

## Tanár szakos hallgatók komplex természettudományos ismereteinek fejlesztése

*A Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Karán 2001/2002-ben indult oktatási kísérlet a jelenlegi egyszakos tanári képzési modell továbbfejlesztését tűzte ki célul. A speciális képzésben – amelyet a KOMA „A pedagógus képzés megújításáért” pályázat keretében támogatott – negyedéves egyszakos fizika-, kémia-, biológia- vagy földrajztanár hallgatók vettek részt.*

A képzésre önként jelentkező hallgatók vállalták a többletterhelést és nyitottak voltak arra, hogy saját szakjuk ismeretei mellett a rokon természettudományos tárgyak tanításával is megismerkedjenek. A képzés szervezését és megvalósítását elsősorban a kar szakmódszertanos oktatói végezték, segítségükkel a hallgatók bepillantást nyertek abba, hogyan lehet tantárgyukat komplexebb látásmóddal tanítani a többi természettudományos tantárgy ismereteinek felhasználásával és összekapcsolásával.

### A kutatás előzményei

Kutatásunk célkitűzéseit, a tartalmi kidolgozást azok a tények, tapasztalatok határozták meg, amelyek a középfokú és a felsőfokú természettudományos oktatásban az utóbbi években karakteresen megjelentek. Az iskolai természettudományos tantárgyak kedvezőtlen tanulói megítélése, a felsőfokú továbbtanulásban a reáliáktól való drasztikus elfordulás a természettudományos oktatás problémáinak látványos megnyilvánulásai.

#### *A tantárgyak kedveltsége a középiskolában*

A tantárgyak kedveltségi sorrendje, a tantárgyi attitűdök vizsgálata aktuális témája külföldi és hazai kutatóknak egyaránt. (Woolnough, 1994; Csapó, 1998) A tantárgyi hozzáállás és a tanulói teljesítmény közötti szoros kapcsolatot több hazai és külföldi kutatási eredmény is bizonyítja. (Báthory, 1997; Pintrich és Schunk, 1996) 1997 tavaszán empirikus vizsgálatot szerveztünk 9. és 12. osztályos gimnazisták körében. A kiválasztott 30 gimnázium 1487 tanulója településtípus és iskolai eredményesség szempontjából országos reprezentatív mintát képezett. (Papp és Józsa, 2000) Vizsgálatunkban megkérdeztük a középiskolás tanulókat, hogy mennyire kedvelik az egyes tantárgyakat. A kérdésekre ötfokú skálán kértük a választ, a skálaértékek a „nagyon nem szeretem”-től (1) a „nagyon szeretem”-ig (5) terjedtek. Az ilyen jellegű tantárgyi kedveltség megnevezésére a tantárgyi attitűd kifejezés használata honosodott meg. (Csapó, 1998) A tanulók válaszaiknak átlagait az 1. táblázat tartalmazza, kedveltség szerint csökkenő sorrendben, külön feltüntetve a 9. évfolyam és a 12. évfolyam értékeit.

A tantárgyi sorrendre kapott eredményeink nagyon hasonlóak az OKI-vizsgálat és Csapó 1998-as vizsgálatának tantárgyi kedveltségi sorrendjéhez. A vizsgálatok egybehangzóan megerősítik, hogy a természettudományos tárgyak tanulói megítélése nem egységes. Míg a kémia és a fizika mindkét évfolyamnál a „sereghajtók” között szerepel, addig a biológia

1. táblázat. *Tantárgyi kedveltség és változása a középiskolában (A nyilak szignifikáns változásokat jelölnek: ↓  $p < 0,01$ ; ↓  $p < 0,05$ )*

Tantárgy	Fiúk			Lányok			
	9. o.	12. o.	változás (12./9.o.)	Tantárgy	9. o.	12. o.	változás (12./9.o.)
Számítástechnika	4,04	3,80	0,94 ↓	Biológia	4,17	3,73	0,89 ↓
Történelem	3,94	3,75	0,95 ↓	Idegen nyelv	4,11	4,07	0,99
Biológia	3,82	3,35	0,88 ↓	Magyar irodalom	3,92	3,84	0,98
Idegen nyelv	3,82	3,72	0,97	Történelem	3,91	3,73	0,95 ↓
Földrajz	3,82	3,51	0,92 ↓	Számítástechnika	3,51	3,09	0,88 ↓
Matematika	3,66	3,70	1,01	Földrajz	3,49	3,41	0,98
Magyar irodalom	3,59	3,18	0,89 ↓	Matematika	3,44	3,28	0,95
Fizika	3,50	3,29	0,94 ↓	Magyar nyelvtan	3,39	3,20	0,94 ↓
Kémia	3,31	2,95	0,89 ↓	Kémia	3,25	2,79	0,86 ↓
Magyar nyelvtan	3,06	2,66	0,87 ↓	Fizika	2,96	2,68	0,91 ↓

„dobogós” helyen áll, a földrajz a középmezőnyben helyezkedik el. Általánosságban megállapítható, hogy a tanulók tantárgyi kötődése az életkor előrehaladásával a középiskolában csökken. Nincs olyan tantárgy, melynek a megítélése a végzős diákok esetében figyelmet érdemlően kedvezőbb volna. (Kivételek a matematika megítélése a fiúk esetén.) Úgy tűnik, hogy a gimnáziumi oktatásnak nem sikerül a képzés során egyetlen tárgyat sem vonzóbbá tennie. Feltételezhető, hogy a tantárgyak negatívabbá váló megítélésében szerepet játszik a két életkor (14 és 18 éves) sajátosságából adódó különbség is: a 14 évesek kezdeti „lelkes” hozzáállása, illetve a 18 éveseknek félig már az iskola falain túlra tekintő véleménynyilvánítása.

A fiúk és a lányok tantárgyi attitűdjei és az attitűdökben a középiskolás évek alatt bekövetkező változások jellegzetes eltéréseket mutatnak.

A kedveltségre vonatkozó kérdések mellett a fizikai attitűdöt mélyebb szinten vizsgáló, nyolc állítást tartalmazó kérdőívet is kitöltötték a diákok. A tanulóknak egy ötfokú skálán kellett kifejezniük, hogy az egyes állításokat mennyire érzik igaznak magukra (az ilyen típusú skálát Likert-skálának nevezik). A nyolc állítás fele pozitív, fele negatív értékű kijelentést fogalmazott meg. A pozitív megfogalmazású állításoknál az egyetértés, a negatív megfogalmazású állításoknál az elutasítás (tehát a kisebb rangszám megjelölése) jelenti a pozitívabb attitűdöt. Néhány példa az állításokból:

- a fizikában mindig sikerélményem van;
- szabadidőmben szívesen oldok meg fizika feladatokat;
- rá se szeretek gondolni a fizikatanulásra;
- ha fizikát tanulok, mindig szorongás, idegesség fog el.

A tanulók attitűdjét a nyolc állításból számított összegzett mutatóval jellemeztük. Az összegzés előtt a negatív értékeket hordozó elemeket átskáláztuk, majd minden állítást standardizáltunk. (2. táblázat)

2. táblázat. *A fizika attitűd értéke különböző alminták esetén*

	évfolyam		együtt
	9. (N = 789)	12. (N = 698)	
fiú (N = 682)	25,42 (4,92)	25,57 (5,45)	25,49 (5,18)
lány (N = 805)	23,17 (5,12)	22,24 (4,78)	22,73 (4,98)
együtt	24,22 (5,16)	23,80 (5,38)	24,02 (5,27)

Az eredmények alapján úgy tűnik, hogy a lányok attitűdjeinek alakítására fokozott figyelmet kell fordítanunk mind az általános iskolai, mind a középiskolai évek alatt.

Az eredmények további vizsgálata azt mutatja, hogy a fizika tantárgyi attitűd a szülők szocio-ökonomiai státusa (a szülők iskolai végzettsége, a család társadalmi és anyagi helyzete) mellett jelentősen függ az iskolától is, a tanár személyiségétől (a tanárral kapcsolatban kialakult attitűdtől), az osztályzatoktól és az órán végzett kísérletek számától. Eredményeink megerősítették mindennapos tapasztalatainkat is: a természettudomány iránt bármely okból érdeklődő tanulók pozitív tantárgyi attitűdjei a középiskolás évek során növekednek.

3. táblázat. A természettudomány iránt érdeklődő tanulók fizika attitűdjének változása

	N	évfolyam	
		9. átlag (szórás)	12. átlag (szórás)
Természettudományos pálya	311	24,39 (5,30)	26,49 (5,55)
Nem természettudományos pálya	519	24,12 (5,07)	21,96 (4,41)

Míg a továbbtanulási szándék szerint a 9. évfolyam esetében nincs szignifikáns eltérés, addig a 12. évfolyam esetén a különbség már jelentős. Megállapítható, hogy a pozitív fizika-attitűd a középiskola végén sokkal jobban kötődik a továbbtanulási szándékhoz, mint a középiskola elején. Felvethető az is, hogy a pozitívabb fizika-attitűddel rendelkezők a középiskola végén nagyobb arányban szeretnének továbbtanulni természettudományos irányba. A kérdés ebből következő: hogyan változtatható meg a természettudományos tárgyak jelenlegi kedvezőtlen helyzete?

#### Radikális változások a hallgatók számában

Az iskolai tantárgyak tanulói megítélése összecseng a felsőoktatási jelentkezésekkel, különösen a természettudományos felsőoktatás jelentkezési gondjaival. A természettudományos szakok közül, összhangban a középiskolai tantárgyi sorrenddel, a biológia a „legnépszerűbb”, míg fizika és kémia szakokon radikálisan csökkent a hallgatók száma úgy a külföldi, mint a hazai felsőoktatásban. A 4. táblázat a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Karán, a tanár szakos képzésben részt vevő összes hallgató (tehát mind az öt évfolyamon együttesen tanuló) számának alakulását tartalmazza 1992 és 2002 között. Az adatokból jól látható, hogy az előbb említett vizsgálat eredményeivel összhangban a fizika és kémia szakok népszerűsége egyre romlik, hiszen tíz év alatt például a kémia tanár szakos hallgatók száma egynegyedére, míg a fizika tanár szakos hallgatók száma egyötödére esett vissza. A biológia szak népszerűsége lényegében nem változott az elmúlt évtizedben, jelenleg a tíz évvel ezelőtti kedveltségét mutatja.

4. táblázat. Tanár szakos hallgatók száma a Természettudományi Karon, a Szegedi Tudományegyetemen 1992 és 2002 között (Forrás: SZTE Számítóközpont)

Szak	Év										
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Biológia	171	188	217	236	237	244	250	215	184	166	176
Kémia	243	258	301	282	263	219	190	133	105	78	58
Számítástechn.	–	14	42	58	80	102	104	99	124	131	148
Földrajz	209	227	256	270	263	225	195	179	157	127	140
Környezettan	–	–	–	–	19	36	48	53	56	47	42
Matematika	364	443	525	560	534	503	440	343	307	256	229
Fizika	244	240	254	240	204	159	142	91	84	58	46

Ezzel szemben a közgazdasági és jogi pályák népszerűsége nagy mértékben nőtt, amit alátámaszt a Szegedi Tudományegyetem Közgazdasági és Jogtudományi Kar hallgatói létszámának alakulása. (5. táblázat)

5. táblázat. A hallgatók számának változása a Szegedi Tudományegyetemen 1992 és 2002 között

Szak	Év										
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Közgazdász	–	–	–	–	–		0	605	587	659	703
Jog	751	785	855	970	1007	1228	1222	1314	1289	1357	1354

Az elmúlt tíz évben Szegeden a jogi pályát választók száma megduplázódott, és emellett 700 fő körüli létszámmal elindult a közgazdasági képzés is. Közgazdasági és jogi pályára nappali tagozaton jelenleg tehát több, mint 2000 hallgatót képeznek, ötször többet, mint amennyi a biológia, kémia, fizika és földrajz tanár szakot választó hallgatók száma együttesen!

Fizika tanár szak esetén az országos adatot tekintve az elmúlt évben a jelentkezők száma nem érte el a felvételi keretszámot. Ez a kép még elgondolkodtatóbb, ha figyelembe vesszük, hogy a jelentkezők nagy hányada csak „sokadik” helyen jelölte meg a fizika szakot, mondván, hogy valahova csak jó lenne bekerülni. A kérdés ebből egyértelműen következik: Ki fogja és hogyan a jövő generációt fizikára (és a természettudományra) tanítani?

#### *Az egyszakos tanári képzési modell korlátai*

Az egyszakos tanárképzés bevezetése (a kilencvenes évek eleje) a tanárok iskolai elhelyezkedésére is nagy hatással volt. A középiskolai természettudományos tantárgyak heti óraszámainak csökkentésével az egyetemről frissen kikerülő egyszakos földrajz, de még a kémia, fizika és biológia tanárok is nagy nehézségek árán tudnak csak elhelyezkedni. Elegendő csak kiszámolnunk egy átlagos gimnázium óraigényét például földrajz tantárgyból, melyet csak 9. és 10. osztályban tanítanak a gimnáziumokban. Általában 9. osztályban heti 2, míg 10. osztályban heti 2–3 órában tanulnak a diákok földrajzot. Ez azt jelenti, hogy ahhoz, hogy egy egyszakos földrajztanár heti kötelező 20 óráját egy gimnáziumon belül „letaníthassa”, legalább minden évfolyamon 4 osztályt indító középiskolákba jelentkezhet csak. Vagyis csak azokban az iskolákban tud elhelyezkedni, ahol összesen legalább 16 osztály, körülbelül 500 diák tanul. Persze ekkor elméletben feltételeztük, hogy nincsen az iskolán belül más földrajz szakos tanár, aki néhány órában szeretné azt a szakját is tanítani. Azt sem vettük figyelembe, hogy speciális tantervű osztályok is lehetnek, ahol átcsoportosított órakerettel kevesebb heti óraszámot biztosítanak a földrajz tantárgynak.

Az elhelyezkedési nehézségek mellett meg kell említenünk a szakmai beszűkülést is, amit az egyetlen tantárgy hosszú időn át tartó tanítása okozhat, ha az adott tanár lehetőségek, illetve érdeklődés hiányában nem képezi folyamatosan magát. A rokontárgyak ismerete nélkülözhetetlen napjainkban, amikor a diákok már olyan tudás átadását várják el a tanároktól, mellyel a hétköznapi életben is eligazodhatnak. Hogyan, milyen képzéssel érhetjük el, hogy a tanárok (tanárjelöltek) képesek legyenek ennek a társadalmi elvárásnak megfelelni?

### **A komplex természettudományos képzés elvi jellemzői**

Az előzőekben felvetett kérdésekre kerestük a választ, amikor elkészítettük a „Komplex természettudományos képzés a graduális tanárképzésben” tematikáját a KOMA 2001/36/36 számú pályázat keretében. A tanári mesterséget segítő elméleti és gyakorlati

stúdiumok, kurzusok és a tanári képességet fejlesztő hallgatói aktivitások anyagának kidolgozásával lehetőséget kívántunk biztosítani a hallgatóknak szakjukat kiegészítő természettudományos ismeretek elsajátítására és a modern pedagógia módszereit felhasználó tanítására.

A képzési tematika kidolgozásánál figyelembe vettük, hogy az iskolai természettudományos oktatás célja (az elitképzést leszámítva) ma már nem az, hogy valamennyi tantárgy esetén tudományos alapképzést adjon, hanem az, hogy a hétköznapi életben eligazodó, kompetens személyiségeket képezzen, és ehhez nekik használható ismereteket nyújtson. Az iskolából kikerülő fiataloktól már nem azt igénylik, hogy az iskolában szerzett szakmai és elméleti tudásukkal a (lehetőleg az első és egyetlen) munkahelyükön minél tovább helyt álljanak, hanem az, hogy a naponta megújuló feladatok megoldására képesek legyenek ismereteiket rendszeresen felfrissíteni, magukat az életük során akár többször is, többféle munkakör ellátására átképezni. Az oktatásnak, így a természettudományos oktatásnak is fel kell készítenie a tanulókat arra, hogy egész életükön át képesek legyenek valamennyi új technikai és tudományos kihívással felkészülten szembenézni. *Marx György* szerint „ezt egyetlen más tantárgy sem vállalhatja fel, a természettudománynak tehát kiemelten fontos alaptantárgynak kell lennie. A legfőbb cél az, hogy a saját világában eligazodó, azt összetettségében értő, s egyben kritikusan szemlélő, felelősen gondolkodó felnőtteket neveljünk.” (*Papp, 2003*)

Ehhez azonban már a tanárokat is más szemlélettel kell képezni. A 6. táblázatban összefoglaltuk azokat a módszerbeli, szemléletbeli legfontosabb különbségeket, amelyeket a természettudományos tantárgyak tanításakor – véleményünk szerint – figyelembe kell venni ahhoz, hogy a tanítás alkalmazkodni tudjon a társadalom iskola felé irányuló megváltozott elvárásaihoz.

6. táblázat

Hagyományos módszer	Új módszer
Az órákon csak néhány tanuló kap lehetőséget aktív részvételre.	Az órán mindenkinek van feladata, minden tanuló aktívan szerepel.
Az ismeret forrása hallott vagy olvasott szöveg.	Az ismeret forrása a kísérletezés és a gyakorlat.
A tanulók zöme befogadó, passzív.	A tanulók a folyamat minden fázisában aktívak.
A kísérletek az elmélet igazolására szolgálnak.	A kísérletek és megfigyelések célja a problémafelvetés.
A fő cél a tények megismerése.	A fő cél a megismerési módszerek elsajátítása.
A kísérleteket a tanár mutatja be.	A kísérleteket a tanulók végzik, lehetőség szerint ők is tervezik.
A természettudományos tárgyak elszigeteltek, minimálisan függenek össze egymással és a matematikával, és egyáltalán nem a társadalomtudományokkal, művészetekkel, anyanyelvvél.	A természettudomány nem, vagy csak nagyon erőltetett módon választható szét tantárgyakra, és elválaszthatatlan a mindennapok gyakorlatától.
A tudás forrása a tanár, a kommunikáció egyirányú.	A tudás forrása a megismerési folyamat, amelyben a tanár moderátorként, bizonyos mértékben egyenrangú félként vesz részt, a kommunikáció sokirányú (tanulók – tanulói csoportok – tanár).
A technikai eszközök használata minimális.	A technikai eszközök használata átfogóan jellemző.
A tanulási folyamat individuális és versenyzetető.	A tanulási folyamat csoportos és együttműködő.
A tananyag a természettudomány valamennyi lényeges eredményét áttekinti (az időhiány miatt felületesen és közlő módon).	A tananyag nem vállalja fel valamennyi ismeret közvetítését, de a kulcsfontosságú ismereteket mélyen, a megértés, sőt az alkalmazás szintjéig dolgozza fel.

A természettudományos tantárgy tanulásának – a fentiekén kívül – jóval többet kell nyújtania, mint csupán az ismeretanyag birtoklását. A jelenlegi gyakorlattól eltérően tehát egyforma hangsúlyt kell kapniuk a természettudományos tudás alapjainak:

- az ismeretanyag (elvek, tények, törvények, elméletek);
- a tudományos megismerés folyamata (az a módszer, ahogyan feltárjuk a természet titkait);
- az ismeretek, a mindennapi élet és a társadalmi gyakorlat kapcsolata (egészség- és környezetvédelem, a technika és társadalmi kapcsolatrendszere);
- egyfajta olyan gondolkodási és viselkedési szokásrendszer, amely felelősségteljes, etikus magatartást, kreatív és kritikus gondolkodást biztosít.

Az oktatás eredményeként a tanulók egy olyan tudományos módszertant is elsajátítanak, amellyel a saját világukról önállóan szerezhetnek információt, alkothatnak véleményt, illetve dönthetnek.

### A képzés jellegzetességei

A változtatásokat, ideális esetben, a tanárok képzésének megváltoztatásával kell kezdenünk. A komplex természettudományos képzési modell gyakorlatorientált, a széles kurzusválaszték miatt rendkívül rugalmas, és a természettudományos elméleti tudás mellett nagy hangsúlyt fektet a tanári képességek fejlesztésére.

A képzésre harmadéves, egy tanár szakos (fizika, biológia, kémia vagy földrajz szakos) hallgatók jelentkezhetnek, akik vállalták a következő követelmények teljesítését:

- három, a szakjuktól különböző természettudományos kurzus;
- a „Természettudományos laboratórium” kurzus;
- egy, a tanári mesterséggel kapcsolatos kurzus (például Természettudományos nevelés);
- két hetes aktív részvétel a programban közreműködő partneriskolák munkájában (óralátogatás, óratartás, szakkörvezetés).

A szabadon választható természettudományos kurzusokat a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Kara fizika, kémia, biológia és földrajz tanszékcsoportjainak meghirdetett választéka kínálja fel. A listából a hallgatóknak legalább három kurzust kell választaniuk azzal a kikötéssel, hogy mindenki a szakjától eltérő tanszékcsoport által tartott kurzusból választhat. A felkínált kurzus-témák közül néhány:

A kémia szakterület által ajánlott kurzusok nem kémia szakosoknak: Mindennapjaink kémiája, Veszélyes anyagok környezetünkben, Kémiai anyagismeret mindenkinek, Kémiai Nobel-díjasok, Sugárterhelés Magyarországon, Kémia és társművészetek, Alternatív energiaforrások, Környezeti konfliktusok.

A fizika szakterület által ajánlott kurzusok nem fizika szakosoknak: Bevezetés a csillagászatba, Újdonságok a csillagászatban, Természettudományos problémák és megoldások, Természettudományos nevelés, A fizika története, Fizikai paradoxonok, A fizika kísérletekben, Technika a mindennapi életben, Fantázia és valóság, Zenei akusztika, Válogatott fejezetek a fizika tantárgy pedagógiájából, Vallás és természettudomány.

A biológia szakterület által ajánlott kurzusok nem biológia szakosoknak: Természetvédelem, Humánbiológiai ismeretek nem biológusoknak, Érdekesek az antropológiában, A Biblia biológus szemmel, Analógia, analógiás gondolkodás és a tanítás-tanulás, A tanítás iskolán kívüli színterei, Drogok által okozott biológiai és társadalmi problémák, Mikrobiológia nem biológusoknak, Társadalmi kérdések – mikrobiológiai válaszok.

A földrajz szakterület által ajánlott kurzusok nem földrajz szakosoknak: Biogeográfia, Bevezetés a talajtanba, Globális környezeti kérdések, Őslénytan, Környezetvédelem, Ásványok, kőzetek, ősmaradványok az európai művészet- és kultúrtörténetben, Védett értékek földrajza, Nemzeti Parkok.

Létrehoztuk a képzés szempontjából kulcsfontosságú kurzust, az úgynevezett „Természettudományos laboratórium”-ot, heti 4 órás gyakorlattal, amelynek során a hallgatók egy-egy témakört a komplex természettudomány szemszögéből dolgoznak fel. A témakörök, melyeket a négy tantárgy szakmódszertanos oktatói közösen állítottak össze, a következők voltak: Vizsgálati módszerek a természettudományban, A talaj, A hulladék nem szemét!, Életműködés, A víz, A levegő, A természet színei, a fény, Sugárzások körülöttünk, Égés, energiatermelés.

A hallgatók az adott téma kidolgozott anyagát, segédleteit előre, a laboratóriumi munka előtt megkapták és előzetesen otthon feldolgozták (Internet, könyvtár). A laboratóriumi gyakorlat keretében számos kísérletet végeztek el, melyekhez a feltételeket biztosítottuk, ügyelve arra, hogy csak olyan eszközöket használjunk, amelyeket egy rosszabbul felszerelt iskolában is megtalálhatnak. Ezért a kísérletek nagy része otthoni környezetben is elvégezhető (otthoni eszközökkel). A laboratóriumi munka után a hallgatók írásos anyagot (jegyzőkönyvet) készítettek az elvégzett vizsgálataikról, tapasztalataikról, a felhasznált eszközökről, illetve a fellelt szakirodalomról.

A témakörök kísérleteinek összeállításában fontos szempont volt, hogy az adott jelenléteget több oldalról, különböző szinten lehessen tárgyalni. Érdeemes néhány kísérletet részletezni, hogy képet kaphassunk a laboratórium jellegéről.

1. Vizsgálati módszerek a természettudományban
  - Vizsgálatok fekete dobozokkal
  - Mi van a kémcsőben?
  - Kromatográfia
  - Molekulaátmérő mérése, hajszál vastagságának mérése
  - Mikroszkópizálás
  - Halmazállapotváltozások megfigyelése
2. Talaj
  - Mintavételi eljárások
  - A talaj nitrát-, foszfát- és vastartalmának kimutatása
  - A talaj kémhatása, lúgosság, szód tartalom meghatározása
  - A talaj színe, mire következtethetünk a talaj színéből: kiválások a talajban, humuszanyagok minőségének vizsgálata
    - Talajok ammónia- és nitrattartalmának meghatározása
    - Ismerkedés a talajkoffer tartalmával
3. A hulladék nem szemét!
  - Újrapapír előállítás
  - Műanyagok (polietilén, PVC, polisztirol) vizsgálata
  - Szerves szennyezések kimutatása vízben
  - Szénhidrogén hulladékok kezelése
  - Mosószer hatása
  - Szelektív hulladékgyűjtés
  - Kukaanalízis
4. Életműködések
  - a mozgás vizsgálata
  - a táplálkozás vizsgálata
  - a légzés vizsgálata
  - a keringés vizsgálata
  - a bőrérzékelés vizsgálata
  - a látás vizsgálata
  - a hallás vizsgálata
5. A víz
  - A vízmolekula, molekulák közötti kölcsönhatás
  - A vízminőség, vízkeménység mérése
  - Áramvezetés vizsgálata, vízbontás

- Mindig 100°C-on forr a víz?
- A felületi feszültség mérése, minimálfelületek
- Párolgás, forrás, lecsapódás
- Víztartalom kimutatása biológiai anyagokban

#### 6. A levegő

- Levegőelemzés gyertyával és üveghengerrel
- Nitrogén-oxidok, kén-dioxid kimutatása
- Nitrózus gázok kimutatása a levegőből
- Ülepedő por meghatározása
- Kipufogógázok növényélettani hatásának vizsgálata
- A levegő relatív vízgőztartalmának mérése

#### 7. A természet színei, a fény

- Lángfestés
- Szivárvány a paradicsomlében
- A klorofill kivonása zöld levélből
- A nyers klorofill alkotórészeinek szétválasztása felszálló papírkromatográfiával
- A fluoreszcencia bemutatása klorofill-oldaton
- Kísérletek zöldség- és gyümölcsindikátorokkal
- Halogenidionok kimutatása ezüst-nitráttal
- Mosószerek optikai fehéritőtartalmának kimutatása

#### 8. Sugárzások körülöttünk

- Mérések Geiger-Müller számlálóval
- Gázharisnya sugárzásának vizsgálata
- Levegő, víz, talaj radontartalmának mérése léggömbbel, porszívós mérések
- Sugárzás mérése szilárdtest-nyomdetektorral

#### 9. Égés, energiatermelés

- A magnézium égése vízgőzben, szén-dioxidban
- Acéltű égése oxigénben
- Oxigénben az égés gyorsabb, mint levegőn
- Szikraeső
- A fa száraz lepárlása
- Kísérletek termoszkóppal
- Mogyoró égéshőjének meghatározása

A Természettudományos laboratórium kísérletei természetesen nem ölelik föl a természettudomány összes fontos témakörét, azonban nem is ez volt a cél. A kísérletek, hallgatói aktivitások példaként szolgáltak arra, hogy hogyan lehet a mindennapos jelenségeket komplex módon vizsgálni, és a hagyományos tantárgyi besorolást tágítva egy-egy konkrét téma, jelenségkör kapcsán aktualizálni az ismereteket az értelmezéshez. A Természettudományos laboratórium kurzus lehetőséget biztosított a természettudományos tanítás szempontjából oly fontos motivációs stratégiák széles skálájának bemutatására és felhasználására is. A kísérleti munka során alkalmazott egyszerű, a tanulói környezetben fellelhető eszközök, a modern technika, a hangulati elemeket hordozó játékok, a diákok számára vonzó témák, a rokon tárgyak ismereteinek példaként történő alkalmazása mind azt szolgálták, hogy a hallgatók e nem hagyományos tanítási megközelítéseket ismerjék meg. Tudatos volt a transzfer megválasztása is, hiszen használtuk a számítógépet, az Internetet, a tanulói aktivitásokat és a projektmunka kínálta lehetőségeket. Példaként két konkrét tanulói (hallgatói) aktivitást mutatunk be.

#### *„Újrapapír” készítése*

A Hulladék nem szemét! című témakör egyik népszerű kísérlete az újrapapír készítése volt, melynek aktualitását és fontosságát felesleges hangsúlyozni.

Otthonról hozott újságpapírból rövid idő alatt könnyedén „újrapapír” készíthető. (Varga, 1999)





1. ábra

A kísérlet során össze kell tépni az újságot apró darabokra, meleg vízben néhány perig áztatni, majd összeturmixolni. Kevés vízben feloldott háztartási keményítővel összekeverve egy olyan papírmassza kapható, amiből tetszés szerint formázással levélpapír vagy tárolóedény készíthető. Ilyen papírból készül például a papír tojástartó is. Egy kis ételfestékkel színezve, illetve gyönggyel, levéllenyomattal díszítve igazán mutatós levélpapírokat vagy edényeket gyárthatunk. (2. ábra)



2. ábra

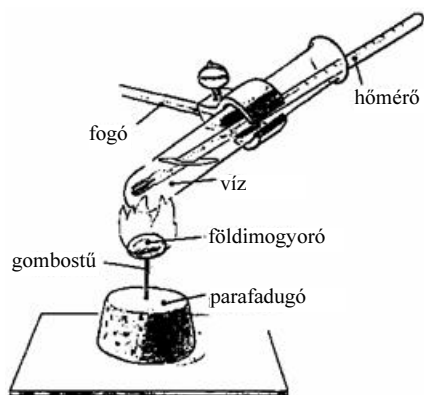
Eközben persze alkalom nyílik az újrahasznosítás témakörének megbeszélésére, a szelektív hulladékgyűjtés alapelveinek tisztázására, illetve a hulladékkezelés környezetvédelmi aspektusainak megvitatására.

7. táblázat. Melyiket érdemes választani?

1000 kg	
<i>fából készült papírhoz szükséges</i>	<i>újrapapírhoz szükséges</i>
2000 kg fa	1070 kg papír
74 000 l víz	11 000 l víz
12 000 kWh energia	4 000 kWh energia

### *A mogoró éghőjének meghatározása*

Az „Égés, energiatermelés” témaköre számos lehetőséget biztosít korunk aktuális kérdéseinek megismerésére, a világ egyre növekvő energiafelhasználásának hosszú távon jelentkező problémájának megbeszélésére. Az egész világot érintő kérdések mellett mindennapjaink energiafelhasználása is vizsgálható. Például egyszerű kísérlettel összehasonlítható bizonyos anyagok, kísérletünkben olajos magvak, energiataralma. Gyűjtünk meg egy kis darab mogorót vagy diót, és tartunk a láng fölé egy kis kémcsőben vizet. Mérjük meg a víz hőmérsékletét kezdetben, majd a mogoródarab teljes elégetése után. A kapott hőmérsékletváltozásokból összehasonlíthatóak a különböző olajos magvak, így az általuk tartalmazott energia is. Az ételek energiataralma a mai világunkban a diákok (főleg a lányok) gondolatvilágában nagyon fontos helyet kap, hiszen állandóan fogyókúráznak, meg akarnak felelni a mai társadalom karcsú-ideájának. Így fontos, hogy tudományos oldalról is megismerkedhessenek az emberi szervezet energiaigényével, bizonyos ételek megvonásának káros vagy kedvező következményeivel (cukor, zsíros ételek, drog, alkohol, cigaretta).



3. ábra

A tanári mesterség fejlesztése érdekében indított „Természettudományos nevelés” kurzus átfogó képet kívánt adni a természettudományos nevelés történeti alakulásáról a hazai és a nemzetközi hagyományok bemutatásával, a legfontosabb irányzatokról, az eredményességről, a társadalmi hatásokról és elvárásokról.

A Természettudományos nevelés című kurzus tematikája:

– a természettudományos oktatás hazai története, hagyományai, magyar természettudósok és munkásságuk, természettudományos nevelés külföldön, „science-technikák”;

- a természettudományos ismeretszerzés módszerei; megfigyelés, kísérlet, mérés, modellezés a természettudományos nevelésben;
  - társadalmi elvárások az iskolai természettudományos tudással szemben, „science for all”;
  - a természettudományos nevelés különböző stratégiái, módszerei és eljárásai;
  - a tudásszint-mérés módszerei, nemzetközi és hazai vizsgálatok eredményei;
  - szimuláció, játék, döntésjáték a természettudományos nevelésben;
  - a természettudományos tárgyak egybehangelése, integrált természettudományos oktatás hazai és külföldi tapasztalatai;
  - természettudományos tárgyak szerepe a tanulói gondolkodási képességek fejlesztésében, tévképzetek kezelése;
  - az „Ember és természet” műveltségterület általános fejlesztési követelményei (nagyságrendek a természetben, helyünk a térben, helyünk az időben, kvantumlétra, méret és stabilitás);
  - a természettudományos nevelés új erkölcsi feladatai (energiaalternatívák, környezetvédelem, természetvédelem, egészségvédelem);
  - mindennapos technikai környezetünk és a természettudományos nevelés;
  - életkori sajátosságokhoz igazodó természettudományos nevelés, tanítási-tanulási motivációs stratégiák;
  - új technológiák és technikák alkalmazása a természettudományos nevelésben;
  - áltudományok és a természettudományos nevelés;
  - természettudomány és a zene;
  - képzőművészet és a természettudomány;
  - irodalom és a természettudomány.
- A kurzus teljesítésének feltételeként a hallgatóknak egy választott témából esszé jellegű referátumot kellett készíteniük.

### *Projekt munkák*

Az egyetemi kurzusok teljesítése után a hallgatók a gyakorlatban is kipróbálhatták megszerzett ismereteiket. Partneriskoláink segítségével a hallgatók először hospitálással, óratervek készítésével, majd tényleges óra tartásával bizonyíthatták, hogy mennyire képesek komplex szemléletmóddal tanítani tantárgyukat. A partneriskoláink között volt olyan, ahol komplex természettudományos oktatás folyik, de volt olyan is, ahol a hagyományos, tantárgyakra szeparált módon tanították a természettudományt. A hallgatók egy-egy kiválasztott témakör anyagának szakköri, illetve tanórán kívüli feldolgozását is elkészítették (projekt), majd csoportosan elemezték egymás szakkörtervezeteit. A javaslatok alapján módosított óravázlat részleteit a hallgatók a partneriskolák egyikében tartott szakkörön, valós iskolai környezetben ki is próbálhatták.

Példaként mutatjuk be egy biológia szakos hallgató tervezetét, aki nagyon színvonalas projekttervet készített 11–12. osztályos diákok számára.

A munka címe: „Őselemünk a víz – Projekt hét az iskolában (például a víz világnapja alkalmából)”.

A projekt négy különböző szakos tanár együttes részvételét igényli, egy magyar, egy fizika, egy földrajz és egy biológia szakos tanárét. A szükséges segédanyagok – verseskötetek, regények, videofilmek, térképek, kísérletekben használt anyagok és eszközök, mikroszkóp, fényképezőgép – jól jellemzik a téma feldolgozásának komplex voltát. A projekt megvalósításának jelentős anyagi kiadásai nincsenek, csak a kísérletekben használt egyszerű eszközöket kell összegyűjteni.

A projekt alapját a víz különleges viselkedése és jelentősége képezi: a Föld felületének kétharmadát víz borítja, testünk 66 százaléka víz, agyunk 80 százaléka víz. A folyadékok közül a víz a legismertebb. Azonban mivel átlátszó, szagtalan, íze sincs, sokan érdektelen anyagnak tekintik, pedig a víz sok szempontból nagyon különleges anyag. Ép-

pen ezért a tervezet célkitűzése: megismerni a vizet minél több oldaláról és felismerni jelentőségét életünkben.

A projekt előkészítéseként a tanár tematikai súlypontokat ad, amelyekből a tanulók választanak, illetve saját érdeklődési körüknek megfelelően a tanulók maguk is találhatnak ki résztemákat.

Néhány javasolt témakör:

- hajózás a 15–16. században (kalózok);
- a víz megjelenítése az irodalomban (folyók, tavak, tengerek mint hasonlat vagy metafora);

- a vízenergia hasznosítása és a vízerőművek környezeti hatásai (a káros hatások kiszűrése, megoldás keresése);

- a víz alkotta képződmények (jéghegyek, források, cseppkövek);

- a víz mint élettér (vízinövények és -állatok);

- a víz felszínformáló ereje (csapadék, erózió, savas eső);

- a víz szerepe az élő szervezetben;

- vízszennyezés és víztisztítás globálisan és lokálisan;

- a víz fizikai és kémiai tulajdonságainak vizsgálata.

A választott témakörök alapján a diákok a tanárok (hallgatók) segítségével több csoportban dolgozzák fel a víz témakörét 5 fő területre koncentrálván.

- a víz megjelenítése az irodalomban;

- a víz mint élettér;

- a víz felszínformáló ereje;

- a víz szerepe az élő szervezetben;

- a víz fizikai és kémiai tulajdonságai.

A csoportok a projekt-hét folyamán egy-egy kiránduláson is részt vesznek valamelyik közeli tó- vagy folyóparton és ott fényképeket készítenek, illetve vízi növényeket és állatokat gyűjtenek. A csoportmunkák eredményeiről a diákok beszámolnak, és egy-egy tablót készítenek a látottakról és elhangzottakról. A tanárok ellenőrzik a munkát, és a megfelelő javításokat végrehajtják, együtt dolgoznak a gyerekekkel.

## Összegzés

Az itt fölvezetett komplex természettudományos képzés a természettudományos tanárképzés egyik lehetősége. A követelményeket teljesítő hallgatók (20 fő) írásos dokumentumot kaptak arról, hogy szaktanári végzettségük mellett tanulmányaik során komplex természettudományos képzésben vettek részt. Egy csepp a tengerben... Az oktatási kísérletben részt vevő oktatók tudják, hogy további kemény munka szükséges ahhoz, hogy törekvésüknek közvetlen hatása legyen az iskolai természettudományos oktatásra. Ugyancsak tisztában vannak azzal, hosszú idő telik el, míg koncepciójuk harmonizál a jelenlegi felsőoktatás és tanárképzés módosítását célzó nemzetközi és hazai elképzelésekkel. Mégis eredményesnek ítélték meg tevékenységüket nemcsak a szoros, kooperatív együttműködésben szerzett tapasztalatok miatt, hanem azért is, mert úgy érzik, valamennyire hozzájárultak a természettudományos nevelés Marx György által oly sok formában megfogalmazott „szándéknyilatkozatához”: „A természettudományos oktatás anyaga a modern komplex természettudományos gondolkodás kialakítása legyen. Fizikából mindenkinek kell, például az energia (üzemanyag, erőmű), elektromágneses hullám (parabola-antenna, mobiltelefon, infravörös kapcsoló), elektron (részecske-hullám kettősség, vezető – félvezető – szigetelő, vegyérték, fotoszintézis). Kémiából kell a poláros kötés (tűz, oxidáció, sav – bázis – só, táplálkozás), a poláros kötés (delokalizált elektronpályák). Biológiából a lényeg a szaporodás – öröklődés – mutáció – szelekció – illeszkedés – evolúció. Kívánatos, hogy az egyes tanárok értsék kollégáik tananyagát, hogy együtt (vagy

egy idő után egyikük) kérdezhesen a természettudományos érettségén fizikát, kémiát, biológiát, földtant, informatikát, beleértvén ezek ma is aktuális határterületeit”.

### Irodalom

- Báthory Z. (1997): *Tanulók, iskolák – különbségek: egy differenciális tanításmélet vázlatja*, OKKER Kiadó, Budapest.
- Csapó B. (1998): Az iskolai tudás felszíni rétegei: mit tükröznek az osztályzatok? In: Csapó Benő (szerk.): *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó, Budapest. 39–81.
- Marx Gy. (1999): A természettudományos nevelés új erkölcsi távlatai. *Iskolakultúra*, 10. 55–59.
- Papp K. (1991): Mit tudnak a magyar fiatalok? *Fizikai Szemle*, 41. 8. 286–296.
- Papp K. – Józsa K. (2000): Legkevésbé a fizikát szeretik a diákok? *Fizikai Szemle*, 50. 2. 61–67.
- Papp K. – Farkas Zs. – Virág K. – Tóth K. (2003): Új időszámítás a természettudományos nevelésben. *Fizikai Szemle*, 53. 1. 20–24.
- Pintrich, P. R. – Schunk, D. H. (1996): *Motivation in Education: Theory, Research and Applications*. Prentice Hall, Englewood Cliff, New Jersey.
- Varga J. (1999, szerk.): *Az energia*. Oktatócsomag. Energia Klub, Budapest. 103.
- Woolnough, B. E. (1994): Why students choose physics, or reject it? *Physics Education*, 29, 368–374.

*A pályázati munkában közreműködők: Adamkovich István, Farsang Andrea, Farkas Zsuzsa, Hegyi Andrea, Kószó Katalin, Molnár Miklós, Nagy Anett, Nagy Lászlóné, Papp Katalin, Szabóné Virág Katalin, Tóth Katalin.*



*Az OKI kiadványaiból*