

csak egy finom vagy érzékeny egyszer a' szín-hasábokban, máskor azok mellé helyezett hév-mérő által lehet kipuhatólni, ha a' hévség' foka észrevehetőleg nagyobb lenne a' hasábok mellett, mint közöttük. Hogy a' nap maga sötét test volna, mint a' planéták, és csak légkör módjára lenne világosság tömeggel körül-véve, 's a' világosság maga meleg nélküli volna, 's a' földön csak a' légkörbeni sűrűlódás és más szerekkel egybeegyedés által és után származnék a' meleg – mi véleményt egy érdemes mathematicai földírat' írója leghihetőbbnek illet vagy vall: mind-az a' főlebbi szerént, nem hihető; hanem természetesebb és hihetőbb az: hogy a' nap egy erősen hév és valóssággal még égő test – mily hihetőleg földünk; holdunk, 's a' többi első és másod' rendű és rangú planéták is voltak – tehát tűzét, melegét, világát mindaddig közli a' hidegebb 's már annyiban vénebb az az kevesebb élet-erővel bíró testekkel, míg itt is, mint az erőműveknél az egyensúly vagy súlyegyen, 's a' szellemvilágban a' köz-megnyugvás, vagy-is meg-elégedés, boldogság elő-nem-áll, mi is valaha kétségen kívül meglesz. A' napban észrevett foltok is erősen mind e' mellett bizonyítanak. Az égitestek' lapossága öszvenyomultsága a' pólusoknál is arra mutat: hogy azok valaha hígak, tehát hihetőleg égők voltak.”<sup>6</sup>

A Bolyai-kutatóknak igazi „csemege”, hogy Bolyai János fenti vázlatát egy olyan papíron van, amelyen eredetileg Bolyai János ajánlatot kapott a gazdaasszo-

<sup>6</sup> Bár a kéziratban nincsen keltezés véleményünk szerint az 1852 körül íródhatott.

nyatótól a napi menüre nézve. E szerint Bolyai János napi étke nagyon szegényes volt:

„Kedden délben árva laska, estve túros puliszka  
Szerdán délben fuszulyka, este puliszka

Reggel köménymag leves

Csütörtökön délben báránka tokány, estve kását tejjel

Pénteken Délben árva laska, estére túros puliszka  
Szombaton délben, reggel puliszkát tejjel, krumpli laskát estve pujiksát túróval

Vasárnap reggel köménymag levest.”<sup>7</sup>

Ilyen szerény koszt mellett alkotta matematikai és üdvtani elméleteit.

#### Irodalom

1. Gábos Z.: A Bolyai–Lobacsevszkij-féle gravitációs törvény. *Fizikai Szemle* 50/1 (2000) 13.
2. Kiss E.: Bolyai János kutatásai a komplex egészek elméletében. *Fizikai Szemle* 50/4 (2000) 111.
3. Prékopa A.: 200 éve született Bolyai János. *Fizikai Szemle* 52/9 (2002) 269.
4. Oláh-Gál R.: Bolyai János egyik leghosszabb fizika tárgyú kéziratáról. *Fizikai Szemle* 58/9 (2008) 302.
5. Szathmáry L.: *A gyufa története a XIX. század végéig*. Kis Akadémia, Budapest, 1935.
6. <http://www.sulinet.hu/tart/fncikk/Kjc/0/7703/gyufa.html>
7. Deé Nagy A.: A Bolyaiak könyvtára. in *Egy balbatatlan erdélyi tudós, Bolyai Farkas*. (összeállította: Gazda I.) Akadémiai Kiadó, Budapest, 2002, 200.
8. Oláh A.: Bolyai Farkas – a kemencemester. in *Egy balbatatlan erdélyi tudós, Bolyai Farkas*. (összeállította: Gazda I.) Akadémiai Kiadó, Budapest, 2002, 569–579.

<sup>7</sup> Ez az ajánlat a gazdaasszony nagyon helytelen írása BJ 1311/1<sup>v</sup>, a papír bal felső sarkában.

## A FIZIKA TANÍTÁSA

# MIT TANÍTSUNK FIZIKÁBÓL AZ ÁLTALÁNOS ISKOLÁBAN?

Radnóti Katalin, ELTE TTK Fizikai Intézet

Adorjáné Farkas Magdolna, Arany János Általános Iskola és Gimnázium

Az Oktatási és Kulturális Minisztérium pályázatot írt ki új koncepciójú fizika, kémia és biológia kerettantervek írására, amelyet két oktatási szakértői csoport nyert el. Csoportunkban jelen cikk írói készítették el az általános iskolák számára szánt kerettantervet. Vázoljuk a tanterv alapgondolatait, és rövid részletekkel illusztráljuk azt.

### A fizika tantárgy tanítási céljai

A fizikatanítás régebbi céljai ma is érvényesek, azonban a 21. századra újjal bővültek. A legtöbb természeti jelenséget a fizika segítségével lehet megmagyarázni,

tehát az egészséges gyermeki kíváncsiság kielégítése a fizikatanítás egyik alapvető célja. Emellett a fizikaórákon vezetjük be azokat az alapfogalmakat, amelyek a többi természettudományos tantárgy számára is fontosak. A természetben megfigyelhető jelenségek leírásán túl a tanulók a fizikaórákon sajátíthatják el a kísérletezés alapelemeit és érthetik meg azt, hogy a természettudományok igen fontos módszere a kísérletezés és a megfigyelés. A természettudományok közül a fizika a leginkább alkalmas arra, hogy az ok-okozati viszonyok feltárásán keresztül fejlessze a diákok logikai képességét, és fokozatosan megalapozza a természettudományos gondolkodást. A tanulók lényegében először a



fizika tanulása során találkozunk a tudományos modellalkotás módszerével. A tanulók szemléletformálása szempontjából az is igen fontos, hogy a fizikatanár rávilágítson arra, hogy a természetben vannak olyan jellemző mennyiségek, amelyek a természeti változások során is megmaradnak, például a tömeg, a lendület, az energia vagy a töltés.

A fizika tanításának fontos célkitűzése az, hogy segítse az eligazodást *napjaink technikai környezetében*, amelyek mindennapi életünk részét képezik. Minden diák számára teremtsen meg a mai modern világunkban egy, a technika vívmányait elfogadó és értelmesen használó társadalom alapját képező világkép kialakulásának lehetőségét. A társadalom számára létfontosságú, hogy azok a politikusok, közgazdászok, akik a kisebb vagy nagyobb közösség életét meghatározó kérdésekben döntenek, ezt természettudományos megalapozottsággal tegyék. Gondoljunk például egy új erőmű vagy üzem létesítésére. A természettudományok, és ezek között főként a fizika feladata az, hogy fejlessze a kritikus gondolkodást, különösen a napjainkat jellemző áltudományos nézetekkel szemben. Minél több jelenségre tudjon tudományos magyarázatot kínálni, kvantitatív előrejelzéseket adni, és bemutatni a tudományos megismerés módszereit.

Arról is beszélnünk kell a fizikaórákon, hogy mivel foglalkozik ma a fizika, illetve mivel foglalkoznak napjainkban a mérnökök és a fizikusok. Ma is léteznek új kutatási területek: a mikrofizikában az elemi kölcsönhatások egységes elméletének létrehozására törekednek, az ezzel szorosan összefüggő makrofizikában pedig az Univerzum kialakulásának és fejlődésének jobb megértése a cél. E néhány példa is azt mutatja, hogy egyáltalán nem lehet a fizika, mint tudomány befejezettségéről beszélni, és oktatása során ezt hangsúlyosan meg kell jeleníteni. Fontos, hogy ráébredjenek a tanulók arra, hogy ma is érdekes és érdemes fizikusként dolgozni.

A fizikusok munkáját vizsgálva az látható, hogy a hagyományos értelemben vett fizikai témákon kívül nagyon sokan foglalkoznak olyan kutatással és alkal-

mazással, ami a fizika és más természettudomány – például a kémia, a biológia, az orvostudomány vagy a geológia – közötti határterületre esik, sőt az egész emberiséget érintő globális környezeti kérdésekkel, mint az üvegházhatás, az ózonlyuk, a savas eső. Annak is tanúi lehetünk, hogy a fizikában kidolgozott kutatási módszerek, speciális eszközök, műszerek számos természettudományon kívüli alkalmazásban kapnak szerepet. Ilyen például a régészetben a radioaktív kormeghatározás, de vannak alkalmazások a művészettörténetben, sőt a közgazdaság-tudományban is. Vagyis napjaink *fizikai kutatásait és alkalmazásait a sokrétűség jellemzi*.

Marx György 1969-ben a természettudományok fejlődését a következőképp fogalmazta meg:

„A természettudományok különböző pontokról indultak el, különböző jelenségkörök törvényeit kezdték kutatni. Évszázadok folyamán a matematikus, csillagász, fizikus, kémikus, biológus, pszichológus más-más mélységekig hatolt be, mindegyikük egy-egy független, önmagában is csodálatos világot tárt fel. Éppen a mi nemzedékünk osztályrésze, hogy szemtanúja lehet a részletek egymásba kapcsolódásának. A képek összeillenek. Egysége által még lenyűgözőbben bontakozik ki előttünk az a színjáték, amelynek mi nézői és egyúttal szereplői is vagyunk.”

Fontos bemutatni azt is, hogy miként „működik” a tudomány, hogyan ismerhetjük meg a világot. Érdekes kérdés lehet annak taglalása, hogyan is kezdődött világunk megismerése, hogyan vetődtek fel az úgynevezett „jó kérdések”, amelyek a későbbiekben hasznosnak bizonyultak a probléma megoldásában, sőt továbbfejlesztésre is alkalmasak voltak. A fizika esetében e vonatkozásban kiemelkedően fontosnak tartjuk Galilei alakját és vele kapcsolatban a modellalkotás, az elvonatkoztatás szerepét. Az ő megközelítése szerint a jelenségeket célszerű olyan leegyszerűsített körülmények között, gondolatkísérletek segítségével vizsgálni, amelyek a valóságban nem figyelhetők meg: például magára hagyott test mozgása, szabadesés vákuumban. Miután így megvizsgáltuk a jelenséget, akkor már érdemes figyelembe venni a jelenség valódi lefolyásakor érvényesülő tényleges hatások szerepét. Elengedhetetlen a matematika alkalmazása már a vizsgálat megtervezésekor: mi fog történni, például hová „kell” leesnie a golyónak, ha ténylegesen parabola alakú a pálya. Később számításal ellenőrizni kell, hogy ténylegesen az történt-e, amit vártunk. Vagyis az elmélet és a kísérlet egymást kiegészítő szerepe érvényesül a jelenségek vizsgálatában és értelmezésében. Ez a gondolatmenet annyira sikeres napjainkban is, hogy nemcsak a természettudományi, de sok esetben a társadalomtudományi és gazdasági, pénzügyi jelenségek elemzése, tanulmányozása során is alkalmazzák.

Tovább követetve a fizika, mint tudomány kialakulását, a Galilei nyomán kialakuló newtoni fizika fejt ki világosan az ok-okozati viszonyok figyelembe vételét a jelenségek leírásában, értelmezésében, sőt az elkövetkezendő történések mintegy „megjósolásában”.

Ez a newtoni fizika fontos üzenete, amelyet sok példán keresztül kívánunk bemutatni. Azt javasoljuk, hogy később, a középiskola humán tantervű osztályaiban a tanulók elsősorban kvalitatív vizsgálatokat végezzenek, valamint érdekes jelenségeket tanulmányozzanak, és a mindennapi életben és a kutatásban alkalmazott eszközök jelentőségét elemezzék (pl. úrtávcső, vagy a műholdak szerepe az időjárás előrejelzésében, a helyzetmeghatározásban stb.). Emelt szintű oktatásban, ezekhez kapcsolódva, természetesen a „szokásos” kvantitatív megközelítések is szerepet kapnak az ismert számítási feladatok segítségével, de minden esetben konkrét, érdekes, életszerű viszonyok között, amelyek a legújabb kutatásokat is figyelembe veszik. Vagyis nemcsak a hagyományos értelemben vett mechanikai környezetben, hanem például napjaink fontos új kutatási területeit is érintve, mint például a különböző részecskék ütközési folyamatai az LHC detektoraiiban, vagy a részecskék mozgásának követése fúziós kutatásoknál stb.

A fizikaórákon nemcsak szaktárgyi ismereteket kívánunk tanítani, hanem egy általánosan alkalmazható gondolkodásmód, szemléletmód kialakítását tűzzük ki célul és ehhez keressük a példákat.

Néhány fontos téma: Milyen energiaforrásokat használtak a régi korok emberei és melyek állnak napjainkban rendelkezésre? Milyen aktuális kutatások folynak ebben a témában? Milyen lehetséges környezeti következményekkel kell számolnunk az energia kívánt változatának előállításánál? Reális lehetőség-e a globális felmelegedés? Milyen eszközöket használnak napjainkban például az építkezéseken, hogyan készülnek a modern felhőkarcolók? Hogyan kommunikáltak az emberek régen és ez miként alakult át napjainkra? Hogyan közlekedtek régen és ma?

A fenti témák feltehetően érdekesek a gyerekek számára, és ezekhez a példákhoz kapcsolódva lehet bevezetni a fizikai fogalmakat: például az egyszerű gépek, és ezek megjelenése napjaink gépeiben, a szilárdságtan elemei, az építkezés anyagai, a legfontosabb elektromosságtani ismeretek – az épületek külső és belső világításának elemzésén keresztül. A közlekedés témakör a mozgás leírásához kapcsolódó legfontosabb fogalmak feldolgozását teszi lehetővé.

Tantervünkben minden esetben ajánlunk tanuló tevékenységeket, egyéneket, párokat, illetve nagyobb csoportok számára, és sok projektjellegű feldolgozásra is teszünk javaslatot. A változatos tevékenységek a differenciálást is elősegítik.

## Hogyan tanítsuk a fizikát?

- A téma tanításának kezdetén diagnosztikus értékelés keretében feltárjuk a gyerekek előzetes tudását. Ez történhet például úgy, hogy az előző témából írandó dolgozat végén vagy külön felteszünk egy-két kérdést, amely segíti tájékozódásunkat. De történhet beszélgetés keretében, esetleg mindkét módszerrel. Osztályzatot semmiképpen ne adjunk ilyenkor a gyere-

keknek, hiszen nem olyan dolgokat kérdezzük tőlük, amelyeket már tanultak! Ezt követően a válaszok függvényében tervezzük meg a gyerekek számára az adott témával kapcsolatos fogalmi váltás eléréséhez szükséges tanulási környezetet. Milyen jelenségeket fognak megvizsgálni, melyik esetben milyen munkaformában fognak dolgozni, mit fog a tanár elmagyarázni, és mit lehet esetleg már a gyerekektől elvárni stb. Tantervünkben ezt nagyon hangsúlyosan meg kívánjuk jeleníteni. Minden nagyobb témakör kifejtése előtt számba vesszük a lehetséges félreértelmezéseket és azok kezelési lehetőségeit.

- Azt gondoljuk, hogy alapvető elvek felfedezését nem lehet elvárni a gyerekektől. Például nem tudják „kitalálni” a Newton-törvényeket, az anyag részecsketermészetét stb. Ezeket a tanárnak kell alternatív magyarázatként felkínálni a gyerekek számára. Ha már megvannak a szükséges elméleti keretek, akkor lehet „felfedeztetni” is a gyerekekkel, például különböző jelenségek magyarázatát az éppen tanult elméletrendszer felhasználásával. Például amikor megismerik az anyag részecskéket, és azt kell megmagyarázniuk, hogy miként változik az anyagok térfogata melegítés vagy hűtés hatására. Persze ne gondoljuk, hogy ebben a tanár számára viszonylag egyszerűnek tűnő esetben nem lehet néhány gyerekeknek érdekes elképzelése, amelyek megjelennek a gyerekek csoportos beszélgetéseiben. Az órákon hallhatunk például olyan magyarázatot a gyerektől, hogy megnőnek a részecskék a hő hatására. Ez a magyarázat kicsit keveréke az éppen frissen tanult részecskeszemléletnek és a gyerekek előzetes tudását jelentő folytonos anyagképnek. Ilyen és hasonló esetekben a tanár legyen türelmes a gyerekekkel, és mutassa meg azt, hogy az éppen tanult új elmélet, nevezetesen itt a részecskeszemlélet, mennyivel több jelenség leírásához használható. Bár az említett konkrét esetre az ő megoldásuk sem rossz, de valójában nem az történik, hanem a részecskék gyorsabban, tágasabban mozognak, ez okozza a hőtágulást. A feldolgozás során meg lehet beszélni azt is, hogy a tudomány története során sokáig és sokan azt gondolták, hogy az anyag folytonos természetű. Tehát egyáltalán nem baj, ha néhány gyerek is hasonlóan vélekedett a feldolgozás kezdetén.

Ebben a szakaszban nagyon sokféle munkaformát alkalmazhatunk a tanórákon, továbbá a különböző projektek megvalósításának is ez az időszaka. Fontos továbbá, hogy világosan lássák a tanulók, miként is jutottak el az új ismerethez. Hogyan gondolkodtak korábban és hogyan gondolkodnak több tanórával később (metakogníció).

- Ha úgy gondoljuk, hogy már az új tananyag körülbelül háromnegyed részét feldolgoztuk, akkor érdemes formatív értékelést is közbeiktatni az egész osztály számára. Ez történhet az ismert röpdolgozat formában. De ne osztályozzuk feltétlenül, például csak annak írjuk be az osztályzatot, aki kéri. Néhány, valóban kulcsfontosságú kérdésnél a jelenség megmagyarázását kérjük a tanulóktól. Ennek szerepe az,

hogy tájékoztassa a tanárt, és természetesen a tanulókat arról, hogyan állnak a téma feldolgozásával, hogy az alapvető új elképzelést a gyerekeknek valóban sikerült-e megérteni és alkalmazni, vagy esetleg alapvető hiányosságok maradtak. Az eredmény függvényében folytatjuk a feldolgozást, gyakorlást a témáig. Ez a tanári reflexió fontos eleme: a diákok aktuális állapotának felmérése, majd az eredmények függvényében a további feladatok megfogalmazása.

Külön kell beszélnünk a *kísérletek lebonyolítási lehetőségeiről*.

- Az első lépés a problémafelvetés, például van-e a vezető drótnak is ellenállása az áramkörben?

- A következő lépések során – például csoportmunkában – a gyerekek konkretizálják a problémát, megfogalmazzák magát a kérdést, majd elgondolkoznak azon, miként is lehetne a választ megtudni. Meg kell kérdezni a természetet. Ennek módja a kísérlet. Tehát a gyerekeknek *meg kell tervezniük* a kísérletet.

- A gyerekek megtervezik a kísérletet. Hipotéziseket fogalmaznak meg a kísérlet várható lefolyásával kapcsolatban.

- Amennyiben a tanár engedélyt ad rá, a gyerekek elvégzik a kísérletet.

- A gyerekek levonják a következtetéseket. Teljesült-e az előzetes hipotézis, vagy azt el kell vetni. Ebben a szakaszban is érdemes először csoportmunkában dolgozni, amit közös megbeszélés követ.

Természetesen nem kell, és nem is lehet minden esetben ilyen szigorúan, a pontok által jelzett időrendi sorrendben végezni a feldolgozást. De az minden bizonnyal látható, hogy a gyerekek egy ilyen feldolgozás során aktívan vesznek részt a munkában, amely elősegíti fizikai ismereteik kibővítését.

## Az általános iskolai fizika tanítási céljai

Célunk, hogy a klasszikus természettudományos tartalmakat új szemléletű, alkalmazásközpontú, komplex módon mutassuk be, ötvözve a természettudomány társadalmilag releváns, a mindennapjainkat meghatározó kérdéseinek ismeretével. Mindezt a klasszikus tartalmaknak a mindennapok világából vett témakörök, csomópontok köré szervezésével képzeljük el.

A demokrácia nem lehet sikeres, ha az ország polgárai teljesen tájékozatlanok a társadalom szempontjából lényeges természettudományos kérdésekben, mint amilyen a globális felmelegedés, az energiaforrások, a géntechnológia, az atomfegyverek, az ózonpusztulás stb. Ha az átlagpolgár ismeretei nem megfelelőek ahhoz, hogy tudatosan tevékenykedjen a fizikai ismereteket igénylő esetekben, akkor az egész Föld könnyen technikai katasztrófa áldozata lehet. A társadalmi témák tanulásakor éppen ezért fontos aktuális cikkeket keresni a napi sajtóból, amelyen mind a nyomtatott, mind az elektronikus sajtót kell érteni. Ez komoly motivációs lehetőséget is rejt magában.

Fontos, hogy a diákok ne csak a szigorúan vett tankönyvet használják a tanulás során, hanem olvas-

sanak *ismeretterjesztő cikkeket* az adott témával kapcsolatban. Érdemes utánanézni, hogy van-e az *iskola könyvtárában* CD a témával kapcsolatban, illetve az interneten milyen további érdekességekhez, ismeretekhez lehet jutni.

A *televízió* napjainkban már nagyon sok csatornán közvetít számunkra műsorokat. Ezek egy része kifejezetten ismeretterjesztő csatorna, mint például a Spektrum TV, a National Geographic, a Discovery stb. Az egyes műsorok tartalmáról érdemes elgondolkozni, esetleg vitát rendezni a tanórán, hogy az megfelelt-e várakozásuknak, úgy jelenítette-e meg az adott témát, ahogyan azt a diákok elképzelték, új megvilágításba helyezte-e addigi tudásukat stb.

A diákok képességfejlesztését kívánjuk a tanítástanulás középpontjába állítani, ezért fontos célként fogalmazzuk meg a szakmai ismeretek mellett a természettudományos kutatási módszerek sajátosságainak aktív megismerését. Ilyen a „jó kérdések” megfogalmazása egy adott témával kapcsolatban, amelyre empirikus adatgyűjtést lehet tervezni. A diákok képesek legyenek kísérletek megtervezésére, önálló elvégzésére, az így kapott, valamint a témával kapcsolatos, de máshonnan származó adatok gyűjtésére és mindezek elemzésére, értékelésére, következtetések levonására, illetve további kérdések, vizsgálatok megfogalmazására. Fontos, hogy a diákok eredményeiket be tudják mutatni, mert ezáltal fejlődnek kommunikációs képességeik, amelyhez hozzátartozik a beszéd-, a vitakultúra fejlesztése, a témához való hozzászóláskor a megfelelő kérdések megfogalmazása, mások véleményének meghallgatása, a logikus érvrendszer felállítása. Fontos, hogy a beszámoló esetében a tanulók figyeljenek a fogalmak, a megfelelő szimbólumok és a mértékegységek pontos használatára, valamint arra, hogy rendszerezett, jól tagolt írásműveket (cikk, esettanulmány, poszter) készítsenek, logikus összefoglalással, táblázatokkal és grafikonokkal, grafikon-elemzésekkel. Fontos a rendelkezésre álló technikai eszközök (IKT) használata, és képesség a csoportos munkára.

Fontosnak tartjuk, hogy a tanulók megismerjék a természettudományos ismeretek kialakulásának folyamatát, vagyis a tudománytörténetet. Minden esetben át kell gondolni egy adott tudományos felismerés társadalmi hatásait, például hogy napjainkban milyen lenne az életünk nélküle. Általában a tudományos felismeréseknek az emberiség életében betöltött szerepéről is gondolkodni kell.

Egy-egy tudós életrajzával, illetve az új tudományos eredményekkel kapcsolatban a következő kérdések is hangsúlyosak:

- Milyen fontos történelmi események történtek abban a korban?

- Mi volt felfedezésének újszerűsége? Hogyan vették fel a témával kapcsolatos kérdések? Miként kezdték el vizsgálni?

- Milyen további új felismerésekben segített, illetve milyen addigi uralkodó nézetet váltott fel a felismerés? Hogyan fogadta a tudományos közösség a felismerést?

- Milyen társadalmi-gazdasági haszna volt a felfedezésnek?
- Mely felismerés gyakorlati alkalmazásának lehetnek az emberre nézve káros következményei?
- Hogyan lehetett ezeket a múltban és hogyan lehet majd a jövőben elkerülni?
- Megoldás lehet-e az, ha törvényekkel leállítjuk a tudományos kutatást, illetve egyes részterületek kutatását (pl. genetika, nukleáris technika)?

A legutóbbi évek nemzetközi felmérései alapján a természettudományok tanítása során fontos feladat az ország tanulóinak teljesítményével kapcsolatos eredményekre való reflektálás. Ezek arra hívják fel a figyelmet, hogy sok tekintetben meg kell változtatnunk a fizika tantárgy tanításával, a tanított tananyag tartalmával, tanítási módszereivel és tanulásával kapcsolatos elképzeléseket, amelyekre már utaltunk. A hagyományos elméleti jellegű ismeretek és az azokat gyakorlati feladatmegoldások mellett sokkal nagyobb szerepet kell kapjon az önálló kísérletek, vizsgálatok megtervezése, a saját elképzelések megfogalmazása, majd azok összevetése a vizsgálat eredményeivel. Ide tartozik még az adott jelenség esetében szükséges adatok felvétele, azok táblázatba rendezése, grafikus megjelenítése, különböző adatok keresése, szövegek értelmezése, viták és a vitához tartozó különböző nézőpontok megértése, érvek gyűjtése, esettanulmányok készítése, vagyis egy rendkívül komplex tevékenységrendszer biztosítása. Elképzelésünk szerint az általános iskolai évfolyamok (7. és 8.) esetében a fizika tanulása nem a hagyományos, tudományos témakörök diszciplináris feldolgozásából, hanem sokkal inkább a fent említettek tevékenységekből állna. Ezeket persze a későbbi évfolyamokon is érdemes alkalmazni.

Az általános iskolai tananyag megváltoztatását az indokolja, hogy hazánkban a tankötelezettség a diákok 18 éves koráig tart, így nem szükséges az általános iskolában minden, az eddigi gyakorlatban szokásos témát megtanítani és lezárt ismereteket adni. Ezért a 7. és 8. évfolyamokon nem a megszokott diszciplináris tárgyalásmódot követjük, amelyhez életszerű példák kapcsolódnak, hanem ezt a sorrendet mintegy megfordítjuk. Sok érdekes, életszerű példát tárunk a tanulóknak, amelyeknek persze vannak fizikai vonatkozásai. Sokkal nagyobb szerepe lehet tehát a gyakorlati vonatkozásoknak, illetve lehetőség van a fogalmak „érelésére”.

A tantervben megjelenő témakörök feldolgozása elsősorban a gyerekek érdeklődésének felkeltését, illetve fenntartását szolgálja. Sok érdekes tevékenységet javasolunk a diákok számára. A hagyományosnak mondható kísérletezés mellett fontos szerepet szánunk a könyvtári és az internetes gyűjtőmunkának, először mindenképpen tanári irányítással, hogy a diák képes legyen kiválasztani a megfelelő oldalakat, honlapokat. Az integrált szemléletet meglehetősen tágan értelmezzük. A többi természettudományos tantárgy keretében felmerülő témákon kívül hangsúlyos szerepet kapnak a társadalmi jellegű problémák is. Célunk,

hogy a diákok teljes személyiségét alakítsuk az összes kulcskompetencia fejlesztésén keresztül.

A tantervben sok, a hagyományostól eltérő témát is javasolunk, különösen a 7. évfolyamon. Több esetben dolgozunk fel a modern fizika témakörébe eső tartalmakat is: például az elektromágneses spektrumról, vagy az Univerzum kutatásáról szerepelnek ismeretek, természetesen az életkori sajátosságok figyelembe vételével. Az eddigiekhez képest hangsúlyosabb szerepet adunk a csillagászat témakörébe eső tartalmaknak, mivel azt gondoljuk, hogy ezek érdekesek a gyerekek számára. Az ismeretterjesztő irodalom témái között is előkelő helyet foglal el a csillagászat.

Az új tartalmak természetesen csak akkor kaphatnak helyet, ha több, a korábbi tantervekben szereplő régi témakört elhagyunk, illetve csak nagyon röviden említjük. Ilyenek például az egyszerű gépek és a hagyományos elektromosságtani fejezet egy része, a dinamika jelentős része, valamint az energia témakör egy része. Ezek a témakörök a középfokú oktatásban kapnak több helyet. Nem célunk továbbá az sem, hogy a hagyományos témakörökhöz tartozó alapfogalmak mindegyikét precízen bevezessük. Sokkal inkább *a fogalmak előkészítését tűzzük ki célul*, mint például a gyorsulás, a lendület, az erő, vagy a feszültség.

Fontosnak tartjuk, hogy már a fizikatanulás kezdetétől több egyszerű példán keresztül bemutassuk a természettudomány jellegzetes munkamódszerét, az empirikus vizsgálódást, és az azt megelőző hipotézisalkotást és modellalkotást. Hasznosnak tartjuk, ha a tanulók megismerik néhány, a tudomány fejlődése szempontjából fontos elképzelés kialakulásának folyamatát.

Az egyik újdonság az, hogy az optika témakörével kezdünk. De valójában azt gondoljuk, hogy szinte bármelyikkel lehet kezdeni, mivel nem épülnek szorosra egymásra az egyes egységek, amelyeket nevezhetünk divatos kifejezéssel moduloknak is. Az egyes nagyobb modulokon belüli kisebb egységek, bizonyos mértékig, szintén felcserélhetők. (Egyedül a nyomás esetében célszerű azt akkor hagyni, amikor már az erővel kapcsolatos kérdéseket feldolgozták a gyerekek, mivel számukra csak akkor lesz értelmezhető a nyomás fogalma.)

Úgy gondoljuk, hogy az általános iskolában még nem érdemes a hagyományos számításos feladatokkal foglalkozni. Ezek helyett sokkal több vizsgálati feladat, kísérletek megtervezése, kivitelezése, mérési adatok felvétele és az ezekkel kapcsolatos számítások és elemzések kaptak helyet. Munkánk során több külföldi, elsősorban angol nyelvterülethez tartozó tankönyvet tanulmányoztunk, amelyekben ezt a szemléletet láttuk. A kísérletek, vizsgálatok elvégzéséhez különböző csoportos tevékenységeket ajánlunk, az eddiginél sokkal nagyobb szerepet szánva a kulcskompetenciák fejlesztésének érdekes és változatos tartalmakon keresztül. Tantervünkben sokféle tevékenységet ajánlunk, könnyebbeket és nehezebbeket is, illetve egy-egy témakör többféle megközelítési

lehetőségeire is mutatunk példát, lehetőséget kínálva a választáshoz és a differenciált fejlesztéshez. Több ajánlott tevékenység akár projektté is fejleszthető, a gyűjtőmunkák eredményeiből poszterek készíthetők, kiállítások szervezhetőek. Azt sem tartjuk szükségesnek, hogy ezekben az egész osztály részt vegyen. Ha egy-egy témával néhány gyerek foglalkozik csak, az is értékes. Ellenben az eredményeik legyenek nyilvánosak. Esetleg más témakörrel más gyerekcsoport foglalkozik részletesebben, igény szerint. Fontos, hogy a tevékenységek során kiderüljön mind a diákok, mind pedig a tanár számára, hogy kik azok a diákok, akik mélyebben érdeklődnek a természettudományos témák iránt. Nekik érdemes többféle, akár nehezebb feladatot, tevékenységet elvégezniük. A diákok csak így tudnak dönteni arról, hogy középiskolai tanulmányaikat milyen szinten kívánják majd folytatni, valamint szeretnének-e tanulmányi versenyeken részt venni. A magasabb szintű javasolt témákat, tevékenységeket és követelményeket dőlt betűvel jelöltük.

A tanterv eredményes megvalósításának feltétele, hogy újszerű értékelési módszereket alkalmazzanak a pedagógusok. Mivel a gyerekek sok és sokféle egyéni, illetve csoportos tevékenységet végeznek, így ezek is értékelendők. A hagyományos értelemben vett osztályozás mellett fontosnak tartjuk, hogy a diákok egymás tevékenységét és saját eredményeiket is értékeljék.

Fontos szerepet szánunk az úgynevezett diagnosztikus értékelésnek, annak feltárására, hogy egy-egy témakörrel kapcsolatban várhatóan milyen a *diákok előzetes tudása*, illetve milyen jellegzetes félreértelmességek fordulnak elő. Az egyes fő témakörökkel kapcsolatban megemlítjük a várhatóan megjelenő jellegzetes, a kutatások során eddig feltárt félreértelmességeket, és feladatokat ajánlunk ezek tisztázásához. Azonban nem biztos, hogy ezek mindegyikét sikerül az általános iskolai évfolyamokon tisztázni, ellenben *itt kell elkezdeni a szükséges fogalmi váltások létrejöttéhez vezető tevékenységeket*, elemző diagnosztikus beszélgetéseket. A leginkább kritikus a mozgással kapcsolatos jelenségek értelmezése, azonban nem valószínű, hogy végbe tud menni az arisztotelészi kép felváltása a newtonival, ez nem is cél, de elkezdődik ez a folyamat.

## Az általános iskolai tantervben szereplő fejezetek

Mi mekkora? (1)

Hogyan látjuk a világot? (9)

Hideg – meleg (8)

Keletkezheth-e energia a semmiből? (3)

Mozgások körülöttünk (14)

Nyomás (7)

Elektromosság mindenhol (4)

A fejezeteknél általában nem a hagyományosan használt *optika*, *bőtan* stb. címekeket használtuk. Ezekkel a címekekkel is szeretnénk a tanulók érdeklődését felkelteni. Zárójelben a fejezethez tartozó kisebb té-

makörök számát jelöltük, amelyre azt is lehet mondani, hogy körülbelül 1-2 óra tananyaga.

Írásunk további részében tantervünkben mutatunk be néhány részletet. Minden fő fejezet előtt röviden vázoltuk a feldolgozás célját, a tanítási tartalmak leírását pedig négy oszlopba rendeztük. Az első oszlopban a hagyományos tanítási tartalmak szerepelnek, a másodikban a követelmények, a harmadikban a feldolgozáshoz ajánlott tevékenységek, mintegy szinkronban a követelményekkel. Ez a szerkezet azért fontos, hogy a tanár egymás mellett lássa, egy adott követelmény teljesítéséhez milyen tevékenységrendszerrel célszerű alkalmaznia. Ez az oszlop szinte minden esetben a leghosszabb, mivel igyekeztünk változatos tevékenységeket felsorolni, amelyek egyben alkalmasak a differenciálásra. Gondoltunk a tehetséggondozásra is, az ehhez tartozó tevékenységeket dőlt betűvel jelenítettük meg. Szakértői csoportunk középiskolai reál osztályok számára is készített tantervet. A dőlt betűvel írt tevékenységeket azoknak a tanulóknak szántuk, akiket érdekel a fizika és akik – reményeink szerint minél nagyobb számban – majd ezekbe az osztályokba jelentkeznek. Továbbá ebben az oszlopban kaptak helyet az eddigi szakirodalomban feltárt tévképzetek (amelyektől a különböző adatgyűjtések szerint a magyar tanulók sem mentesek) és azok kezelési lehetőségeire való utalások. A negyedik oszlopban a különböző tantárgyakkal való kapcsolódási lehetőségeket jelöltük. Ezen és a következő oldalon – a különböző témakörökből válogatva – az oszlopos szerkezetű tantervből mutatunk részleteket.

### *Mozgások körülöttünk*

Az általános iskolai mechanika tananyag célkitűzése a gyerekek jelentős részénél fellelhető alapvetően arisztotelészi mozgásszemlélet felváltásának elkezdése elsősorban a kinematika témakörébe tartozó példák elemzésével, és a newtoni fizika alapfogolatainak bemutatása néhány példán keresztül. Ennek elérésére szerepel tantervünkben a hétköznapi életben megfigyelhető mozgások leírása, például a közlekedésnél, a sportoknál, vagy az állatok mozgása. Miért mozognak a testek, miért állnak meg, miért gyorsulnak fel, miért kanyarodnak, miért változik meg a tárgyak alakja? Az erő fogalmát a lendületfogalom felhasználásával vezetjük be. Azért választottuk ezt a tárgyalásmódot, mert azt reméljük, hogy a tanulóknál így korrigálhatók az erő fogalmával kapcsolatban kialakult tévképzetek. Az egyik jellegzetes tévedés az, hogy az erőt a testhez és nem pedig a kölcsönhatáshoz kötik. Tehát a gyerekeknek van egy olyan természetes fogalmuk, amely a test mozgásállapotához kapcsolódik. Ehhez a meglévő elképzeléshez célszerű hozzákötni a lendület fogalmát, majd pedig az erő fogalmat úgy használni, mint ami megváltoztatja a test lendületét. A test lendülete a környezettel való kölcsönhatás eredményeképpen változhat meg, és e kölcsönhatás leírására használjuk az erő fogalmát. Az erő definícióját azonban nem adjuk meg, de sokféle helyzetben használjuk a fogalmat.

**Hogyan látjuk a világot?** témakörből kiemelt részletek

A témakör tanítási tartalmi problémák	Követelmények, kompetencia-fejlesztési lehetőségek	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
<p>Mit látunk a csillagos égen? Nap, Hold, csillagok, bolygók, galaxisok, gázködök.</p> <p>A Naprendszer szerkezete és a róla alkotott kép kialakulása, bolygók és holdjaik, fogyatkozások és fázisok.</p> <p>Mindent tudunk-e már a világról? Modellek és szerepük a megismerésben, mint az analógiák egyik fajtája. A tudományos kutatás mint folyamat.</p>	<p>Tudja, hogy a csillagok elsődleges fényforrások, míg a bolygók és a holdak csak visszaverik a Nap fényét. El tudja mondani a Naprendszer szerkezetét, tudja, hogy a Nap is egy csillag. El tudja magyarázni és egyszerű modellen bemutatni a fogyatkozások és a fázisok létrejöttét. Tudja, hogy a modellek alkalmazása a természettudományos megismerés fontos eszköze. A tanuló legyen tisztában azzal, hogy az Univerzumból alkotott kép miként alakult az emberiség történetében, és hogy napjainkban is folytatódik a kutatások. A beszélgetések és a gyűjtőmunkák során fejlődnek az állampolgári és kommunikációs kompetenciák.</p>	<p>Tanulmányozzák a Nap, a Naprendszer bolygóinak és azok holdjainak jellegzetességeit, ezek megismerési módszereit. Modellezzék a fogyatkozások és a bolygómozgásokat! (Fontos e két jelenség egymástól való elkülönítése.) Gyűjtőmunka arról, hogy milyen elképzelések voltak az emberiség történetében az Univerzumból (geocentrikus és heliocentrikus elképzelések). Ptolemaiosz, Kopernikusz, Galilei, Kepler munkásságának feldolgozása differenciált csoportmunkában. Egyúttal annak tisztázása, hogy mi a bolygó és mi a csillag. Életrajzi szövegek elemzése (forráskeresés), portrék megtekintése. Időszalag készítése megadott szöveges források és képek alapján. Képek és leíró szövegek párosítása. A felfedezések és jelentőségük rövid leírásának párosítása, tablóképzés. Gyűjtsék össze az Univerzum kutatásának eszközeit. Hol található nagy teleszkópok? Ezekben milyen optikai eszközök találhatóak? Beszélgetés a tudományos kutatásról, annak szükségességéről, módszereiről, a tudományos ismeretek alakulásáról.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• földrajz</li> <li>• csillagászat</li> <li>• történelem</li> </ul>
<p>Mitől függ az éghajlat alakulása? Mi a fény szerepe az éghajlat alakulásában? Éghajlat, évszakok.</p>	<p>A tanuló legyen képes elmagyarázni az éghajlati övek és az évszakok létrejöttét a napfény beesési szöge alapján, egyszerű modellek használatával.</p>	<p>Az éghajlati övek és az évszakok magyarázata csoportmunkában. Tisztázása annak a tévképzetnek, hogy akkor van a legmelegebb, amikor a legközelebb van a Föld a Naphoz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• földrajz</li> <li>• csillagászat</li> </ul>

**Hideg – meleg** témakörből kiemelt részlet

A témakör tanítási tartalmi problémák	Követelmények, kompetencia-fejlesztési lehetőségek	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
<p>Hőtágulás és kísérleti vizsgálata különböző halmazállapotú anyagok esetében, gyakorlati vonatkozások feltérképezése.</p>	<p>Képes legyen a hőtágulás kísérleti vizsgálatára különböző halmazállapotú anyagok esetében.</p> <p>A jelenség részecskeképpel való magyarázata.</p>	<p>Szilárd, folyadék és gáz halmazállapotú anyagok hőtágulásának vizsgálata differenciált csoportmunkában. Hipotézisek megfogalmazása arról, hogy melyik esetben várható a legnagyobb mértékű változás. Analogiák keresése a részecskeképhez, például homok, liszt... A gyerekek alkossanak analogiákat. Beszélgetés a modellalkotás folyamatáról, az egyes változások leírásához használható modellekről. A folytonos anyagkép és a részecskeszemlélet közötti különbségek számbavétele, a modellek alkalmazhatósági határainak megbeszélése.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kémia, részecskekép</li> </ul>

## Keletkezhet-e energia a semmiből? témakörből kiemelt részlet

A témakör tanítási tartalmi, problémák	Követelmények, kompetencia-fejlesztési lehetőségek	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
Csak a Földön, illetve a Naprendszerben vannak-e különböző energiaátalakulások? Mi a helyzet a világűrben? A Földön milyen nagyenergiájú folyamatokat tudnak előidézni speciális berendezésekben?	Képes legyen példákat felsorolni arra, hogy az Univerzumban milyen nagy energiaátalakulási folyamatok mennek végbe: például szupernóva-robbanás. Elemi szinten tudja, hogy a nagy részecskegyorsítókban ilyen jellegű folyamatokat tanulmányoznak; például CERN-ben az LHC.	Gyűjtőmunka az Univerzumban végbemenő folyamatokról. Beszélgetés a tudományos kutatásról, annak szükségességéről, hasznáról.	<ul style="list-style-type: none"> <li>csillagászat</li> <li>űrkutató</li> <li>társadalomismeret</li> </ul>

## Mozgások körülöttünk témakörből kiemelt részlet

A témakör tanítási tartalmi, problémák	Követelmények, kompetencia-fejlesztési lehetőségek	Javasolt tevékenységek	Kapcsolatok
Közlekedés régen, napjainkban és a jövőben.	Értse meg, hogy a közlekedés fejlődése hatással van a társadalmi változásokra.	Gyűjtőmunka a közlekedés és az űrkutatás eszközeiről.	<ul style="list-style-type: none"> <li>történelem</li> <li>közlekedési eszközök fejlődése</li> <li>űrkutató</li> <li>társadalomismeret</li> </ul>

## Irodalom

G. Blake, D. Brown, J. Hayward, J. Locke, K. Ward: *AQA Science. Applied Science*. (Sorozatszerk. L. Ryan) Nelson Thornes Ltd., 2006.  
S. Holyman, P. Routledge, D. Sang: *FUSION, Science 11–14*. (Sorozatszerk. L. Ryan) Nelson Thornes Ltd., 2008.  
J. K. Hackett, R. H. Moyer, D. K. Adams: *Merril Science*. Merril Publishing Company, USA, 1989.  
Korom E.: *Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2005.

Marx Gy.: *Jövönk az Univerzum*. Magvető Kiadó, Budapest, 1969.  
Nahalka I.: *Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002.  
Radnóti K., Nahalka I. (szerk.): *A fizikatanítás pedagógiája*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2002.  
*Science and Technology. The Ontario Curriculum Grades 1–8*. A tanterv letölthető a Kanadai Oktatási Minisztérium honlapjáról: <http://www.edu.gov.on.ca>.

# SZUBJEKTÍV TANSZÉKTÖRTÉNET

Kovács László  
Nyugat-Magyarországi Egyetem, Szombathely

Marx Györgytől kölcsönöztem a címet, hisz vele kezdődik a történet. Marx professzor úr 1983 tavaszán egy este felhívott telefonon, s megkérdezte: „Akarsz tanszékvezető lenni?” „Igen” – volt a meglepett hangú, de határozott válasz. Így szerettem volna kezdeni a *Vélemények* rovatba szánt, *Hogyan lettem tanszékvezető?* című írásomat. Azonban úgy alakult, hogy helyette egy átfogóbb tartalmú és objektívebb hangvételű cikk jelent meg a *Szemle*ben.<sup>1</sup>

Intézményünk 2009-ben ünnepelte fennállásának félévszázados jubileumát. Díszes évkönyv jelenik meg ebből az alkalomból. Egy évkönyv lehet bármilyen terjedelmű, az intézmény egyes egységeire nem sok hely jut – az 50 éves múltra visszatekintő tanítóképzés és mi is csak két oldalt kaptunk. Szerencsénkre rendelkezésünkre áll a *Szemle*, ahol leírhatom azt, ami az évkönyvbe nem fért bele.

## Oktatás, nevelés

1983 szeptemberében 22 matematika-fizika szakos hallgató, 1984-ben pedig közel ugyanennyi technika-fizika és kémia-fizika szakos hallgató kezdte meg

tanulmányait az újonnan megalapított Fizika Tanszéken, amelynek folyosóját, előterét egyre bővülő fizikus arcképcsarnok és fizikus szobrok díszítik. A fizikusokról elnevezett laboratóriumok folyamatos felszerelése után a Felsőoktatási Fejlesztési Alaptól nyert 3 millió forintból 1989-ben *Almási István* és *Molnár László* tervei alapján korszerűsítettük az előadótermet, a kutató és a hallgatói laboratóriumainkat.

A Fizika Tanszéken kezdettől fogva azért dolgoztunk, hogy a leendő fizikatanárokkal megszerettessük a fizika tudományát és a tanítás művészetét. Felsorolom a célunk eléréséhez alkalmazott legfontosabb sajátos, egyéni módszereinket. Munkánk alapja a hallgatók tisztelete és az emberséges bánásmód. Ezt azért fontos hangsúlyozni, mert kis országunkban több olyan tanszék is ismerünk, ahonnan elvándoroltak a hallgatók, ahol elnéptelenedtek szakok az oktatók embertelen bánásmódja miatt.

Az *Öveges-délután*okon – *Haramia László* és *Molnár László* ötlete alapján – a harmadéves hallgatók saját készítésű, egyszerű kísérleteiket mutatták be. Nagyon

<sup>1</sup> Kovács L.: Új fizika tanszék a szombathelyi Tanárképző Főiskolán. *Fizikai Szemle* 39 (1989) 232–234.