Egymásra utalt tantárgyak

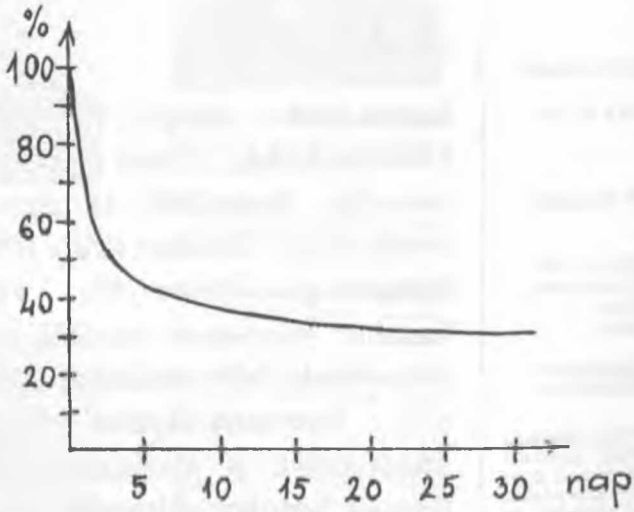
Az általános iskolai fizika és kémia összehangolt, koncentrált tanítása, tanulása

ZÁTONYI SÁNDOR

A magunk részéről a kísérleti tanítás alapján szerzett közvetlen tapasztalatok alapján döntőnek, meghatározónak érezzük a tananyag koncentrált, intenzív feldolgozásának az előnyeit, pozitívumait. Lehetségesnek, célszerűnek tartjuk az ilyen rendszerben történő tanítás-tanulás kísérleti kipróbálását más tantárgyak esetében is; a későbbiek során pedig lehetségesnek látjuk az ilyen rendszerű tanítás megvalósítását egyidejűleg több tantárgyra kiterjesztve is.

Az általános iskola 10 napos óratervében a fizika és a kémia óraszáma 3, illetve 4, ami azt jelenti, hogy minden második héten csak 1 óra van e tantárgyakból. Az 5 napos óraterv szerint fizikából a 7–8. osztályban, kémiából a 7. osztályban fél évig 2, fél évig pedig csak 1 óra van hetenként. *(1)*

A heti 1 órás tanításnak, tanulásnak nagyon kicsi a hatásfoka a nagymértékű felejtés miatt. A pszichológiai vizsgálatok szerint prózai szöveg esetében a felejtés az első 2–3 napban meglepően nagy, elérheti az 50%-ot is (1. ábra), majd ezt követően már kisebb mértékű. *(2)*



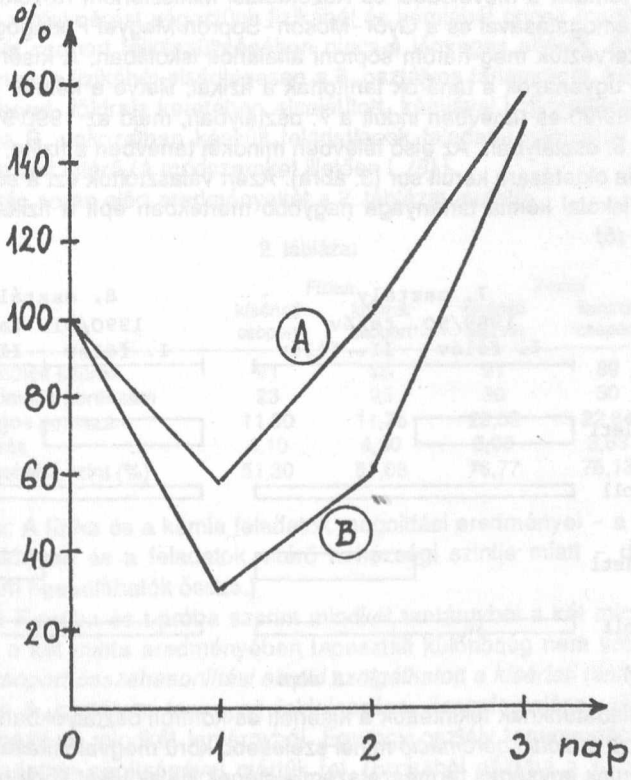
1. ábra

Érdekes tanulsággal zárult az a felmérés, amelyet annak megállapítása céljából végeztünk, hogy milyen mértékű a felejtés fizikából az új anyag feldolgozását követően. *(3)* Feltételeztük, hogy a "felejtési görbe" a mi esetünkben is hasonlóan alakul, mint azt a pszichológiai irodalomból megismertük. A 7. osztályban az Ohm törvény tanítása után, a 8. osztályban pedig a fényvisszaverődés törvényének a feldolgozását köve-

tően azt a feladatot adtuk a tanulók számára, hogy írják le a megismert törvényt. Másnap - előzetes figyelemfelhívás nélkül - megismételtük a felmérést. Ohm törvényének az ismerete 57%-ra, a fényvisszaverődés törvényének az ismerete 30%-ra csökkent, 100%-os kiindulási alapnak tekintve az első alkalommal helyes választ adó tanulók számát. A tananyag feldolgozását követő második, harmadik napon azonban már nem csökkent, hanem nőtt a tanulók teljesítménye, jelentősen meghaladva az eredeti tudásszintet. A tanulók ugyanis - látva az ismétlődő ellenőrzést - a második naptól kezdve külön felszólítás, biztatás nélkül is igyekeztek megtanulni a kérdezett törvényt annak ellenére, hogy - a vizsgálat természetéből adódóan - a törvény nem tudásából semmi hátrányos következmény (elmarasztalás, rossz érdemjegy) nem származott a tanulók számára. (1. táblázat, 2. ábra).

1. táblázat

Tanítás után:	0. nap	1. nap	2. nap	3. nap
Ohm törvénye (A)	100%	57%	101%	157%
Fényvisszaverődés törvénye (B)	100%	30%	60%	150%



2. ábra

Ez a felmérés az adott körre és feltételekre vonatkoztatva, két tapasztalati tényt erősít meg:

a/ A felejtés mértéke a fizikaoktatás keretei között is nagyságrendileg azonos mértékű, mint a laboratóriumi környezetben végzett vizsgálatok esetében.

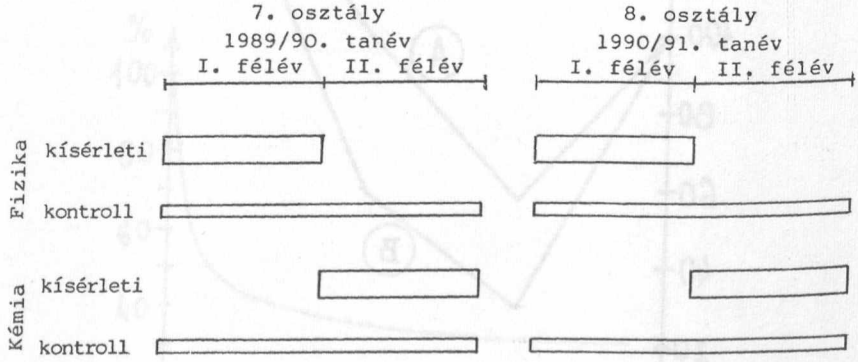
b/ A rendszeres ellenőrzés ösztönzően hat a tanulók ismeretszerzésére, otthoni tanulására.

Hipotézis és kísérleti tanítás

A fentiekből kiindulva, az volt a feltételezésünk, hogy jelentősen növekszik a fizika és a kémia tanításának, tanulásának a hatékonysága, ha a rendelkezésünkre álló óraszámot *egy-egy félévre összpontosítva* használjuk fel. Hipotézisünk szerint a heti 3, illetve 4 óra az eddigieknél *koncentráltabb, intenzívebb tananyagfeldolgozást* tesz lehetővé. A tanítási órák közelebb kerülnek egymáshoz, kisebb mértékű a felejtésből adódó kiesés. Az otthoni felkészülést is beleszámítva, a tanulók gyakorlatilag fél éven át hétfőtől minden nap foglalkoznak fizikával, illetve kémiával. Mindezek alapján azt vártuk, hogy *a tanulók az eddigieknél szilárdabb ismeretekre, fejlettebb képességekre tesznek szert.*

Felmerült azonban a kérdés: Nem jelent-e hátrányt a tanulók számára, hogy csak fél évig tanulják a fizikát, majd fél évig a kémiát, s közben "kimarad" fél esztendő? Vajon biztosítható-e ily módon, hogy a 8. osztály végén a tanulók fél-fél éves kihagyás ellenére *legalább olyan szintű tudással* rendelkezzenek, mint a "hagyományos" tananyagfeldolgozás esetén? E kérdésekre *kísérleti tanítással* és az ehhez kapcsolódó *eredményvizsgálattal* kívántunk választ adni.

A kísérleti tanítást a Művelődési és Közoktatási Minisztérium Közoktatásfejlesztési Alapjának a támogatásával és a Győr-Moson-Sopron Megyei Pedagógiai Intézet segítségével szerveztük meg három soproni általános iskolában. A kísérleti és kontroll osztályokban ugyanazok a tanárok tanították a fizikát, illetve a kémiát *(4)*. A kísérleti tanítás az 1989/90-es tanévben indult a 7. osztályban, majd az 1990/91-es tanévben folytatódott a 8. osztályban. Az első félévben mindkét tanévben a fizika, a második félévben a kémia oktatására került sor (3. ábra). Azért választottuk ezt a sorrendet, mivel az általános iskolai kémia tananyaga nagyobb mértékben épít a fizikai ismeretekre, mint fordítva. *(5)*



3. ábra

Alapvető feladatunknak tekintettük a kísérleti és kontroll osztályokban egyaránt *a fizika és a kémia közötti koordináció* minél szélesebb körű megvalósítását. Ezzel elsődlegesen a tanulók egységes természetszemléletének kialakítását kívántuk elősegíteni; ugyanakkor a kapcsolódó ismeretek "másik" tantárgyban történő felhasználásától azt is vártuk, hogy csökkenjen a féléves kihagyásból eredő felejtés mértéke.

A koordináció megvalósításához kezdetben a fizika és a kémia tantervi útmutatóját és a két tantárgy koordinációjával foglalkozó cikkeket használtuk fel *(6)*. A koordináció lehetőségeinek következetes megvalósításához azonban szükségesnek tartottuk olyan *segédanyag kidolgozását* is, amely konkrétan megjelöli a fizika, illetve a kémia tankönyvek egyes fejezeteihez kapcsolva, hogy azokhoz milyen felhasználható isme-

retekkel rendelkeznek a tanulók a másik tantárgyból. Szükségesnek tartottuk e segédanyagokban azt is jelezni, hogy az adott tankönyvi fejezet anyaga milyen módon kerül felhasználásra a későbbiek során a másik tantárgyban. Külön segédanyagot készítettünk a fizika, illetve a kémia tanításához *(7)*. Az egyik a fizika tankönyv fejezeteinek a sorrendjében tartalmazza a kémia tankönyv kapcsolódó ismereteit, a másik a kémia tankönyv fejezeteinek a sorrendjében utal a felhasználható fizikai ismeretekre.

A kísérleti tanítást megelőző megbeszélésen abban állapodtunk meg a tanárokkal, hogy mindkét tantárgyból a rendelkezésre álló idő döntő többségét *a törzsanyag feldolgozására, megerősítésére* használjuk fel, a szokásosnál nagyobb gondot fordítunk a továbbhaladáshoz szükséges ismeretek elmélyítésére, gyakorlására, ismétlésére. Abban is megállapodtunk, hogy a kontroll osztályokban ugyanolyan szervezeti keretek között, ugyanolyan módszerek alkalmazásával dolgozzák föl a tananyagot, mint a kísérleti osztályokban.

A kísérleti tanítás tapasztalatai

Az 1989/90-es tanév első napjaiban a három kísérleti osztályban és a három kontroll osztályban előfelmérést végeztünk fizikából és kémiából annak megállapítása végett, hogy a két csoport felkészültségében nincs-e lényeges eltérés. Az alkalmazott feladatlapok anyaga fizikából elsődlegesen a 6. osztályos tananyagra, kémiából pedig a környezetismeret, földrajz keretében elsajátított, kémiával kapcsolatos ismeretekre épült. Az A. és B. változatban készült feladatlapok feladatai azonosak voltak, csak azok sorrendje volt eltérő (A módszereket illetően l. *(8)*.)

Az előfelmérés során elért eredményeket a 2. táblázat mutatja

2. táblázat

	Fizika		Kémia	
	kísérleti csoport	kontroll csoport	kísérleti csoport	kontroll csoport
A tanulók száma	91	88	91	89
Maximális pontszám	23	23	30	30
Átlagos pontszám	11,80	11,75	23,03	22,84
Szórás	4,10	4,30	3,93	3,63
Megoldási szint (%)	51,30	51,08	76,77	76,13

(Megjegyzés: A fizika és a kémia feladatok megoldási eredményei – a felmérés természetéből adódóan és a feladatok eltérő nehézségi szintje miatt – direkt módon, közvetlenül nem hasonlíthatók össze.)

Az elvégzett F-próba és t-próba szerint mindkét tantárgyból a két minta homogénnek bizonyult, a két minta eredményében tapasztalt különbség nem volt szignifikáns *(9)*. Így *a két csoport összehasonlítási alapul szolgálhatott a kísérleti tanításhoz.*

A 7., majd a 8. osztályos tananyag feldolgozása, összefoglalása után eredményvizsgálatot végeztünk mindkét tantárgyból. Egy-egy osztály tananyagának elsajátítását két-két feladatlap segítségével mértük fel. (Fizikából például a 7. osztályban az egyik feladatlap az elektromosságtannal, a másik a két mechanikai témakörrel kapcsolatos feladatokat tartalmazott. Az előfelméréshez hasonlóan, e feladatlapok is A. és B. változatban készültek. Az eredményvizsgálatra mindkét tantárgyból két-két tanítási órát fordítottunk.

A felmérést megismételtük a 8. osztályos tanulmányok végén, hogy megállapíthassuk *milyen mértékű felejtés* következett be fizikából, illetve kémiából a kísérleti és a kontroll csoportban. E felméréshez – a közvetlen összehasonlítás lehetőségének biz-

tosítása céljából - ugyanazokat a feladatlapokat alkalmaztuk, mint az új anyag feldolgozását követő eredményvizsgálat alkalmával.

Az új anyag feldolgozása után és a 8. osztály végén végzett *fizika* eredményvizsgálat adatait a 3. táblázatban tüntetjük fel. Csak azoknak a tanulóknak az adatait vettük számításba, akik mindegyik eredményvizsgálaton résztvettek. A táblázatban az osztályonkénti két feladatlap együttes pontszáma alapján elért eredményeket tüntettük fel. Mivel a kontroll csoportban a tananyag feldolgozása a tanév végén fejeződött be, a 8. osztályban értelemszerűen csak egy felmérés volt ebben a csoportban.

3. táblázat

	Tananyag Az eredményvizsg. időpontja	7.o. 1990. január	7.o. 1990. május	7.o. 1991. május	8.o. 1991. január	8.o. 1991. május
Kísérleti csoport	Létszám	62	62	62	62	62
	Max.pontszám	70	70	70	81	81
	Átlagpont	49,71	44,94	48,74	59,02	56,77
	Szórás	13,95	14,39	13,76	14,20	15,59
	Átlag (%)	**71,01**	**64,20**	**69,63**	**72,86**	**70,09**
	Rel.szórás (%)	28,06	32,02	28,23	24,06	27,46
Kontroll csoprt	Létszám		67	67		67
	Max.pontszám		70	70		81
	Átlagpont		44,93	45,10		52,88
	Szórás		12,48	13,29		14,37
	Átlag (%)		**64,19**	**64,43**		**65,28**
	Rel.szórás (5)		27,78	29,47		27,17

A 7. osztályos fizikai tananyag feldolgozását követően a kísérleti csoport eredménye 6,82%-kal jobb, mint a kontroll csoport átlaga (71,01% - 64,19%). A kísérleti csoport eredménye szignifikánsan jobb, mint a kontroll csoport átlaga. A következő tanév végére ez a különbség már nem szignifikáns ugyan, de még mindig 5,4% az eltérés a kísérleti csoport javára (72,86% - 65,28%). *(10)*

A 8. osztályos fizika tananyag elsajátításában hasonló tapasztalatok adódtak. A tananyag feldolgozását közvetlenül követő eredményvizsgálat során a kísérleti csoport 7,58,%-kal jobb átlageredményt ért el, mint a kontroll csoport (72,86% - 65,28%). Ez a különbség szignifikáns. A tanév végére ez a különbség már nem szignifikáns, de még mindig 4,81%-kal jobb a kísérleti csoport eredménye, mint a kontroll csoport átlaga (70,09% - 65,28%). *(11)*

A táblázat adatai szerint fizikából hat esetben erős (26% és 35% közötti) és csak egy esetben közepes (15% és 25% közötti) a relatív szórás. (A módszereket illetően l. *(12)*.) Ez azt jelzi, hogy jelentős a tanulók egyéni teljesítményei között az eltérés.

Ha összehasonlítjuk az azonos feladatlapok megoldásai alapján számított relatív szórás értékeit, akkor kitűnik, hogy a második (harmadik) megoldás alkalmával mindig nagyobb a relatív szórás, mint az első felmérés alkalmával kapott érték (kísérleti csoport 7.o.: 28,06% - 32,02% - 28,23%; 8.o.: 24,06% - 27,46%; kontroll csoport 7.o.: 27,78%-29,47%). A tanulók teljesítményében tehát időközben nőtt a differenciáltság.

A 7. osztályos *kémia* tananyag elsajátításának ellenőrzésére az új anyag feldolgozását követően és a 8. osztály végén végeztünk felmérést. A 8. osztályos tananyagból csak egy alkalommal végeztünk eredményvizsgálatot, mivel mind a kísérleti csoportban, mind a kontroll csoportban csak a tanév végén fejeződött be a tananyag feldolgozása. A kémia tanítása, tanulás során elért eredményeket a 4. táblázat szemlélteti.

4. táblázat

	Tananyag Az eredményvizsg. időpontja	7.o. 1990. május	7.o. 1991. május	8.o. 1991. május
Kísérleti csoport	Létszám	75	75	75
	Max. pontszám	123	123	140
	Átlagpont	86,61	91,20	87,92
	Szórás	24,88	20,10	28,29
	Átlag (%)	**70,41**	**74,15**	**62,80**
	Rel. szórás (%)	28,73	22,04	32,18
Kontroll csoport	Létszám	72	72	72
	Max. pontszám	123	123	140
	Átlagpont	81,46	81,85	76,50
	Szórás	25,74	22,06	29,55
	Átlag (%)	**66,23**	**66,54**	**54,64**
	Rel. szórás (%)	31,60	26,95	38,63

A 7. osztályos kémia tananyag feldolgozását követően a kísérleti csoport eredménye 4,18%-kal jobb, mint a kontroll csoport átlaga (70,41% - 66,23%). A különbség nem szignifikáns. Egy év múlva, a következő tanév végére 7,61%-ra nő ez a különbség (74,15% - 66,54%). A kísérleti csoport eredménye e felmérés alkalmával már szignifikánsan jobb, mint a kontroll csoport eredménye. *(13)*

A 8. osztályos kémia tananyaggal kapcsolatos feladatok megoldásában a kísérleti csoport tanulói 8,16%-kal jobb megoldási szintet értek el, mint a kontroll csoporthoz tartozó tanulók (62,80% - 54,64%). A különbség szignifikáns. *(14)*

A táblázat adatai szerint kémiában öt esetben erős és csak egy esetben közepes a relatív szórás. Ezek szerint - a fizikához hasonlóan - kémiából is jelentős az eltérés a tanulók egyéni teljesítményei között.

Ha összehasonlítjuk a 7. osztályos kémia feladatlapok megoldása során kapott relatív szórás értékeit, akkor kitűnik, hogy a második esetben kisebb a relatív szórás, mint az első felmérés alkalmával (kísérleti csoport: 28,70% - 22,04%; kontroll csoport: 31,60% - 26,95%). E tekintetben tehát kémiából ellentétes tendenciát tapasztaltunk, mint fizikából.

A kísérleti tanításban résztvett tanárok véleménye szerint a fenti eredmények a következőkkel magyarázhatók:

a/ A kísérleti csoportban érzékelhető módon *jobban lehetett építeni az előző tanítási órák anyagára* (a kisebb időközök miatt), mint a kontroll csoportban. Így kevesebb időt kellett fordítani a felhasználandó ismeretek felidézésére, megerősítésére; több idő maradt az új ismeretek feldolgozására, gyakorlására, elsődleges rögzítésére.

b/ A kísérleti csoportban csökkentette a felejtés mértékét az a tény, hogy a tanulók szilárdabb ismeretekre tettek szert, mint a "hagyományos" oktatás keretében. Így - a fél éves kiesés ellenére - *a felejtés mértéke kisebb lett*, mint amire számítottunk.

c/ Az ismeretek megőrzését, megszilárdulását segítette mindkét tantárgyból a *koordináció* lehetőségeinek rendszeres kihasználása.

d/ Pozitívan hatottak a tanulók tudására a felejtés mértékét ellenőrző, *ismétlődő eredményvizsgálatok* is.

e/ Fizikából - a tananyag természetéből adódóan - a 8. osztályos ismeretek egy része szorosan ráépül a 7. osztályos ismeretekre (elektromosságtan, a mechanika néhány fejezete), más része viszont nem kapcsolódik szervesen az előző osztályok tananyagához (fénytan, a mechanika számos fogalma). Kémiából viszont a 8. osztályban az új anyag feldolgozása során ismételten fel kellett használniok a tanulóknak a 7. osztályban tanult ismereteket (vegyjelek, szerkezeti képlet, kémiai egyenlet, stb.).

Ezért fizikából kisebb, kémiából nagyobb volt a 8. osztályos tananyag feldolgozásából adódó *pozitív visszahatás* a 7. osztályos ismeretekre. Ezzel magyarázható elsődlegesen, hogy fizikából a 7. osztályos tananyagból végzett második (harmadik) felmérés alkalmával az ismeretek szinten maradását, kémiából (főleg a kísérleti csoportban) a megoldási szint kis mértékű emelkedését tapasztaltuk. Ugyanakkor fizikából nőtt a tanulók egyéni teljesítményeiből számított relatív szórás, kémiából viszont csökkent.

E tapasztalatok összegezéseként pozitív, megerősítő választ adhatunk a kísérleti tanítás megkezdése előtt megfogalmazott *hipotézisre*. A tanulók a fél-fél évre koncentrált, intenzív tananyagfeldolgozás eredményeképpen valóban *legalább olyan szintű vagy jobb tanulmányi eredményeket értek el, mint a "hagyományos" oktatás keretében*. A kísérleti tanítás adatai szerint a tanulók számára nem jelent hátrányt az a körülmény, hogy csak fél évig tanulják a fizikát, illetve a kémiát, s közben kimarad fél esztendő. A tanulók e fél-fél éves kihagyás ellenére a 8. osztály végén is legalább olyan vagy magasabb szintű tudással rendelkeznek, mint a "hagyományos" oktatásban részesülő tanulók.

A tapasztalatok hasznosítása

A kísérleti tanítás pozitív tapasztalatai reális alapot adnak ahhoz, hogy az arra vállalkozó, azt célszerűnek, jónak tartó iskolák olyan *alternatív óraterveket* alkalmazzanak (megfelelő jóváhagyás után), amelyekben a tantárgyak óraszámát fél-fél évre határozzák meg. Természetesen, sokféle ilyen változat elképzelhető. A következőkben két lehetséges megoldást vázolunk a fizika és a kémia óraszámainak elosztására.

a/ Félévenkénti váltakozás a 7–8. osztályban

Az óratervnek ez a változata tulajdonképpen megegyezik a kísérleti tanítás során alkalmazott tananyagfeldolgozás rendjével. Előnyeit – a kísérleti tanítás tapasztalatainak elemezésekor elmondottakon túl – a következőkben látjuk:

– A tanulóknak eggyel kevesebb tantárgyuk lenne a 7. és a 8. osztályban.

– A vizsgák általánossá válása esetén 8. osztályban, a tanév végén csökkenteni lehetne a tanulók terhelését, mivel fizikából januárban meg lehetne tartani a vizsgát.

– Előnyt jelentene a tanulók számára, hogy a teljes általános iskolai fizika tananyag ismeretében vehetnének részt a középiskolai felvételi vizsgán, illetve a tanulmányi versenyek egy részén.

Hátrányt jelentene viszont ez a tanulmányi rend kémiából a középiskolai felvételi vizsgán és a tanulmányi versenyek egy részén, mivel a tananyag egyes fejezeteit később dolgoznák fel, mint a "hagyományos" óraterv szerint oktató iskolák.

b/ Egymást követő tananyagfeldolgozás a két tantárgyból

E változat szerint a 7. osztályban használnánk fel a fizika tanítására, tanulására a 7–8. osztályban rendelkezésre álló teljes óraszámot. Ennek megfelelően, a 7. osztályban egész évben 3, illetve 4 óra lenne fizikából. Kémiából viszont a 8. osztályban lenne ugyanennyi óra. Ilyen megoldásban, egymást követő években tanították e két tantárgyat korábban a 8 osztályos gimnázium 1938-as tanterve alapján a 3. és a 6. osztályban, a polgári iskola 1943-as óraterve szerint a 3. és 4. osztályban, valamint az általános iskola 1946-os tanterve alapján a 7. és a 8. osztályban *(15)*. E tanulmányi rend előnyei a következők. Feltehetően, tovább növekedne mindkét tantárgyból a tanítás-tanulás hatékonysága a koncentrált, intenzív tananyagfeldolgozásból adódóan. Még jobban lehetne építeni a kémia oktatásban a fizikából tanult ismeretekre.

Ezzel szemben két probléma merülhet fel. A 7. osztályban nem rendelkeznek a tanulók olyan szintű matematikai ismeretekkel, képességekkel, mint a 8. osztályban.

(Bár 7. osztályig tanulnak minden olyan matematikai összefüggést, műveletet, amelyre az általános iskolai fizika tananyag feldolgozásához szükség van.) Valamint egy év kihagyás lenne az általános iskolai és középiskolai fizika tanítása, tanulása között. (Igaz, hogy kísérleti tanításunk tapsztalatai szerint a felejtés mértéke nem akkora, mint azt előzőleg gondoltuk.)

Természetes, hogy az új megoldás jobb hatékonysága és számos más előnye mellett felmerül néhány gond is. Ezért csak ezek együttes mérlegelése, megfontolt összehasonlítása, az adott helyi lehetőségek figyelembe vétele mellett szabad egyik vagy másik megoldás mellett dönteni.

JEGYZETEK

1 *Az általános iskola nevelési és oktatási terve.* Harmadik kiadás. Bp., OM-OPI, 1990. 4-5. o.
2 Kardos Lajos: *Általános pszichológia.* Bp., Tankönyvkiadó 1964. 109. o.
3 A vizsgálatot a soporoni Belvárosi Általános Iskolában végeztük a matematika-fizika-kémia szakmai munkaközösség közreműködésével, a 7. osztályban 86, a 8. osztályban 81 tanulóra kiterjedően.
4 Belvárosi Általános Iskola (fizika: Smidéliusz Zsuzsa, kémia: Vörös Zoltánné); Erkel Ferenc Általános Iskola (fizika: Mérei Mária, kémia: Fábián Veronika); Gárdonyi Géza Általános Iskola (fizika: Bódi Ottóné, kémia: Főző Józsefné).
5 *Tantervi útmutató.* Fizika 6-8. osztály. Bp., OPI., 1977. 17. o; *Tantervi útmutató.* Kémia 7-8. osztály. Bp., OPI., 1979. 10.
6 Török János: *Koordináció a fizika és a kémia között.* A fizika tanítása, 1983/4.sz.; Dobos Tamásné - Prikler Györgyné - Salamon Éva: *A kémia és a fizika tantárgyak koordinációja egy felmérés tükrében.* A fizika tanítása, 1986/3. sz.
7 Smidéliusz Zsuzsa - Zátonyi Sándor: *Koordináció az általános iskolai fizika és kémia között.* (Javaslat a fizika tanításához.) Győr, Győr-Sopron Megyei Pedagógiai Intézet, 1990. Sokszorosított anyag; Smidéliusz Zsuzsa - Zátonyi Sándor: *Koordináció az általános iskolai kémia és fizika között.* (Javaslat a kémia tanításához.) Győr, Győr-Sopron Megyei Pedagógiai Intézet 1990. Sokszorosított anyag.; Smidéliusz Zsuzsa - Zátonyi Sándor: *Koordinációs lehetőségek az általános iskolai fizika és kémia között.* (Rövidített változat.) Módszertani közlemények, 1991/3. sz.
8 Ágoston György - Nagy József - Orosz Sándor: *Méréses módszerek a pedagógiában.* Bp., Tankönyvkiadó 1971. 284., 361. o.
9 Fizikából a számított F-érték: F = 1,10 a táblázatbeli érték: Ft = 1,42, a számított t-érték: t = 0,08, a táblázatbeli érték: tt = 1,98. Kémiából a számított F-érték: F = 1,17, a táblázatbeli érték: Ft = 1,42, a számított t-érték: t = 0,34, a táblázatbeli érték: tt = 1,98.
10 Az első esetben a számított t-érték: t = 2,05, a táblázatbeli érték: tt = 1,98. A második esetben a számított t-érték: t = 1,53, a táblázatbeli érték: tt = 1,98.
11 Az eslő esetben a számított t-érték: t = 2,44, a táblázatbeli érték: tt = 1,98. A második esetben a számított t-érték: t = 1,47, a táblázatbeli érték: tt = 1,98.
12 Ágoston György - Nagy József - Orosz Sándor: i. m. 290. o.
13 Az első esetben a számított t-érték: t-érték: t = 1,23, a táblázatbeli érték: tt = 1,98. A második esetben a számított t-érték: t = 2,69, a táblázatbeli t-érték: tt = 1,98.
14 A számított t-érték: t = 2,39, a táblázatbeli érték: tt = 1,98.
15 *Tanterv a gimnázium és a leánygimnázium számára.* Bp., VKM - Egyetemi Nyomda, 1938.; VKM. 8525/1943. sz. rendelete a polgári fiúiskolai óraszám és tanítási anyag csökkentése tárgyában. Hiv. Közl. 1943/5. sz.; Tanterv az általános iskola számára. OKT, Bp., 1946.