

Írányítú különböző mágneses terekben: lehetséges pedagógiai alkalmazások

CSILLAPÍTATLAN MOZGÁS HOMOGÉN TÉRBEN		CSILLAPÍTATLAN MOZGÁS FORGÓ TÉRBEN
köráram mágneses dipólmomentum Helmholtz-tekerics építése	inga-írányítú analógia mozgástípus energiafüggése szög-szögsebesség fázissík	forgó koordináta-rendszer két Helmholtz-tekerics építése
CSILLAPÍTATLAN MOZGÁS ÖSSZETETT TÉRBEN	Dynamic Solver	CSILLAPÍTOTT MOZGÁS ÖSSZETETT TÉRBEN
Véletlenszerűség	stoboszkopikus leképezés két Helmholtz-tekerics építése	determinisztikus káosz kaotikus attraktor fraktálszerkezet

leinek megkeresésével izgalmas szakköri feldolgozásra nyújt lehetőséget [8].

A kaotikus mozgások pedagógiai alkalmazásai nem előzmény nélküliek. A determinisztikus káosz, a kaotikus attraktor vagy a fraktálok vizsgálata igen kedvelt terület nem csak a fizikát kedvelők körében [13, 14]. A kaotikus attraktorok jellemzése, a káoszhoz vezető út elemzése és leírása a determinisztikus káosz kutatásának gyümölcsöző fejezetei. Az összetett mágneses térben csillapítás hatására létrejövő kaotikus attraktorok kontrollparamétereinek megtalálása – megfelelő előkészítés után, és projektmunka keretében – igazi felfedezés lehet tanár és diák számára egyaránt.

Irodalom

1. Nagy K.: *Elméleti mechanika*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002.
2. Tél T., Gruiz M.: *Kaotikus dinamika*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002.
3. R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands: *Mai fizika 5*. Műszaki Kiadó, Budapest, 1985.

4. B. France, I. Taylor: The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International Journal of Science Education* 27/2 (2005).
5. Radnóti K.: Analógiák a fizikában és szerepük a fizika oktatásában. *Fizikai Szemle* 60/4 (2010) 131.
6. J. M. Aguirregabiria: Dynamic Solver (<http://tp.lc.ehu.es/jma/ds/ds.html>)
7. Nagy P.: *Kaotikus rendszerek szimulációja Dynamics Solver programmal*. (2014).
8. V. Croquette: *Systemes Non Linéaires et Introductions au Chaos, ESPCI Signaux et Images*. 2009.
9. F. Dijoux: *Mouvement chaotique de la boussole*. <https://www.youtube.com/watch?v=k6XdCFIPZQM>
10. A. Morvan: *Mouvement chaotique d'une boussole soumise à un champ magnétique fixe et à un champ magnétique tournant*. TIPE MP* 2010–2011.
11. P. Bergé, Y. Pomeau, C. Vidal: *L'ordre dans le chaos*. InterEditions Herman, 1984.
12. Érdi B.: Bolygórendszerek kaotikus dinamikája, *Természet Világa* (2003) 5–6. szám
13. Tél T., Gruiz M.: Káoszról kicsit bővebben, *Fizikai Szemle* 55/6 (2005) 218.
14. J. Gleick: *Káosz – egy új tudomány születése*. Göncöl, 1999. (*Chaos – Making a new science*. Viking, 1987.)

MILYEN MA EGY FIZIKAÓRA?

Radnóti Katalin
ELTE TTK Fizikai Intézet

Pályafutásom során nagyon sok *fizikaórát* látogattam meg, előbb mint főiskolai és később mint egyetemi oktató tanárjelöltek vizsgaóráit, illetve a már pályán lévő tanárkollégák bemutató óráit. Írásomban az elmúlt évek során látogatott tanórákon szerzett tapaszt

alataimat, azokból leszűrt megállapításaimat adom közre. Ezeket különböző felmérések adataival is kiegészítem, így együttesen a fizikaoktatás további fejlesztésének alapjait jelenthetik, illetve magam is teszek ilyen javaslatokat.¹

Becslésem szerint a tanári munka közelítőleg 70-80%-ban a tanórákból, azok megtartásából, illetve az azokra való felkészülésekből áll. Szerintem szinte minden tanóra egy kisebb *műalkotásnak* is tekinthető, így a tanári munka igazi alkotómunka! A tanárnak meg kell terveznie, hogy melyik gondolattal mennyit és milyen mélységben foglalkozzanak a diákok, hogyan induljon az óra és miként záruljon, honnan hová

A cikk az Eötvös Loránd Fizikai Társulat szegedi Vándorgyűlésén, 2016. augusztus 25-én elhangzott előadás alapján készült.



*Radnóti Katalin az ELTE-n végzett kémia-fizika szakos tanárként. A budapesti Kölcsey Ferenc Gimnáziumban nyolc éven keresztül tanított. Jelenleg az ELTE Fizikai Intézetében főiskolai tanár. Kutatási területe a fizika és a természettudományok tanításának módszertana. Publikációs tevékenysége is e témához kapcsolódik, tanári segédletek, tanulmányok, könyvek, könyvfejezetek. A *Nukleon*, a Magyar Nukleáris Társaság internetes folyóirata főszerkesztője.*

¹ Az MTA Szakmódszertani pályázat támogatásával azóta megjelent az *Óráról órára – Fizikaórák megjegyzésekkel ellátva* című kiadvány, amely a 2017-es Fizikatanári Ankétion kiosztásra került, továbbá az alábbi webhelyeken érhető el: <http://edu.u-szeged.hu/ttkcs/publikaciok/konyvek> és <http://edu.u-szeged.hu/ttkcs/sites/default/files/Orarol-orara-r.pdf>

jussunk el, mi legyen a sorrend, vagy esetleg párhuzamos történéseket iktatunk be (differenciált csoportmunka), és azokból áll össze az egész, mi az üzenete, honnan hová jutottunk, milyen új ismeretet szereztünk, és az mire is lesz jó nekünk stb.

A fentiekben leírtak miatt nagyon fontos ebben az *egységben* gondolkodni, és ezekhez minél több segítséget, ötletet adni a tanároknak. Ennek egyik eszköze mintegy *kiállítani* az alkotásokat, reflexiókkal, értelmezésekkel együtt, ahogy azt egy képzőművészeti kiállításon, például a megnyitón szokás.

Kiemelten fontosnak tartom az általános iskolai oktatásra való odafigyelést, mert az alapozza meg a tanulók későbbi érdeklődését, majd pedig sikerességét! Mégpedig az *alapórán*, mert ott kell a diákok érdeklődését felkelteni és utána a szakkörön. Több példa ezért általános iskolai szintű lesz. A tanórán, a kötelező tananyag érdekes feldolgozása alapozza meg az érdeklődést. A gyerek csak ezután megy délutáni foglalkozásra! Hogyan éri el tanórán a tanár, hogy a diákok részt vegyenek a szakkörökön és/vagy a versenyeken?

Óralátogatásaim során két fő megfigyelési szempontom szokott lenni:

1. Milyen mértékben képes a tanár(jelölt) *fejleszteni a tanulók gondolkodását*? Mennyire jut ez szerephez, milyen mértékben uralja a tanórát a minél több ismeret átadása, az új fogalmak, törvények memorizálása, gyakorlása?

2. Mivel a tanórákon alapvetően új információk kerülnek feldolgozásra, ezért fontos szempont az, hogy a tanár(jelölt) milyen mértékben érvényesíti a *természettudományos megismerés* alapvetéseit?

- Miként volt képes a tanár érvényesíteni a tananyaghoz tartozó *szemléletet*?
- Hogyan vezette be a tananyaghoz kapcsolódó fogalmi rendszert, miként történt a *fogalmak kialakítása*?
- Miként sikerült a fizika tantárgy *sajátos logikáját* bemutatni a tananyag feldolgozása során?
- A tanulók a tanulási folyamatban honnan indultak és hová jutottak el az adott tanórán?
- Milyen volt a *tudományos megismerési módszerek* alkalmazásának módja és eredményessége a diákok életkori sajátosságainak figyelembe vételével?
- Miként jelent meg a tanórán a tipikus természettudományos gondolkodási folyamat, mint: problémafelvetés, kérdés megfogalmazása, hipotézisek generálása és ellenőrzése, kísérletek tervezése és kimenetelük ellenőrzése, következtetések levonása és azok megfogalmazása? Különös tekintettel a *tanulói hipotézisekre* és azok felhasználására a tanítási folyamatban!

A mai pszichológiai megismerési modellek közül, pár gondolat erejéig érdemes megemlíteni az *evolúciós pszichológiát*. Ennek alapja a szelekciós tanulásfelfogás, amely szerint az emberi elmében hipotézisek vannak, és a próbálkozások eredményeiből tanulunk. Amelyik hipotézis beválik, annak kapcsolatrendszere az agyban megerősödik. A konstrukciós folyamatok során a hipotézisek már meglévő rendszere alapján építjük fel tudásunkat (Pléh, 2015).

Jelen írásban kitérek a fizika tanítása során megvalósítható képességfejlesztési lehetőségekre, elsősorban a gondolkodási képesség fejlesztésére, az alkalmazott tanulászervezési eljárásokra, a tanári szaktudás minőségére és mennyiségére, továbbá az IKT eszközök alkalmazásának gyakoriságára és módjára. Az egyes lényeges momentumokat, megfigyeléseimet konkrét esetleírásokkal támasztom alá.

A látogatott tanórákról elmondható, hogy azok határozott szerkezetet követtek. A továbbiakban ennek megfelelően emelem ki a legfontosabb gondolatokat.

A tanórák bevezető része

Az látogatott órák szinte mindegyike ismétlő kérdésekkel kezdődött. Máskor – minden bizonnyal – szóbeli felletteléssel indult volna, amelyet a látogató kedvéért mellőztek a kollégák, hogy egyik diájkukat sem kelljen (esetleg) kellemetlen helyzetbe hozni. A kérdések célja a témára való ráhangolódás volt. Az óra bevezető szakaszában alig jelentek meg gondolkodtató kérdések, feladatok, inkább csak tényszerű ismereteket vártak el a kollégák a tanulóktól. Sok esetben hangzottak el hasonló kérdések, mint például: mit tanultunk a múlt órán?

A házi feladat volt – esetleg – gondolkodtató jellegű, bár az sem minden esetben, inkább egyszerű alkalmazás, képletbe való behelyettesítést igénylő számítási feladat megoldása.

Az óra bevezető részének másik feladata a téma szempontjából fontos *előismeretek és az esetleges tévképzetek* feltárása.

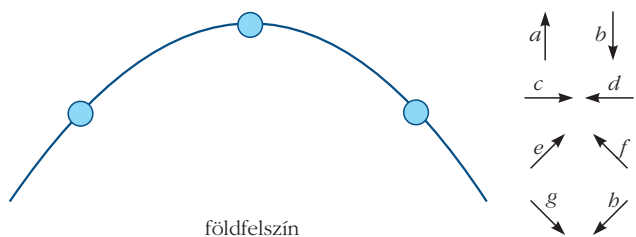
Tévképzet: a sebesség–gyorsulás keveredése

Az egyik leggyakoribb tévképzet a *sebesség–gyorsulás* fogalmak differenciálatlan volta, amely még a közoktatás éveit után is gyakran megmarad. Ennek illusztrálására egy 2015 szeptemberében írt felmérés egyik, a hajítási feladat (*1. ábra*) eredményeit mutatom be.

Az adatfelvételben a felsőoktatási tanulmányaikat kezdő, az évben érettségizett, 1457 fő első évfolyamos hallgató vett részt. A teszt megoldása online módon történt. Az adatfelvétel szakoktól függetlenül minden hallgató számára egységes volt. A természettudományos teszteket 1320 fő töltötte ki.

Az *1. ábrán* megjelölt, mindhárom esetben a lefelé mutató nyíl, a *b* a jó válasz. A feladat egyes kérdéseit átlagosan 14,4%-ban oldották meg. Ezen belül az

1. ábra. Hajítási feladat, milyen irányú erő hat a testre a három kiemelt pontban?



egy esetek megoldottsága elég nagy szórást mutat, amint a 2. ábrából látható. Érdekes módon a legtöbben a legfelső pont esetében adtak jó választ.

Ebben a felmérésben a kiértékelés során nem csak azt vizsgáltuk, hogy hányan, mekkora százalékban adtak jó választ a hallgatók, hanem azt is, hogy milyen rossz válaszokat adtak. Ez azért fontos, mert így nem csak azt állapíthatjuk meg, hogy mennyien nem tudják a helyes választ, hanem azt is vizsgálhatjuk, hogy milyen típusú *tévképzetek* jelennek meg a hallgatók válaszaiban. Felismerhető-e a valamilyen konzekvens jellegű helytelen gondolkodás, amely feltárásával segíthetünk a téma oktatási folyamatának jobb megtervezéséhez a közoktatás éveit alatt.

A hallgatói válaszokból az volt látható, hogy sok hallgató *érintő irányú* erőt gondol a ferdén elhajított test parabola pályájának különböző, vagy mindhárom pontjában, amely teljes mértékben az *arisztotelészi* szemlélet. E szemlélet szerint az erő arányos a sebességgel, és a mozgáshoz, annak fenntartásához erő szükséges. Tehát az erőt a sebességgel azonos irányúnak gondolják a hallgatók. Tanulmányiak során nem jutottak el a newtoni fizika alapjait képező legfontosabb gondolathoz, hogy az erő a sebesség megváltozását okozza, iránya a gyorsulás irányával egyezik meg. Tehát, mint azt fentebb említettem, a tanulmányok során a sebesség és a gyorsulás fogalma nem differenciálódott. Ezért a gyorsulást sem tudják összekapcsolni az erő fogalmával.

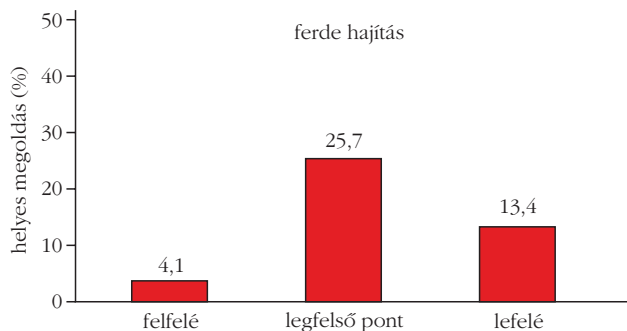
Megnéztük, hogy hány fő választotta *szisztematikusan a 3 érintő irányú vektort*, tehát az *e* (felfelé), *c* (legfelül), *g* (lefelé) nyilakat, az *ecg* válaszhármak darabszámát kerestük. Erre 303, a felmérésben résztvevők közel negyede adódott.

Megnéztük azt is, hogy hány hallgató adott jó választ egy, két, vagy mindhárom alkérdésre. Mindhárom válasz jó (mindhárom *b*), tehát tökéletes megoldása mindössze 33 hallgatónak volt, ami csupán 2,75%.

Példák az előismeretek feltérképezésére

A tanórai folyamatokra visszatérve, a 9. évfolyam mechanika tananyagának feldolgozása után a 11. évfolyamon, a rezgőmozgás tanulmányozása során is megmutatkozik a sebesség és a gyorsulás fogalmak differenciálatlan volta.

Egyik tanár elmondása szerint a kitérés-idő, sebesség-idő és gyorsulás-idő függvény elemzése során a diákok nehezen értik meg közöttük a különbséget. Különösen az utóbbi kettő okozott gondot, a kitérés ugyanis közvetlenül érzékelhető számukra, például egy rugóra akasztott test mozgásának megfigyelése során. Egy forgó lemezjátszóra helyezett papírhenger és egy hipermangánnal megfestett vízzel teli fecskendő segítségével, magával a rezgő testtel szokták kirajzoltatni kitérés-idő függvényt. A sebesség és a gyorsulás nagyságának és irányának meghatározása azonban már gondot okoz. Az egyik tanuló egyszer rá is kérdezett, hogy a sebesség és a gyorsulás nem ugyanaz-e. A függvények részletes vizsgálata, a sebesség és



2. ábra. A hajításos feladat egyes alkérdéseinek megoldottsága, az átlag 14,4%.

a gyorsulás maximális, illetve zérus értékének megbeszélése viszont sokat segít abban, hogy a diákok többsége megértse a különbséget.

Egy másik tanár gyakorlatában – a tanulók előzetes ismereteik feltérképezésére – sokszor szerepel a következő megoldás: az új téma kezdetekor minden tanuló egy kis lapocskát kap, amelyre név nélkül felírja a feltett kérdéssel kapcsolatos ismereteit, asszociációit. A lapocskák összegyűjtését követően a tanár felolvassa az osztály számára az érdekes, humoros, vagy számunkra valamilyen okból fontos gondolatokat. Majd ezt követi az adott témakör feldolgozása.

A gravitációs erőtörvény bemutatása előtt például a következő kérdést tette fel a tanár:

– Mi jut eszedbe a gravitációról?

A válaszok felolvasásakor a fizikai tartalommal kapcsolatos kulcsszavak felkerültek a táblára (vonzás, Newton, alma, bolygók között, bármilyen két dolog között). Az asszociációs feladat végére lényegében elkészült a gravitációs erő kvalitatív jellemzése.

Másik példa, a Kepler-törvények feldolgozása esetében az óra eleji kérdés a következő volt:

– Mit gondoltok, a Föld milyen alakú pályán kering a Nap körül? Kör, vagy ellipszis alakú a pálya? – majd megszavaztatta az osztályt a tanár.

Többen sejtették, hogy a pálya alakja ellipszis lehet, amelyben meg is állapodtak, és le is írták a füzetbe, de kihagytak egy kis helyet a mondat végén, mivel „oda még majd kerül valami”.

– Hol van a Nap? – hangzott el a tanári kérdés.

Erre már kevesebb jó válasz érkezett, mivel a legtöbben azt gondolták, hogy a Nap az ellipszispálya középpontjában található. És elkezdődött a Kepler-törvények feldolgozása.

Problémafelvetés, gondolkodtató kérdések, az ismeretszerzés menete, hipotézisek alkotása

Általában az ismétlődő kérdések megbeszélése után kerül sor az aznapi feldolgozandó témakörhöz tartozó problémafelvetésre, azzal kapcsolatos gondolkodtató kérdések feltevésére. Például a szabadesés tanulmányozása előtt a következő tanári kérdés hangzott el:

– Hogyan lehetne belátni, hogy a szabadesés egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás?

Bevezető kérdés a termikus kölcsönhatás tanulmányozásához:

– Hogyan lehet a forró kávét minél gyorsabban lehűteni?

Az új ismeretek feldolgozása a legtöbb diáknak kifejezetten érdekes, ez aktivitásukban is megmutatkozik. Az általam látogatott tanárok nem egyszerűen közölték a diákokkal a „megtanulnivalókat”, hanem sok érdekes problémafelvető kérdéssel igyekeztek aktívan bevonni őket az ismeretszerzésbe, sok esetben a kutatás alapú tanulás/tanítás alapelveit követve, amelyről többször írtam e folyóirat hasábjain is. Az új anyag feldolgozása során a diákok is sokat kérdezhettek, hipotéziseket alkothattak, de nem csak a tanár által ajánlott kísérletek elvégzése előtt, hanem maguk is javasolhattak kísérleteket.

A kísérletek esetében nem a látványon volt a hangsúly – mondhatjuk, nem showelemek voltak –, hanem azok az éppen tanulmányozott fizikai elmélet alátámasztását, vagy felfedezését szolgálták. A szabadeséssel kapcsolatban a nehézségi gyorsulás értékének mérése mondható a leglátványosabbnak.

A leírt órákon a kísérletek jól elő voltak készítve: problémafelvetéssel, esetleg a mérés megtervezésével, hipotézisalkotással, majd nem maradt el a következtetések levonása sem!

A mérési adatok rendezése sok esetben a diákok által javasolt táblázatos formában történt. A következtetések levonása, a törvény megfogalmazása során a legtöbb esetben a matematikában tanult alkalmazása került előtérbe, mint egyenes, illetve fordított, vagy egyéb arányosság, grafikus ábrázolás. A grafikus ábrázoláshoz – sajnos – csak kevés esetben hívta segítségül a tanár az informatikában egyébként tananyagként szereplő Excel programot.

Az egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás tárgyalásánál – tanulói javaslatra – az osztály a Galilei-lejtő hajlásszögének függvényében vizsgálta meg a golyók mozgását.

A tanár kifejezetten mérési eljárás megalkotását kérte a tanulóktól:

– Hogyan lehet kimérni, hogy mekkora a szabadon eső test gyorsulása?

A tanulók előzetes ismereteik alapján rájöttek, hogy a szabadon eső test útját és idejét kell megmérni és ezekből a gyorsulás már számolható.

Mágneses kölcsönhatás – egy problémafeladat

Egy 6. évfolyam számára tartott természetismeret-órán a mágneses kölcsönhatást vizsgálták a gyerekek. Megállapították, hogy a mágneses kölcsönhatás vonzásban és taszításban is megnyilvánulhat. Továbbá a tárgyaknak ehhez nem kell érintkezniük, tehát a mágnesnek sajátos környezete van. Ebből adódott már a következő kérdés:

– Hogyan lehet kimutatni a mágnes sajátos környezetet?

A gyerekek csoportmunkában dolgoztak. A tanárnő vasport osztott ki, azt egy átlátszó mappába szórva,

hogy ne ragadjon a mágnesre, és ne is szóródjon szét. A feladatot rúd-mágnesekkel kellett elvégezni, azonban a rudak közül az egyik – bár a többivel azonos módon, piros-kékre volt színezve – nem volt mágneses. A gyerekek mindkét csoportban felfedezték ezt a „kakukktortást”. És magától adódott a kérdés:

– Hogyan dönthető el egy piros-kékre festett rúdról, hogy az valóban mágnes-e?

A diákok hipotéziseket alkottak, amelyeket kísérletekkel is megvizsgáltak. Az egyik csoport gyerekei azt feltételezték, hogy a nem mágneses, de piros-kék színű rúd a mágnessel csak vonzó kölcsönhatásba tud kerülni, taszítás nem lép fel, hiszen nincsenek pólusai. Míg a másik csoportban a vasporos kimutatási lehetőség hiányára utaltak. Mindkét csoport elvégezte a saját maga által javasolt kísérletet.

Ez kiváló *problémafeladat* volt! És ebből az is látható, hogy 6. évfolyamra járó diákoktól is elvárható a hipotézisek alkotása, majd azokat kísérleti tesztelése, ily módon gyakorolhatják a természettudományos ismeretszerzés módszerét.

További példák

Matematikai jellegű hipotézist alkottak azok a 10. évfolyamos diákok, akik az Ohm-törvény tanulmányozása során azon gondolkodtak, hogy milyen kapcsolat lehet a fogyasztóra kapcsolt feszültség és a rajta átfolyó áramerősség között. A diákok – a tanárral közösen – többféle lehetőséget is felsoroltak, mint egyenes arányosság, fordított arányosság, négyzetes függés. Majd megállapodtak abban, hogy minden bizonnyal egyenes arányosság várható a két mennyiség között.

Érdekes volt, amint egy közgazdasági szakközépiskola 10. évfolyamos diákjai hangosan vitatkoztak a tanórán, amikor a tanár hipotézist kért arra, hogy a soros kapcsolás esetében az egyes ellenállásokon mekkora feszültség mérhető. Azok azonosak vagy különbözőek lesznek?

Általánosságban elmondhatom, hogy a tanulói hipotézisalkotás, mint módszer nagyon sikeresnek bizonyult mind nappali, mind pedig a levelezős hallgatók esetében, sőt és az őket fogadó mentortanároknál is. Közülük többen már akár 20-25 éve is tanítanak, bár e módszer új számukra, de saját bevallásuk szerint jól használható, hiszen aktivizálja a diákokat, akik szemmel láthatóan szívesen elgondolkoznak egy-egy fizikai jelenségről. Ez fontos mind a fizikatudásuk, mind a gondolkodásuk fejlesztése szempontjából is. Ez jelenleg csak egy megfigyelés, nincsenek mérhető, kvantitatív eredmények, így a közeljövő kutatási feladata lehet. Egy-egy módszer hatékonyságát nem könnyű mérni, hiszen az oktatás sokváltozós rendszer.

Több esetben – bár ténylegesen csak a magasabb évfolyamokon – előkerült az is, hogy a fizikai jelenségek leírásához modelleket alkotunk, sok esetben egyszerűsítő feltevéseket fogalmazunk meg. Ilyen volt például az ideális gázmodell alkalmazása a részecskék sebességének és energiájának vizsgálata során. A tanári kérdés:

– A részecskék hányad része mozog a fal felé? Milyen *feltevéssel* élünk?

Tegyük fel, hogy minden irányban (a kocka 6 határolólapjának irányában) egyidejűleg ugyanannyi részecske mozog a felületre merőleges és egyforma nagyságú sebességgel. Vagyis a részecskék 1/6-od része, amely egyben $m/6$ tömegű részecskecsomag, repül v sebességgel egy-egy fal irányába...

Több, általam látogatott, az optikai képalkotást bemutató óra jellegzetessége volt az a gondolatmenet, amelynek követésével a diákok korábbi ismereteik és a nevezetes sugármenetek felhasználásával a tanári kérdések segítségével mintegy rájöttek, hogy melyik eszköznek milyen képalkotási lehetőségei vannak. Ezeket – az elméleti fejtegetések után – mintegy igazolásképp meg is nézték tanári bemutató kísérlettel. A diákok szép analógiákat is felállítottak a megfelelő tükrök és lencsék képalkotásai között.

A természet tanulmányozásához és a természettudományok tanulásához alapvetően fontos az *analóg gondolkodás*, annak fejlesztése több esetben is előkeült. Például az időmérés lehetőségei a különböző mozgások tanulmányozása során, az elektromos és mágneses mező leírásához alkotandó fogalomkészlet esetében (vektoriális leírás, \mathbf{E} és \mathbf{B} vektorok, próbatestek), a különböző lencsék és tükrök képalkotása között...

A tudománytörténet megjelenése a tanórákon

A fizika az egyetlen olyan tantárgy, amelynek érettségi követelményei között tételesen megjelenik a tudománytörténet. A fizika kialakulása és fejlődése szempontjából legfontosabb tudósok életéről és munkásságáról, annak időbeli elhelyezéséről a diákoknak tudniuk kell. Így ez kiemelt téma a fizika tanítása során, amelyet minden lehetséges helyen feldolgoznak.

A diákok több órán kisebb időutazásban vehetnek részt, például *Galilei* korában „járhattak” a 7. és a 9. évfolyamok diákjai, amikor az egyenletesen gyorsuló mozgásról és a szabadesésről tanultak. Az egyik órán a Galilei-lejtő alkalmazásával fedezték fel a diákok a négyzetes úttörvényt.

Egy fakultációs foglalkozáson az Univerzum mai alapjainak megértéséhez vezető utat járták végig a tanulók. Ebben egyik fontos szereplő (*Henrietta Leavitt*) eredeti mérési adatait is tanulmányozták a diákok.

Kepler 3. törvénye – tippelőlapos csoportfoglalkozás

Egy másik órán *Keplerhez* nyúltak vissza a róla elnevezett törvények tanulása során.

Az óra egy közel 15 perces részében *Kepler 3. törvényének* mintegy „felfedezése” történt meg a diákok csoportos tevékenysége segítségével Kepler nyomán.²

A diákok – az egymás mellett ülő tanulók – négy fős csoportokat alkottak. A tanár a Naprendszer 4

² A leírt kutatás alapú feldolgozás *Vitkóczy Fanni* órája alapján készült.

bolygójának relatív távolság- és keringési idő-adatait – csillagászati egységben és földi években – adta oda a különböző csoportoknak.

Ezt követően a tanár úgynevezett „tippelőlapokat” osztott ki, amelyen különböző, matematikai formában megfogalmazott, lehetséges kapcsolatot adott meg bolygók nagytengelyei és keringési ideje között. Ezzel utalt arra, hogy Kepler csak sejtette, hogy lehet valamilyen, matematikai formában megragadható összefüggés a bolygók fenti adatai között, hiszen ő azokat elméleti úton még nem tudta levezetni. Valószínűleg több lehetőséget próbált ki, míg ráakadt a harmadik törvényre.

A tanár által adott tippek a következők voltak:

a) $a^3 \cdot T^2$ b) $a^2 \cdot T^3$ c) a^3 / T^2 d) egyik sem.

A diákok először tippeltek. A legtöbben a c) lehetőségre szavaztak. Majd a tippelést követően, a megadott adatokkal el kellett végezni a számításokat. A tanár azt kérte, hogy a 4 fős csoporton belül a következő legyen a munkamegosztás:

- mindenki válasszon ki egy bolygót, és arra számítsa ki mindhárom felírt lehetséges matematikai kapcsolatot, az a), b) és c) lehetőséget,

- majd a csoporttagok nézzék meg a kapott értékeket, és vizsgálják meg, hogy melyik számított érték lesz közel azonos minden csoporttag, vagyis mind a 4 bolygó esetében.

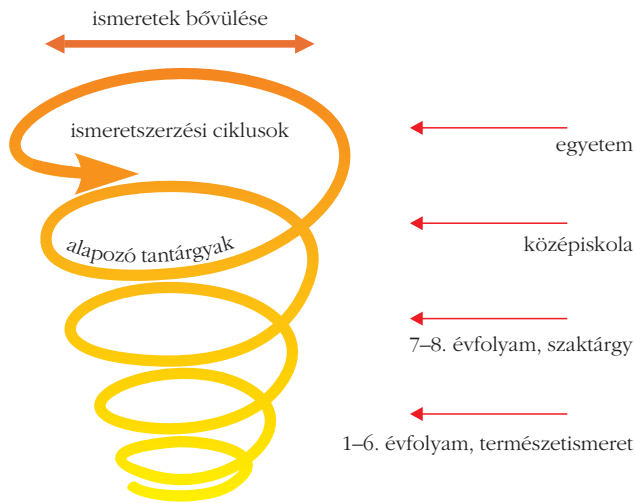
Ezt követően megnézték, hogy az egyes csoportok esetében kapott értékek ténylegesen közel azonosak lettek minden csoportnál. Így megállapították, hogy a jó matematikai kapcsolat a c). Majd a tanár lediktálta a törvényt.

Az órának ez a része a kutatás alapú tanulás/tanítás alapgondolatainak tanórai alkalmazására is példát mutat.

A fenti példák azért is érdekesek lehetnek, mert egy-egy tudóssal kapcsolatban nem csak azt lehet elmondani, hogy mettől meddig élt, és konkrétan mit is fedezett fel, hanem gondolatmenetébe is bele lehet helyezkedni, mintegy átérezni a tudományos problémát, végigcsinálni azokat a lépéseket, vagy legalább is egy részét, amelyeket az illető is megtett. Ezzel a diákok azt is látják, hogy a tudomány művelése emberi tevékenység, amely közelebb hozhatja számukra a tudomány eredményeit is. Nem csak egy megtanulandó tétel lesz számukra.

IKT eszközök használata

Az IKT eszközök, elsősorban a számítógép alkalmazása visszafogott volt, nem uralta egyik esetben sem a tanórákat, de amikor használta a tanár, akkor az ott fontos volt. Például érdekes képek, videók, animációk (Daniell-elem) bemutatása során. De szimuláció alkalmazására is sor került (Gay-Lussac II. törvénye). Volt, amikor a diákok saját mobiltelefonjukat is használhatták, elsősorban időmérés céljára. De volt, hogy fényképeket készítettek vele. Az Excel program alkalmazására sajnos csak fakultációs órák példa van.



3. ábra. A fogalmi fejlődés csigaházmodellje.

Több szintű feldolgozási lehetőség bemutatása

Fontos, hogy a különböző szinten tanító kollégák lássák, a fogalmak miként fejlődnek, alakulnak a közoktatás teljes időszakában. A fogalmi fejlődés menetét jelképezi a csigaházmodell, ami szerint az oktatás évei alatt a diákok ismeretei egy-egy témakörrel kapcsolatban folyamatosan bővülnek. A fizikában tanított legtöbb témakör több szinten is előkerül: a természetismeret tantárgy keretein belül, majd az általános iskolai évfolyamokon, majd a középiskolában, és végül – a műszaki-természettudományos pályán továbbtanulóknak – sokkal részletesebben a felsőoktatási éveik alatt. A fogalmi fejlődés nem csavarvonal mentén halad, hanem egy bővülő csigaházhoz hasonlítható (3. ábra).

A fogalmi bővülésre példaként a mágneses jelenségek tárgyalása szolgált. Egy 6. és egy 10. évfolyamos tanórai feldolgozást látogathattam meg.

Érdekes volt megfigyelni, hogy miként kerültek elő szinte ugyanazon kérdések, és azokra milyen válaszok születnek. Szépen látható volt, hogy a 6. évfolyamon a sok egyszerű megfigyelés és kísérlet dominált. A felvetődő kérdésekre kvalitatív válaszok születnek. A 10. évfolyam tanulóinak már sokkal több előismerete volt. Ennek ellenére a 6. évfolyamos tanulókhöz hasonló tévképzet jelent meg: minden fém mágneses tulajdonságokat mutat. A leírás már nem csak kvalitatív módon történt, hanem megjelent a fizika jellegzetes kvantitatív, matematikai segédesszközöket igénylő leírásmódja is. A mezők erősségének jellemzéséhez próbatesteket és vektorjellegű mennyiségeket konstruálunk.

Kapcsolódás más tantárgyak ismeretanyagához

A fizika leíró nyelve a matematika, így értelemszerűen a legtöbb kapcsolódás a matematikai ismeretek alkalmazásában nyilvánult meg, mint összefüggések, fizikai törvények matematikai megfogalmazása, grafiko-

nok készítése, egyenes, fordított, illetve egyéb arányosságok használata, egyenletek felállítása, egyenletrendezés. Ezen ismeretek készesszintű alkalmazása nem volt problémamentes, különösen az egyenletrendezés jelentett gondot.

Komoly probléma, hogy amíg a matematikában általában csak az x és y betűket használják a kiszámítandó, ismeretlen mennyiségek jelölésére, addig a fizikában az egyes fizikai mennyiség betűjele használatos. A kiszámított eredményeket össze kell vetni a tényleges tapasztalattal, annak realitását vizsgálni kell, hiszen nem biztos, hogy a matematikailag jó megoldás fizikai realitással is bír.

Néhány témakörben – például a folyadékok tanulmányozásakor – kémiai jellegű ismeretek is előkerültek. Az optika esetében, a lencsék és a szemüvegek témakörében adódik a kapcsolat a biológiával.

A tudománytörténeti részek a történelem tantárgyhoz jelentenek kapcsolódási lehetőséget.

Milyen volt az órák hangulata?

Az órák hangulata általában jó volt. Úgy látszik, a diákok szívesen vesznek részt olyan tanórákon, amelyeken „történik valami”, izgalmas szellemi kalandokban van részük. A legtöbb, általam látogatott óra olyan volt, ami megmozgatta a diákokat. Sok tanári és tanulói kérdés és válasz hangzott el, kísérleteztek, a diákok gondolkodtak, számoltak, beszélgettek a fizikai jellegű témákról. A tanárok változatos módszereket alkalmaztak. A legtöbb esetben ugyan frontális osztálymunka folyt, de az nem tanári előadást jelentett, hanem általában az osztály és a tanár beszélgetését az adott témáról. Az órák egy részében a diákok csoportos tevékenységére is sor került – főleg, de nem kizárólag kísérletezés kapcsán. Találkoztam csoportmunkás feladatmegoldó, gyakorló, ismételő órával is.

Felmerül a kérdés, hogy a jó tanórai hangulat és érdeklődés után később, a témakörből írt dolgozatok miként sikerültek? Az óralátogatásokat követően erről is tájékozódtam, és az eredmények változóknak mondhatók. Vagyis az, hogy egy-egy tanóra, vagy akár a tanórák többsége jól sikerültnek nézett ki, még nem biztosította, hogy az abban résztvevő tanulók képesek voltak jól megtanulni, elsajátítani az adott tananyagot. Úgy látszik, ez egyáltalán nem egyszerű kérdés.

Miért nehéz a természettudomány tanulása?

Idézzük *Pléh Csaba* gondolatait, aki a következőket írja:

„A felidézést a séma irányítja, a sémák közül pedig a legkitüntetettebb az *elbeszélő séma*. Úgy tűnik, hogy *történeteket sokkal könnyebb felidézni*, mint például tájleírásokat.”

„Történeteket mindig könnyebb felidézni, mindig egyetemesebbek, mindig világosabb mintázatot ad-

nak. Egy tankönyvi történet, amikor visszaadjuk, sokkal kevésbé válik zavarossá, mint egy leírás, vagy magyarázat.” (Pléh, 2015, 88. oldal).

A leírt órák jó hangulatúak voltak, a diákok látszólag meg is értették a legfontosabb összefüggéseket. DE a dolgozatban is olyan jól tudták-e visszaadni a tananyagot, mint azt a tanórai aktivitás alapján várni lehetett? Hát! Sok éves tanári pályafutásom nem ezt igazolja. A dolgozatokban megjelenő sok tévképzet mintha inkább Pléh Csaba állítását igazolná! Sok dolgozatban keverednek a helyes és a helytelen elemek, amelyeket egyik régi szakdolgozóm „kavalkádmondat”-oknak nevezett el.

Pléh Csaba gondolatainak kiterjesztésével továbbfolytathatjuk a példák sorát. A levezetések, matematikai tételek, fizikai és kémiai ismeretrendszerek, amelyek leírásokból és matematikai formában megfogalmazott törvényekből, magyarázatokból állnak, a diákok számára sokkal nehezebben tanulhatók, mint például egy elbeszélés vagy regény cselekménye, vagy az abban leírt emberi történetek, sorsok.

Akkor egyáltalán miért vannak olyan emberek, akik az ilyen jellegű megfontolásokat szeretik? Hányan lehetnek ők, illetve a népesség hányad részét teszik ki? Lehet, hogy ezen emberek a megfelelő tulajdonságot jellemző Gauss-görbe egyik szélét képviselik?

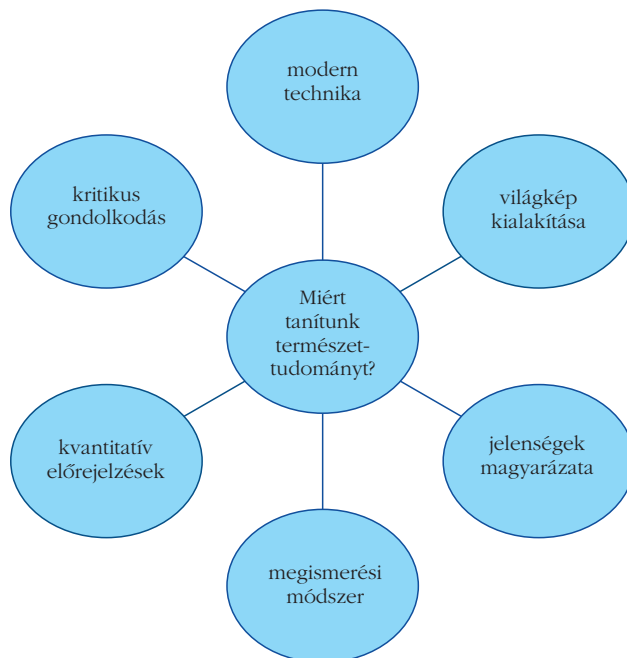
További kérdés, ha ez így van, akkor miért erőltetjük rá mindenkire az ilyen típusú gondolkodást? Lehet, hogy a tantervi változások során azért szorul egyre inkább háttérbe a természettudomány, különösen a kémia és a fizika, mert az emberek jelentős része gondolkodásának a természettudományos leírások és magyarázatok nagyon nehezek és idegnek? A fizika és a kémia a legkevésbé kedvelt tantárgyak, pedig technikai környezetünkben nem lehet elhagyni a természettudomány és azon belül a fizika minimális szintű ismeretét. Azért, hogy az elkövetkezendő években, évtizedekben is élvezhessük a technika vívmányait, sok és egyre több embernek kell foglalkozásszerűen művelnie e területeket. De honnan tudjuk, hogy kik lesznek alkalmasak? Ennek kiderítésére csak egyetlen lehetőség van: tanítani kell a természettudományt az iskolában. Meg kell mutatni a diákoknak, hogy a narratíván kívül másféle gondolkodásmód is létezik, és akiknek ez tetszik, jelentkezni fognak szakkörökre, versenyekre, továbbtanulásra.

Tehát a természettudomány tanulási/tanítási céljai a következők lehetnek (4. ábra):

- az emberiség történetének része, kultúrkinccs,
- mai technikai világunk alapja, melyről nem szeretnénk lemondani,
- ezért van szükség olyan emberekre, akik értenek hozzá.

És ennek tudatában hogyan tanítsuk a természettudományt?

Lehet, hogy jobban kellene hangsúlyozni a tudósok, a felfedezők élettörténetét? Miként is jutottak el a felfedezésig, mi történt velük akkor, hogyan élték



4. ábra. Miért tanítunk természettudományt?

meg, hogyan fogadták stb. A felfedezés miként hasznosult például a többi ember életére, milyen hatással volt akkor, illetve a későbbiekben?

Emberi történetekbe kellene mind jobban ágyazni a fizikai és a kémiai ismereteket! Mind a felfedezések, mind a mindennapi élet vonatkozásában. Ezért fontos és jó a szűken vett fizikatanítás szempontjából is, mivel egyedülként a fizika tantárgy érettségi követelményei között szerepel hangsúlyosan a legfontosabb tudósok élete és munkássága! Ezt lehetne még hangsúlyosabbá tenni.

A biológia talán azért kedveltebb tantárgy, mert jobban kötődik az emberhez? Például mit eszünk, növények, állatok, házi kedvencek, betegségek, gyógyítás stb.

Néhány gondolat a NAT-ról

A NAT, mint tudjuk, tíz műveltségi területet tartalmaz, amelyek közül csak egy a természettudomány, ami ténylegesen három nagy tudomány iskolai leképeződése, három tantárgyat jelöl, ezek a fizika, a kémia és a biológia. A többi esetben elmondható, hogy egy műveltségi területet szinte egy tantárgy fed le. Ez így teljesen *aránytalan!*

Javaslatom szerint kevesebb műveltségi területet kellene alkotni az egyébként is aktuális újragondolás során! A többit is össze kellene vonni! Például a következő nagy területek képzelhetők el, mint

- művészetek (rajz, ének-zene, irodalom),
- kommunikáció (nyelvek, benne a magyar nyelvtan is),
- technikai jelrendszer (matematika, informatika),
- ember és természet (fizika, kémia, biológia, természetföldrajz),

• ember és társadalom (történelem, állampolgári és jogi ismeretek, társadalomismeret, etika, filozófia stb.).

Természetesen más csoportosítás is lehet, egy műveltségi területbe kerülhetne az irodalom és a történelem, hiszen e két tantárgy szoros kapcsolatban van egymással.

Azt gondolom, hogy a *természettudományos nevelés újragondolására*, nem csak önmagában, hanem a *többi műveltségi területhez való viszonylatában* is feltétlenül szükség van, hiszen a magyar tanulók teljesítménye a különböző nemzetközi összehasonlításokban fokozatosan romlik.



Összefoglalóan: jelen írásban két fő megfigyelési szempont alapján mutattam be napjaink fizikaóráinak jellegzetességeit, ezek a gondolkodásfejlesztés és a természettudományos megismerés. Az elemzés kapcsán néhány jellegzetes tanulói tévképzetet vizsgáltam.

Végül a természettudomány tanulásának lehetséges nehézségei kerültek elő, befejezésül néhány javaslatot tettem.

Irodalom

Pléh Csaba: *A tanulás és gondolkodás keretei*. Typotex, Budapest, 2015.

Érettségi követelmények http://www.oktatas.hu/koznevelés/erettségi/altalanos_tajekoztatás/vizsgatargyak_2017tol – utolsó letöltés 2016. május 25.

Radnóti Katalin, Adorjánné Farkas Magdolna: Mit tanítsunk fizikából az általános iskolában? *Fizikai Szemle* 60/3 (2010) 84–91. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1003/FizSzem-201003.pdf>

Radnóti Katalin, Adorjánné Farkas Magdolna: A fizika tanításához szükséges tanári tudás rendszere I. – II. *Fizikai Szemle* 62 (2012) 11. szám. 391–395. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1211/FizSzem-201211.pdf> és 12. szám. 422–425. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1212/FizSzem-201212.pdf>

Radnóti Katalin, Adorjánné Farkas Magdolna: A kutatás alapú tanulás lehetőségei a fizikaórán. *Fizikai Szemle* 65/6 (2015) 198–204. <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz1506/FizSzem-201506.pdf>

HÍREK – ESEMÉNYEK

AZ EÖTVÖS LORÁND FIZIKAI TÁRSULAT TISZTÚJÍTÓ KÜLDÖTTKÖZGYŰLÉSE

2017. május 13-án az Eötvös Egyetem lágymányosi épületében tartotta az Eötvös Loránd Fizikai Társulat tisztújító küldöttközgyűlését. Az esemény hivatalos megkezdése előtti hagyományos előadást *Szabó Róbert*, az MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont tudományos igazgatóhelyettese tartotta, *Nap-típusú oszcillációk: pillantás a Nap és a csillagok belsejébe* címmel.

Az előadást követően *Patkós András*, a Társulat elnöke nyitotta meg az ülést. Megállapította, hogy a

Szabó Róbert a csillagok belsejébe pillant.



küldöttközgyűlés határozatképes, a 72 szavazati joggal rendelkező küldöttből 61 megelelt.

Patkós András – elnökségének időszakára visszatekintve – elmondta, hogy a Társulat társadalmi tekintélye, hála tagjai koherens tevékenységének, növekedett. Az ELFT igyekszik a fizika képét bemutatni a társadalomnak. Nincs olyan, társadalmat körülvevő jelenség, amelyet fizika nélkül lehetne értelmezni; fizikára, fizikatanárokra, fizikusokra szükség van. A fizika, a fizikai törvények az emberiség kultúrájának is nélkülözhetetlen részei. A fizikatanárok és a fizikával foglalkozó kutatók egyetértenek abban, hogy csak közös erővel lehet előrébb jutni. Három évvel ezelőtt indították el *A Fizika Mindenkié* rendezvénysorozatot, és azóta is minden évben, növekedő érdeklődés mellett, az egész országra kiterjedően megszervezik. Idén 54 helyszínen kutatók, felsőoktatási intézményekben dolgozók, tanárok – a laboratóriumoktól a szabadtéri rendezvényekig – kapcsolatba léptek a programokon résztvevőkkel, szórakozást és ugyanakkor tanulságot nyújtottak számukra. A kezdeményezés az elnökség két tagja, *Fábián Margit* és *Cserti József* nevéhez fűződik, akik egyre meggyőzőbben tudnak bevonni ipari partnereket is.

Bevezették a Társulat elnökségének havonkénti üléseit, ezeken meghatározták azokat a problémákat, amelyekkel kapcsolatban a Társulat véleményét kívánt