy a diákok előrehaladnak tanulmányaikban, folyamatosan változik helyzetük, és szükség van arra, hogy ezt a változást megnevezzük és megmagyarázzuk, különösen olyan tanfolyamokon, amelyek a reflektív gondolkodás és a felelős állampolgári magatartás fokozatos kialakulására összpontosít.

5. A tudomány természete: a történeti és filozófiai háttér

A filozófiai és a történeti/társadalmi belátások különválasztása a legfőbb probléma a tudomány természetének osztálytermi kezelésében. A jelenleg uralkodó gyakorlat a tudomány módszeréről túl gyakran csak olyan leegyszerűsítő logikai tételeket ismertet, amely már a középiskolai tudománykép komplexitását sem veszik figyelembe (pl. indukció problémájánál a „fehér holló” típusú kivételek). Jellemző, hogy az ismeretelméleti megfigyeléseket fontosnak tartók nem adnak teret a társadalmi tényezők magától értetődő bevezetésének. Az eredmény az, hogy a társadalmi megfontolások általában negatív színezetet kapnak. Az itt javasolt megközelítés az ismeretelméleti jellemzőt a társadalmiságba ágyazva mutatja be. A tudományt társadalmi intézményként jellemezzük, és mint minden intézménynek, ennek is vannak normái. Megvizsgáljuk e szabályrendszer létezésének szükségességét és hangsúlyozzuk mind a tudástermelésben (azaz az ismeretelméleti minták kialakításában), mind a társadalomban betöltött azon szerepét, amelyet a szakértői rendszerként értett tudomány helyes működésének fönntartásában játszik.

A társadalmi kiindulópont célja ezért nem az ismeretelméleti megfigyelések helyettesítése, hanem az, hogy helyet találjon számukra a diákok már létező társadalomképében. Az ismeretelméleti normákat nem a környezetükből kiragadva, elvont jellemzőkként mutatjuk be, hanem azon történelmileg esetleges fejlemények eredményeként, amelyek a XVII. századtól kezdve létrehívták a nyugati társadalmak elsődleges tudástermelő intézményét. A tudományt gyakran még mindig úgy jellemzik, mint az eredeti tudás (*prisca sapientia*) kikutatására irányuló elszigetelt vállalkozást. A tudomány valójában a modern társadalmakba ágyazott olyan rendszer, amelynek sajátos jellegzetességei vannak.

Ha megalapoztuk ezt a kiindulópontot, megvitathatjuk a tudomány szabályrendszerét, melynek egy része etikai, más része ismeretelméleti jellegű. Már ebből a rövid leírásból is egyértelművé válik, hogy a tankönyvekben uralkodó szokásokkal ellentétben, az itt javasolt megközelítés megfordítja a sorrendet (a társadalmi szempont megelőzi az ismeretelméletit).

Ennek a megközelítésnek a megértését akadályozza az a gyakorlat, amely a tudományról először „egyszerű” felfogást ad és sokkal összetettebb, társadalmi megfigyeléseket csak később tárgyalja, a korábbi felfogást finomítandó. Ez a bevett gyakorlat, ami mind középiskolai, mind egyetemi szinten megjelenik, feltételezi, hogy könnyen fölfogható a logikai pozitívista, illetve popperianus felfogás a tudományról. A logikai pozitívizmus a tudományt elsősorban a tudósok által tett állítások halmazaként vizsgálta. Így a tudós feladata olyan megállapításokat tenni, amelyek bizonyos jellemzőkkel rendelkeznek (igazolhatók/verifikálhatók, cáfolhatók/falszifikálhatók, megerősíthetők/korbororálhatók, a megállapítások más fajtáira visszavezethetők/redukálhatók, stb.). Ám a legtöbb tanuló számára nem egyértelmű a természettudományokról alkotott ezen nézet. Nem csak az osztályterem tudományától, hanem a legtöbb tudományt tanító tanártól is idegen ez a felfogás (kevés országban kapják meg a tanárok a modern tanmenetek oktatásához szükséges tudományfilozófiai háttérrel). Ez az állítás-központú tudománykép az igazság, az igazságérték stb. nem magától értetődő fogalmait használja, ezért aligha tekinthetjük „természetes” kiindulópontnak. A legtöbb tanuló számára ezek a fogalmak nem „kézenfekvők”. Nem kell Carnap és társainak a leginkább technikai jellegű írásait tanulmányoznunk ahhoz, hogy lássuk, a legtöbb pozitívista (csakúgy, mint popperianus) tudományfilozófia a nyelvről alkotott olyan igen sajátos fölfogáson alapszik, amely szigorú követelményeket állít a szintaxis elé, a nyelv jelentésánát kizárólag ideális szempontból értékeli teljesen figyelmen kívül hagyva a gyakorlati, pragmatikai, nyelvhasználati szempontokat. Ha ezen a kereten belül vezetjük be a tudományos módszert, a felszínen egyszerűnek tűnhet, de valójában olyan szempontokat tartalmaz, amelyeket egyáltalán nem könnyű megértenie a középiskolai tanulóknak.

Nem csak az ismeretelméleti kiindulópont sokkal összetettebb annál, mint ahogy hívei hiszik, de sokkal távolabb is áll a diákok életvilágától, mint a társadalmiságot hangsúlyozó kiindulópont. A természettudományos órákon a tanulók közvetlenül szembesülnek a laboratóriumi munka (némely) nehézségével, látják a hibás *kísérletezés* példáit, megszokják, hogy bízzanak tanáraikban, mikor például az megmagyarázza, miért nem úgy sikerült egy kísérlet, ahogy annak kellett volna. A diákok a tudománnyal a társadalmi környezetbe beágyazottként találkoznak a tévés hirdetésekben, a kórházi zárójelentésekben, vagy amikor szakértőket látnak érvelni álláspontjuk mellett nyitott tudományos vitákban. Ezek olyan könnyen elérhető források, amelyeket általában figyelmen kívül hagynak, mikor a tudomány természete modulokat szinte kizárólag a bizonyíthatóság ismertetőjegyeire és hasonlókra szűkítik. A társadalmi dimenzióknak nagyobb szerepet adva ugyanakkor könnyen megérthetővé válik a módszertan ismeretelméletileg izgalmas része is.

6. Tanulási célok és kompetenciák

A modul elsődleges célja a tudományt reflexíven vizsgáló szakértői területek (tudománytörténet, tudományfilozófia, tudomány- és tudásszociológia) kortárs nézeteinek didaktikai transzpozíciója. Így például előtérbe kerül a szakértőiség fogalma, ami a 21. századi tudástermelés és technológiai fejlesztés leírására alkalmasabb, mint a hagyományos tudományt a technikától és más szakértői területektől elválasztó tárgyalásmód (mind francia, mind angol nyelvterületen pl. a technotudományok fogalmát használják egyre gyakrabban).

A tanulási célok ennek alapján:

6.1.1 A tudomány természete

A tanulóknak képesnek kell lenniük, hogy...

- felismerjék a szakértői rendszerek (és így a tudomány) lehetőségeit és korlátait
- megnevezzenek normákat, amelyek a tudományos tudás előállításánál során irányadó (mind közvetlenül kutatási módszert érintő, ismeretelméleti normákat, mind általános kutatói magatartást szabályozó normákat)

- megnevezzenek ma elfogadott és elutasított tudásterületeket, és tudatában legyenek, hogy koronként változhat, mit tekint az adott társadalom elfogadott tudásterületnek
- megnevezzék a leggyakoribb elmélet-kialakítási ill. –tesztelési módszereket (indukció, dedukció, falszifikáció)
- megnevezzenek ellenőrző mechanizmusokat a tudományban

6.1.2 A tudományos kutatásra vonatkozó kompetenciák

A tanulók lehetőleg...

- csoportokban oldják meg a feladataikat, képesek legyenek a csoportmunkát segítve, konstruktívan dolgozni
- saját gondolataikat képesek legyenek megosztani társaikkal, meghallgatni véleményüket és szükség esetén módosítani nézeteiket.
- képesek legyenek csoportokban érv-alapú vitát követően konszenzust kiépíteni és a többi csoport felé azt képesek legyenek bemutatni
- érveljenek összehasonlító módon, felismerve saját nézeteik problémáit és társaik nézeteinek erősségét
- fejtsenek ki feltételezéseket a kutatást hátráltató (emberi és egyéb) tényezőkről, ehhez felhasználva mind az iskolában szerzett tudományos ismereteiket, mind saját életviláguk élményeit
- biztonsággal alkalmazzák a kondicionális állításokat, értsék meg az előtag és utótag igazságának kapcsolatát a feltételes állítás igazságával
- képesek legyenek kategorizálni saját példáikat a tudományt hátráltató tényezőkről, képesek legyenek társaik kategorizációs munkáját megértően, de kritikusan vizsgálni.

7. Oktatást segítő tevékenységek, módszerek és média

A modul közöl javaslatokat, de viszonylag sok lehetőséget ad a tanárnak a számára megfelelő média kiválasztásának.

A Wason teszthez kapcsolódó feladatlapot lásd a modul végén

A beszélgetések célja elsősorban a diákok fogalmi térképeinek feltárása és így a gyakran hagymázás ötleteket is érdemes kritika nélkül fogadni, és a diákok belső vitáira bízni a fogalmi váltások egy részét.

Az oktató a folyamat későbbi pontján adja meg az elsajátítandó fogalmakat, amelyek így már köthetők a diákok saját fogalmaihoz. Ez a felfedeztetve tanítás (inquiry learning) egyik formája.

8. Az oktatás és a tanulás akadályai

Nagy előny lehet, ha az itt ismertetetthez hasonló, nem frontális módszereket a diákok már más tárgyak keretein belül megismerték, erre érdemes rákérdezni és esetleg építeni ezekre a tapasztalatokra (ez lehet akár nyelvóra, művészeti képzés, stb.)

A vitákat nagyban megkönnyíti, ha a diákok vitakultúrája fejlett, ennek hiányában csak az itt ismertetettnél valamivel lassabban érdemes haladni.

9. Pedagógiai készségek

Amennyiben az oktatást természettudományos háttérű oktató végzi, érdemes figyelembe venni, hogy a nyitott feladatok, a frontálisan koordinált beszélgetések és a csoportmunkák elsőre szokatlanok lehetnek.

A jó hangulat megteremtése nem csak adottság, hanem gyakorlat kérdése is: a tanárnak érzékenynek kell lennie, hogy a lelkesedés ne forduljon polémiába, a higgadság ne váljon apátiává. A szakirodalomban jól ismert probléma, hogy az igazi „tudományos” érvelési mintákat és hozzáállást nagyon nehéz előhívni a diákokban: ha olyan lelkesek, mint egy tudóstól elvárható, általában gyengén érvelnek, ha racionálisan érvelnek, akkor viszont általában gyenge a személyes elköteleződés az álláspont mellett. Továbbá a kognitív fejlődés eltérő: csoportokban általában jobban védhető álláspontokat dolgoznak ki, mint egyedül.

10. Kutatási bizonyítékok

A modul több évfolyamban volt tesztelve, ennek részletes ismertetését lásd (Zemplén 2009), ami egyben általánosan is vizsgálja a „tudomány természete” típusú tananyagok eredményességét vizsgáló felmérések mérés-technikai problémáit.

11. További irodalom

Zemplén, G. Á. 2007. The nature of science in the classroom – sociology to the rescue? In *Constructing Scientific Understanding through Contextual Teaching*, szerk. Heering, P. és Osewold, D. Berlin: Frank & Timme. 319-338.

Zemplén Gábor Áron. 2007. Conflicting Agendas: Critical Thinking versus Science Education in the International Baccalaureate Theory of Knowledge Course. *Science and Education* 16: 167–196.

Zemplén, Gábor Á. 2009. „Putting Sociology First–Reconsidering the Role of the Social in ‘Nature of Science’ Education.” *Science and Education* 18 (5): 525–559.

A tudományos módszer és az érvelések

I. Érvelések

Oldd meg a feladatot és mérd meg a szerinted helyes megoldáshoz szükséges időt!

Négy kártyát látsz, egyik oldalán mindnek szám, másik oldalán betű látható. A kártyák felfelé néző oldalai a következők: E, K, 4, 7. Mely kártyá(ka)t kell megfordítanod, hogy el tudd dönteni, igaz-e a következő állítás: „Ha magánhangzó van a kártya egyik oldalán, akkor a másik oldalon páros szám található.”

Megoldás:

Szükséges idő:

Oldd meg a feladatot és mérd meg a szerinted helyes megoldáshoz szükséges időt!

Egy italozóban négyen isznak. Vagy korukat ismered, vagy azt, hogy mit fogyasztanak. Egyvalaki sört iszik, egyvalaki répalevet, egy vendég 20 éves, egy pedig 4. Melyik vendég(ek)től kell megkérdezned a másik információ(kt) is (mit iszik ill. hány éves), hogy el tudd dönteni: mindenki betartja a szabályt: „Ha valaki alkoholos italt fogyaszt, akkor 18 évnél idősebbnek kell lennie.”

Megoldás:

Szükséges idő:

Mindkét fenti feladatban feltételes állítást találsz, ha...akkor szerkezettel.

Felismerted ezt a hasonlóságot?

Igen

Nem

Ugyanúgy oldottad meg a feladatokat?

Igen

Nem

Készíts két, azonos szerkezetű saját feladatot. Írd le a két mondatot, a 4-4 információt, de a **megoldást még ne!**

Első feladat:

Ha.....

akkor.....

A négy információ:

Párom megoldása:

Második feladat:

Saját megoldásom:

Ha.....

akkor.....

A négy információ:

Párom megoldása:

Saját megoldásom:

Mutasd meg egy osztálytársadnak a feladatokat! Oldja meg őket, te is az ő feladatait. Közösen beszéljétek meg az eredményeket.

