

Tanulmányok a levelező és részismereti tanárképzés tantárgy- pedagógiai tartalmi megújításáért – természettudományok



3. FEJEZET

A fizika tantárgy 2084-ben

EGRI Sándor – MÁNDY Tihamér – VARGA Klára

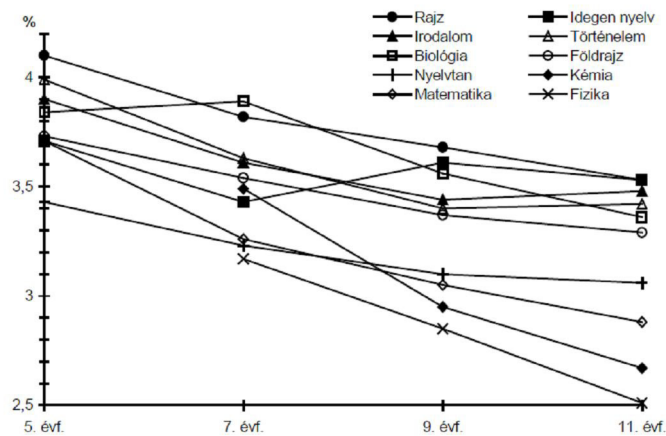
1. A fizikatanár kutyaszorítóban

A természettudományok, köztük a fizika tanításával, tanulásával kapcsolatos problémák közismertek. Statisztikai adatok, tudás és attitűd vizsgálatok, felmérések és a szubjektív tapasztalat is megerősíti, hogy a természettudományok tanításával, tanulásával baj van.

A tanulók alkalmazni képes tudását hivatott vizsgálni a PISA (*Programme for International Student Assessment*, azaz „A nemzetközi tanulói teljesítménymérés programja”) felmérés. A kilencvenes évek végén indult felmérést a legfejlettebb államokat tömörítő Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet (OECD) hozta létre, melynek Magyarország 1996 óta tagja. A PISA monitorozó jellegű felmérésorozat, amely három területen (alkalmazott matematikai, alkalmazott természettudományi műveltség és szövegértés) vizsgálja a tizenöt éves tanulók képességeit. A felmérés három évenként történik. A legutóbbi 2012-es vizsgálat eredménye az alábbiakban foglalható össze: hazánkban nagyok a különbségek a szerényebb és a jobb háttérrel rendelkező tanulók eredményeiben, és más országokkal összehasonlítva kevesebb az olyan tanuló, aki gyenge szociális, kulturális és gazdasági háttere ellenére is jó eredményt képes elérni. Az OECD-országok átlaga matematikából 494 pont volt, természettudományból 501, míg szövegértésből 496. Ehhez viszonyítva a magyar tanulók átlageredménye matematikából 477 pont volt, amellyel a 26–30. helyen állnak. A természettudományból elért 494 pont, a 19–26. helyre sorolja őket, a szövegértésből kapott 488 pont a 18–27. helyre elég. Összehasonlítva a korábbi eredményekkel elmondható, hogy míg a szövegértésben nyújtott teljesítményünk statisztikailag a 2000–2009. évi eredményeket hozta, addig a matematika és a természettudomány átlageredményünk szignifikánsan alacsonyabb lett, mint a korábbi években. A digitális szö-

vegértés területén elért átlageredmény a hazai diákoknál 450 pont volt, a számítógépes matematika területén 470 pont. Mindkét területen eredményeink szintén az OECD-átlag alatt voltak, a részt vett 32 ország között a 26–29. helyen végeztek tanulóink. Azaz majdnem az utolsó helyen. A PISA-felmérés kitér a tanulók szociális, kulturális, gazdasági körülményeinek vizsgálatára is. A felmérés ilyen irányú kiértékelése kimutatta, hogy hazánkban a felsorolt területek számottevően befolyásolják a tanulók teljesítményét. Több hazai vizsgálat is mutatja, hogy a középiskolából kikerülő diákok egyharmada szinte semmilyen fizikával kapcsolatos tudással nem rendelkezik, világképét az elemi iskola előtti, a közvetlen érzékszervi tapasztalatokon alapuló naiv látásmód jellemzi (Radnóti 2009, Szabó 2009, Egri 2013). A diákok gyenge teljesítménye veszélyezteti a műszaki szakemberek, mérnökök képzését is.

A tantárgyakkal, közöttük a fizikával kapcsolatos attitűdöt Csapó Benő vizsgálta részletesen (Csapó 2000). Az egész országban végzett felmérés során a tanulók 1-től 5-ig terjedő számokkal jelölték, hogy mennyire szeretik az adott tárgyat.



1. ábra

A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök az iskolai évek függvényében

3. ábra

Kiemelve a hivatkozott cikkből

A cikkből kiemelt ábra mutatja az eredményt. A fizika egyértelműen a legkevésbé kedvelt tantárgy. Ezt a tényt azóta több hasonló felmérés is megerősítette (Csíkos 2012).

Ezek után nem meglepő, hogy a fizika tanárok képzése is nehéz helyzetbe került.

A debreceni fizikatanár képzés nagy hagyományokra tekint vissza. Az 1985-ben induló matematika-fizika szakos évfolyam nagyjából 70 fős volt, és körülbelül ugyanennyien kaptak diplomát 1991-ben. Az évfolyam szerencsés módon elkerülte a nagy szórócentrumokat és inkább gyarapodott az évek során. 2000-ben még mindig két gyakorlati csoportra volt szükség a fizika-tanárszakos hallgatók oktatásához, ekkor 15 és 20 között mozgott a létszám.

Az elmúlt években a hallgatói létszám tovább csökkent. 2004/2005-ben 3 fizikatanár szakos hallgató gyakorolt a gyakorlóiskolában a hagyományos öt éves képzés abszolút minimumát állítva fel. 2005/2006-ban ez a szám 5 volt, majd a következő években 9, 6, 10. A gyenge növekvő tendencia talán a mind erősebbé váló tanárhiány következménye.

A bolognai folyamat során kialakult kétciklusú képzésben lényegében elfogytak a fizika tanárszakos hallgatók, az újra bevezetett 5 éves képzésben visszatérni látszik a tíz körüli létszám. A helyzet az ország más képzőhelyein sem volt jobb.

Összegezve tehát: A statisztika szempontjából átlagos magyar diákok nem tudják a fizikát, nem szeretik a fizika tantárgyat és nem is kívánják tanítani. E miatt az elkövetkezendő évtizedben a fizika szakos tanárok egyre növekvő hiányára kell felkészülni.

Ugyanakkor ismeretes, hogy a 70-es, nyolcvanas években diákjaink a világ legjobbjai közé tartoztak, a fizika tanár a tantestület megbecsült tagja volt!

Mi okozta ezt a kedvezőtlen fordulatot?

Az egyik fő ok, hogy a rendszerváltás mentén megalkotott tantervi reformok jelentősen lecsökkentették a fizika óraszámát minden iskolatípusban.

	6. évf.	7. évf.	8. évf.	Σ	9. évf.	10. évf.	11. évf.	12. évf.	Σ
1978	2	2	2	6	2	2	3	2	9
1984	2	1.5	1.5	5	2	2	3	2	9
2000	–	2	1.5	3.5	1.5	2.5	2	-	6
2003	–	1.5	1.5	3	1.5	1.5	2	-	5
2014	–	1.5	1.5	3	2	2	2	-	6

1. táblázat

A fizika óraszámok alakulása

Ezekkel az óraszámokkal az OECD (Gazdasági Együttműködési és Fejlesztési Szervezet) országok között az egyik legalacsonyabb óraszámú iskolarendszert működtetjük. Vannak olyan országok (USA, skandináv országok, Japán), ahol az óraszámok általában minden tantárgyból magasabbak, több időt töltenek a tanulók az iskolában. Ezekben az országokban úgy alakították ki az iskolarendszert, hogy a diákoknak otthon keveset kelljen tanulniuk. Talán e miatt is van úgy, hogy a finn iskolákban a szegényebb és rosszabb szociális körülmények között élő családok gyermekeinek közel ugyanolyan esélyük van a versenyképes tudás megszerzésére, mint a tehetősebb családok gyermekeinek. A magyar iskola ezzel szemben inkább kirekesztő.

Ahhoz, hogy a gyakorlatban is alkalmazni képes tudást szerezzenek a tanulók, valóban irreálisan alacsonyak fizikából az óraszámok. Mint az 1. táblázat is mutatja, az óraszámok az 1978-as évihez képest 33%-kal csökkentek a középiskolákban, 50%-kal az általános iskolákban. Akkor még az általános iskolák 6. osztályában is volt fizikaoktatás, heti 2 órában. Ugyanakkor a jelentős óraszám csökkentés ellenére a tananyag szerkezete, mennyisége megmaradt (Szabó 2009).

A fizikát tanítók egy darabig reménykedtek abban, hogy a magasabb óraszámok visszatérnek. Nem így történt, és ma már tanár sem lenne, aki megtartaná a fizika órákat. Az idő szorításában a tanítás stílusa kedvezőtlen irányba változott. A megértést segítő, a tevékenység örömét adó kísérletek lassan elmaradtak, a tananyag feldolgozása eltolódott a feladatmegoldás irányába. Természetesen erre is szükség van, de elméleti ismeretek nélkül nem lehet feladatot megoldani, illetve az ismeretek gyakorlati alkalmazására, fizikatörténeti ismeretek feldolgozására is nagy szükség

van. Ez megtörténhet a tanítási órákon, az órán kívüli foglalkozásokon, tanulmányi kirándulásokon (üzemlátogatás, Csodák Palotája, Varázstoronny, Varázskuckó, stb.). Ezek a programok színesíthetik az általános iskolai fizikaoktatást is.

Károlyházi Frigyes a fizikát féltő, azért aggódó tanulmányában (Károlyházi 2007) két további a tantárgy helyzetét kedvezőtlenül befolyásoló tényezőt emel ki.

Az egyik a 20 század elején megszülető modern fizika. A klasszikus fizikában a megértést szemléletes modellek segítik, amelyek összhangban vannak a hétköznapi tapasztalt világgal. A részecskéket parányi testeknek gondolhatjuk, és érzékletes képünk van a mozgásról is. A tanulási folyamatot segíti a józan ész, a természetes logika. A modern fizika olyan elméleteket alkotott meg (általános és speciális relativitás elmélet, kvantumfizika) amelyek megértéséhez a tanulónak meg kell haladnia a természetes érzékelés során szerzett, szereshető tapasztalatait. A mikrorészecskék többé nem tekinthetők golyóknak, egyszerre lehetnek jelen az atom körüli tér egymással akár nem is érintkező tartományaiban. A tér és az idő természetes fogalmait át kell gondolni hogy megérthessük: A fény sebességénél fizikai hatás nem terjedhet gyorsabban, az idő „máshogy telik” az egymáshoz képest nagy sebességgel haladó vonatkoztatási rendszerekben, az elemi részecskék sokan vannak és belső szerkezettel rendelkeznek. A modern fizika érkézfeszítő világával kapcsolatban írja Károlyházi:

„A tudósok nem félnek többé a szemléletellenestől, inkább tobzódnak benne (bébiuniverzumok, féreglyukak, kognitív tudományok).”

Az internet (stb.) révén mindenki mindenről hall, „minden poén le van löve”.

*Ilyen körülmények között ugyan miért kötné le az iskolában a diákokat egy-egy jelentéktelennek tűnő, „uncsi” részlet? Mi értelme kibogarászni, hogy ha kétszeres magasságból ejtek le egy testet, akkor nem kétszer akkora idő alatt esik le, hanem bonyolultabban? „Mi szükségem lesz az életben arra, hogy ezt pontosan tudjam?”–kérdézheti bármelyikük. (Még csak azt se mondhatjuk, hogy a jégsezkrény, vagy a higanyos lázmérő miatt fontosak a fizika elemei.). **Két-három generációval ezelőtt a fizika-tanítás – bár divat volt rettegni tőle – igenis tudott imponálni, és logikus lépésekkel, nyugodt tempóban haladva képes volt rávilágítani a szabatos gondolkodás erejére. Izgalmas dolog lehetett megérteni, hogy az elengedett lufi azért esik felfelé, mert a Föld minden testet vonz. De ma, a mo-***

dern fizika árnyékában? Minden esély megvan rá, hogy a fizikaóra mese-délutánna züllik időutazásról, fekete lyukakról. És még ez sem kecsegtet „fegyverszünettel”! A káoszban a tanár nem tudhat – mert nem is lehet – minden kérdésre kapásból kielégítő választ adni, és az osztály vadócainak könnyen támadhat olyan „meglátása”, hogy egyikre se tud. Hová hígul s enyész így Rátz László (Wigner Jenő szeretett tanára) tekintélye?”

Szinte csak mellékesen érdemes megjegyezni: A tanár tekintélyének romlásához vezet, ha tantárgya mellékszereplő az adott iskolatípusban (a fizika általában az), vagy ha a diáknak jobb „cuccai” vannak, mint neki.

De mit tehet a tanár? Hogyan vívjon ki rokonszenvet és megbecsülést? – teszi fel a kérdést Károlyházi. Itt és most válasz nélkül hagyva a kérdést nézzük meg a fizikatanár nehéz helyzetének egy összefoglalását (Károlyházi 2007):

A fizikatanár kutvaszorítóban:

1. *Az új eredmények (találgatás, önreklám is) ránk zúdulnak, akár tesszik, akár nem.*
2. *A teljes értékű megértés, tájékozódás igen nagyfokú absztrakciót, szigorú gondolkodást igényel.*
3. *Kézenfekvő gondolat: legalább a hagyományos, a szemlélet számára hozzáférhető jelenségek világában szerezzünk tréninget a precíz gondolkodásból.*
4. *A gyereket ez mélységesen nem érdekli, legfeljebb meséket hajlandó hallgatni lézerekardokról és fekete lyukakról.*
5. *A későbbiekben aztán az ifjú a felszínes, bensőséges élményt nem adó „halandzsából” is kiábrándul, lelkét megkaparintja a tudományellenesség valamelyik ördöge. (Együttérzés a csodadoktorokkal, ellenszenv a begyepesedett tekintélyelvűekkel szemben stb.)*

2. Próbálkozások a fizika hatékonyabb tanítására

A természettudományok népszerűtlensége, a tananyag átadásával kapcsolatos problémák világszerte megjelentek a 80-as években. Az Amerikai Egyesült Államokban Physics Education Research néven indult kutatás-sorozat a fizika oktatásának javítására. A természettudományos szakmák népszerűsítésére, az oktatás fellendítésére összefogtak a fizikusok, az iskolai élet szereplői, a kormány. Angliában például Stimulating Physics

Network a fizika oktatását és népszerűségét javító program neve, aminek keretében az egyetemeken képzett tutorokat (trénereket) küldtek az iskolákba, ahol a tanárokat képezték tovább, megismertetve velük a hatékonyabb tanítás lehetőségeit. Az eredményeket a minden tanuló tanulmányi eredményeit, továbbtanulási útját rögzítő adatbázis segítségével követték nyomon.

2.1. A fizikai tudás szerkezete és a megértés

A fizikai tudás mibenlétét több kutató is megpróbálta feltárni. A fizika oktatása során nem elégszünk meg azzal, hogy a diákok képesek bizonyos problémák megfejtésére és feladatok megoldására. Azt gondoljuk, hogy ez a képesség akkor értékes, ha megértésen alapul. A fizikai mennyiségek közötti kapcsolatokat megfogalmazó egyenletekkel való számolásnak a megértéssel kell párosulnia. Sherin azt vizsgálta, hogyan gondolkodnak az egyetemisták, amikor fizikai problémákat oldanak meg (Sherin 2006). A vizsgálat során elemzett egyik probléma a következő volt: Tegyük fel, hogy egy ugyanolyan anyagból készült nagyobb és kisebb méretű téglatestet lökünk meg az asztallapon ugyanakkora kezdősebességgel. Vajon melyik tesz meg nagyobb távolságot ameddig megáll? A helyes válasz a kérdésre az, hogy pontosan ugyanakkora távolság megtétele után állnak meg. Vagy feladott egy másik, hasonló problémát: Két testet ejtünk el egy bizonyos magasságból. A két test teljesen egyforma, de az egyikük tömege nagyobb. Melyik test állandósult sebessége lesz nagyobb? Sok hasonló megfigyelést követve **az összetett problémákon való gondolkodás közben a diákok – Sherin megfigyelése szerint – úgynevezett szimbolikus formákat használtak, mint a gondolkodás tovább már nem bontható egységeit.** A szimbolikus forma egyik része egy sablon, ami olyan, mint egy nyitott mondat.

Például a $D=D$ egyenlőséget kifejező sablon esetében a D helyén bármilyen fizikai mennyiség, vagy kifejezés állhat. Ez az egyszerű sablon egy egyszerű a fizikai gondolkodás során használt sémának, az egyenlőségnek a matematikai leírására alkalmas. Az ellentétes fizikai hatások esetében a $D-D$ sablon segítségével lehet matematikai formába önteni a megfelelő fizikai tartalmat. A diákok gondolkodás közben néhány ilyen sablonból és a mögötte lévő egyszerű sémából álló szimbolikus formát használnak fel, esetenként kreatívan kombinálva azokat. Sherin modelljének elődje di Sessa elképzelése. **Andrea di Sessa szerint gondolkodás közben az érzékelés során megismert egyszerű sémákat használunk,**

amelyeket di Sessa p-prímeknek (phenomenological primitive) nevezett el (di Sessa 1993). Az Ohm-primitív szerint a nagyobb erőfeszítés eredménye is nagyobb lesz, ahhoz hasonlóan, ahogyan a nagyobb feszültség hatására nagyobb áram folyik át a fogyasztón. Ez a gondolatmenet sikeres lehet bizonyos esetekben. A mechanika tanítását viszont a tapasztalatok szerint megnehezíti az a hétköznapi tapasztalatokon alapuló vélekedés, hogy a mozgás fenntartásához erő kell, azaz az erő okozza a mozgást. Ha megkérdezzük a gyermekeket hogy a Nap vagy a Föld nagyobb-e, sok esetben kapjuk az érzékszervek sugallta választ: a Föld nagyobb, mint a Nap. P-prím az az állítás is, ami szerint „ami távolabb van, annak a hatása gyengébb”. Ezért, ha megkérdezzük bennünket, hogy mi okozza a téli hideget hajlamosak vagyunk azt válaszolni, hogy akkor a Nap távolabb van tőlünk. Pedig, mint csillagászati tanulmányainkból tudjuk nem ez az igaz ok, hiszen például amikor az északi féltekén tél tombol, akkor a déli féltekén nyár van. A Föld pedig ugyanolyan távol van a Naptól.

2.2 Az előzetes tudás fontossága és finomítása

Az emberi elme működését sok szempontból lehet egy számítógép működéséhez hasonlítani. Nagyon érdekes véletlen (?), hogy a biológiai és technikai rendszerek egyaránt elektromos jeleket használnak az információ kódolására. A számítógépes programozók ritkán írnak meg egy teljes programkódot. Általában mások által megírt függvényeket, eljárásokat illesztnek össze olyan módon, hogy a program végül az általuk kívánt módon tevékenykedjen. Különösen az objektum-orientált programozásban érvényesül ez a szemlélet. Hasonlóan modellezhető az emberi elme is. A gondolkodás során a korábban már megírt programokat, elemi sémákat próbáljuk kissé módosítva, átrendezve felhasználni. Hasonló ez ahhoz, amikor egy olyan állatot szeretnénk lerajzolni, ami nem létezik. Valószínű, hogy az állat valóban furcsán fog kinézni, de részleteiben a már korábban ismert állatok formáit fogja felidézni a rajz. **Nyilvánvaló, hogy a tanításnak támaszkodnia kell a diákok meglévő forrásaira, legyenek azok a tudományos felfogással szinkronban, vagy éppenséggel ellentétben** (Hammer 2000). A tapasztalt tanár tisztában van a diákok elképzeléseivel és olyan magyarázatokkal szolgál, ami segíti őket a megismerés során. A mechanika tanításának egy másik érdekes pontja az asztalra helyezett könyv esete. A diákok általában berajzolják a könyvre ható gravitációs erőt, de gyakran állítják azt, hogy az asztal nem fejt ki

erőt a könyvre. Hiszen senki sem látott asztalra helyezett könyvet elrepülni. Ismét az „erő okozza a mozgást” vélekedéssel találkozunk. A másik rejtély, hogy hogyan képes az asztal mindig éppen akkora erőt kifejteni, ami éppen egyensúlyban tartja a rá helyezett tárgyakat. Honnan tudja az asztal, hogy most két könyv van rajta és kétszer akkora erőt kell kifejtenie? Sokan inkább azt képzelik, hogy az asztal nem fejt ki erőt, csak blokkolja a könyvre ható gravitációs erőt. Ugyanakkor érzékletes és könnyen elfogadható tapasztalat, hogy a rugó által kifejtett erő függ a rugó megnyúlásától. Ha jobban megnyújtom a rugót, nagyobb erőt fejt ki. A rugóra függesztett test – az asztalra helyezett könyvhöz hasonlóan – egyensúlyi helyzetbe kerül, a rugó megfelelő mértékű megnyúlása mellett. Ha az asztallapot egy nagyon erős rugónak képzeljük, nem fogjuk elfelejteni az általa kifejtett erőt. Amikor a diákok kérdéseinkre próbálnak válaszolni gyakran rossz helyesen keresgélnek. Ilyenkor a figyelmük megfelelő irányításával néha sikerül elérni, hogy a helyes séma aktiválásával javítsák az elkövetett hibát. Nagyon tanulságosak Newton 3. törvényével kapcsolatos elképzeléseink. Egy tipikus problémahelyzet ezzel a törvénnyel kapcsolatban: egy ló húz egy szekeret. Newton harmadik törvénye értelmében a szekér ugyanakkora erővel húzza a lovat, mint a ló a szekeret. Miért megy akkor mindig a szekér a ló után, és sohasem fordítva? A diákok egy része hajlamos azt válaszolni, hogy a ló mégiscsak nagyobb erővel húzza a szekeret. Amikor eldobom a kislabdát, én fejttem ki a labdára a nagyobb erőt, hiszen a labda repül el. Bizony finomítani kell a diákok gondolkodásán, hogy elhiggyék, a labda pontosan ugyanakkora erőt fejt ki, mint a dobó. Alkalmas erre a következő példa:

Egy $2M$ tömegű kocsit egy álló, M tömegű kocsinak ütközik. Sokan gondolják, hogy az ütközés során az M tömegű álló kocsi hat a nagyobb erőt. Honnan ered ez a vélekedés? A hétköznapi tapasztalat azt sugallja, hogy a kisebb tömegű testek rosszabbul járnak az ütközések során. Gondoljuk el, hogy ha egy motoros a kamionnak ütközik, mit érez a motoros és mit a kamion. Miért? Mert a motorosra hatott a nagyobb erő. A valóság azonban az, hogy a hétköznapi tapasztalat helyes. Az ütközés hatása a motorosra, a kis M tömegű kocsi nagyobb. Ebben a formában ez az állítás egy megdönthetetlen p -prím. A kisebb tömegű, könnyebb dolgok rosszabbul járnak. Azonban mit is jelent ebben a mondatban a hatás szó? Akik a hatás szó helyébe az erő nevű fizikai mennyiséget helyettesítik a p -prím finomítása során, azok Newton 3. törvényével ellentétes ered-

ményre jutnak, esetleg azt fogják gondolni, hogy a harmadik törvényt csak a fizikusok találták ki. Ha azonban a hatás szó helyére a gyorsulás nevű fizikai mennyiség kerül, a válasz összhangban maradhat Newton 3. törvényével. A fellépő erők ugye ugyanakkorák, ám az általuk okozott sebességváltozás nem. A kisebb tömegű test gyorsulása lesz nagyobb! Lényeges tehát, hogy hogyan finomítjuk a tanítás során a diákok már meglévő sémáit, illetve milyen sémákat aktiválunk a magyarázat során.

2.3. Új, a tanulók nagyobb aktivitására alapozó oktatási módszerek

A fizika oktatásának egyik hagyományos módszere a frontális munka, amikor a tanár egyszerre dolgozik az egész osztállyal. Van, hogy egyszerűen elmondja az anyagot, van, hogy kérdésekkel vezeti a diákok figyelmét. A diákok a tanár gondolatmenetét követve mindegy megkapják mesterük tudásának esszenciáját. Sajnos ez a folyamat ritkán sikeres, mivel a diákok előzetes ismeretei általában elégtelenek az anyag gyors felfogásához. Az előadáson hamar passzív résztvevőkké, hallgatókká válnak. Esetenként képtelenek figyelni, folyamatosan beszélnek vagy más tevékenységet folytatnak. Ugyancsak hagyományosan, a fizika oktatása során a tanár kísérletek bemutatásával illusztrálja az anyagot, bemutatva a tudományos megismerés munkamódszerét. A gyakorlatokon a diákok is végezhetnek méréseket, számolásokat. A táblai gyakorlatok és labormunka során a diákok cselekvő és aktív részesei lehetnek a tanulási folyamatnak. Sajnos az idő és tanárhiány miatt először az ilyen aktív és cselekvő részvételt kívánó kiscsoportos gyakorlatok szűnnek meg, vagy válnak formálissá. 40 embernek nem lehet labort vagy gyakorlatot tartani, ismét csak előadást. A fizika tanításának hatékonyságát esetenként növeli, ha a diákokat sikerül jobban megmozgatni. Az úgynevezett új tanítási módszereket, amilyen a projekt-módszer, a kutatómódszer, vagy a probléma-alapú tanulás a konstruktivista tanulásfelfogás ihlette. E szerint a tudás nem adható át, ahogyan vizet töltünk a teli kancsóból az üresbe. A tudást a diák saját maga hozza létre, építi fel, leginkább aktív tevékenység, problémamegoldás közben. **Az Egyesült Államokban a colorádói egyetemen Carl Wieman Nobel-díjas fizikus vezetésével keresik a fizika tanításának hatékony módjait** (Wieman 2008). Az általuk kifejlesztett interaktív szimulációk (Phet 2014) használatával a diákok virtuális kísérletezés során akár maguk is felfedezhetik a fizika törvényeit. A sikerek mellett komoly kételyek is felmerülnek a kognitív pszichológia oldaláról

(Kirschner 2006). E szerint az emberi megismerés alapját az elsajátított, megtanult minták jelentik, ezeket a hagyományos módon kell és lehet a diákoknak megtanítani. A megismerés során a próbálgatás, felfedezés valójában felesleges akadályt jelent, olyan vargabetűket, amelyek lelassítják a folyamatot. Gyakorlati oldalról látható, hogy a szimulációk használata fenyegetheti a valódi kísérletezést, a valóság helyett az energiák magának a szimulációs programnak a használatára fordítódnak, a sok részlet egy darabig leköti a diákok figyelmét, de a szimulációk használatával nem mindig sikerül mélyebb megértéshez juttatni a gyerekeket.

2.4. A kognitív pszichológia eredményeinek alkalmazása

Akár számítógép segítségével szeretnénk a tanítás hatékonyságát növelni, akár más módon, célszerű figyelembe venni a kognitív pszichológia újabb felismeréseit (Sweller 1998). Az Atkinson – Shiffrin memória modell (Fillmore 2008) szerint az emberi memória 3 részből áll. Ezek az érzékszervi memória vagy szenzoros regiszter, a munka memória és a hosszú távú memória. Az érzékszervek felől érkező érzetek először az érzékszervi memóriába kerülnek, majd ha felkeltik a figyelmet a munka memóriába jutnak. A munkamemória az a terület, ahol a tudatos gondolkodás és elemzés folyamata zajlik. A munkamemóriáról azonban köztudott, hogy csak kevés, tíznél kevesebb elem egyidejű feldolgozására alkalmas. Akkor hogyan is zajlik a tudatos gondolkodás? Az emberi agy a megismerés során szerzett benyomások között kapcsolatokat hoz létre, az összetartozó elemeket sémákká szervezi. A séma önálló egységként tárolódik a hosszú távú memóriában. A tudatos gondolkodás során az elme a hosszú távú memóriában aktiválja a szükséges sémát, és egyetlen elemként kezelve azt a munkamemóriába emeli, ahol összeveti a külvilágból érkező benyomásokkal. Ez történik a problémamegoldás során. Mindennek hatását a megismerésre és a tanítási folyamatra a kognitív terhelés elmélete (CLT – Cognitive Load Theory) vizsgálja (Fillmore 2008). Amikor a diák előadást hallgat, a hallott dolgok előbb az érzékszervi memóriába, majd a munkamemóriába kerülnek. Ha a hallottakkal kapcsolatban vannak már a hosszú távú memóriában tárolt sémái, az elme aktiválja ezeket. Ha az új ismeret bele illik a sémába, a diák könnyen megjegyzi azt. Ha nincsenek megfelelő sémák, a sok új ismeret hamar kezelhetetlen tömeggé válik, a munkamemória túlcsoportul. Az elképzelés szerint a tanulás folyamata igénybe veszi a megismerés szerveit, ez a kognitív ter-

helés. A tanulás során kapott ismeretek egyik része nélkülözhetetlen a megfelelő sémák kialakításához. egyetlen ilyen elem kihagyása, és a kép nem áll össze. Ez az úgynevezett belső, vagy intrinsic kognitív terhelés. Az információk egy része nem járul hozzá a sémaképzéshez, felesleges a lényeg szempontjából. Ez a külső, vagy extrinsic kognitív terhelés. Egy szimuláció esetében a képernyőn sok felesleges, a lényeghez nem tartozó ismeret lehet, egy tankönyvben található szükségtelen szövegek csak megnehezítik az olvasó dolgát, mivel felesleges, külső terhelést jelentenek. A kognitív terhelés harmadik fajtája az úgynevezett germane (hasznosítható) terhelés, ami a leglényegesebb ismereteken túli, de a sémaképzést segítő ismereteket jelent.

A fizika olyan összetett tudomány, amelynek megértéséhez egyszerre sok tudáselemmel kell dolgozni, a fizika tanulása során a belső kognitív terhelés különösen nagy. Az oktatás tervezése során tehát arra kell törekedni, hogy a külső kognitív terhelés lehetőleg kevés legyen. A germane kognitív terhelés megnövelése ugyanakkor a tapasztalatok szerint javítja a fizikatanulás esélyeit. A tanulás megszervezésével kapcsolatban a kognitív terhelés elméletének fényében a következő tanácsokat érdemes megjegyezni: A külső kognitív terhelés csökkentése érdekében a különféle forrásból származó információkat térben is időben egymáshoz közel kell megjeleníteni, ha a diáknak kell összeszedni azokat az elkerülhető többletterhelést jelent. Azok az információk, amelyeket több érzékszerv is közvetít felénk jobban megmaradnak. A szöveget ki kell egészíteni mozgóképpel, szimulációs látvánnyal, ábrákkal, diagramokkal. Az információk ismétlését el kell kerülni. Az információk keresgélése a fizika esetében elvonja a figyelmet a fontos sémák képzésétől, elkerülhető külső kognitív terhelést jelent. Egyébként persze hasznos tevékenység, de kevésbe járul hozzá a komplex sémák kialakításához. Az elmélyült munka pillanataiban a fizikusok csak gondolkodnak, esetleg egy papírfecnire vagy táblára rajzolnak. A teljesen ismeretlen problémákon való gondolkodás helyett nagyobb figyelmet kell fordítani a kidolgozott példák megismerésére. Ha elég példa van elraktározva sémaként a hosszú távú memóriában, akkor lesz mihez nyúlni az ismeretlen problémával való birkózás közben. Részben megkíméli a munkamemóriát a túlterheléstől, ha a diáknak részlegesen megoldott példa megoldását kell kiegészítenie.

Tudjuk azonban, hogy a tanulósszervezés összetett kérdés, sikeres megvalósulása nem garantálható néhány arany szabály betartásával.

3. Paradigmaváltás következik?

Úgy tűnik a jelenlegi problémák a jövőben tovább fognak erősödni. Ennek egyik oka, hogy az emberiség tudása egyre gyorsuló ütemben gyarapszik. A hagyományos iskolai oktatás – mint látjuk – nehezen birkózik meg a modern fizika tanításával, aminek megértése olyan elvont gondolkodást és a matematikai formalizmus olyan mélységű ismeretét igényli, amivel az átlagos diákok nem rendelkeznek. Mit kezdjünk, illetve mit fog az iskola kezdeni a még modernebb fizika eredményeivel? Gondolhatunk itt az anyagtudományok fejlődésére (nanofizika), a számítógépek segítségével modellezett fizikai jelenségekre, például a hálózatokban lezajló folyamatok vizsgálatára, vagy a szenzorok és elektronikus adatgyűjtés segítségével működő mérőhálózatokkal végzett kutatásokra. A gyorsan bővülő tudományos kutatások által szállított eredmények a szintén felgyorsult innovációs folyamat révén nagyon gyorsan megtestesülnek a világpiacon hamar elterjedő termékekben. A gyermekek már mai is napi gyakorisággal használják a még modernebb fizika eredményeit. Milyen közeljövőre is kellene felkészíteni az iskolának a gyermekeket?

3.1. A digitális forradalom: szingularitás és konnektivizmus

Vannak olyan előrejelzések, amelyek szerint a tudományos és technológiai fejlődés üteme a következő évtizedekben gyorsuló ütemben gyorsul majd tovább, folytatva a huszadik században tapasztalt trendet (Kurzweil 2006). Ez azt jelenti, hogy a következő 20 évben (egy rövid emberöltő alatt) a technológia nagyjából olyan mérvű fejlődését fogjuk tapasztalni, ami az azt megelőző 2000 évben történt. A fejlődés ilyen felgyorsulása az exponenciális függvény viselkedéséhez hasonló. A történet szerint a sakk feltalálója a következőt kérte jutalmul a királytól: A sakktábla első kockájára tegyünk egy szem búzát. A következőre kettőt, a következőre négyet, mindig az előző kockában lévő búzaszem kétszeresét. Ezt a szabályt követve a következő számsor áll elő:

1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384, 32768, 65536, 131072, és így tovább. A 9. és 8. tag különbsége 128, éppen eggyel nagyobb, mint az 1–7 tagok összege.

Egyes kutatók szerint a közeljövőben a genetika, a nanotechnológia és a robotika egymással kölcsönható, gyors, és a hétköznapi életet alapjaiban

átalakító fejlődésének leszünk tanúi. A genetikai kód megfejlesztésének segítségével képesek leszünk tökéletesíteni biológiai programunkat. A betegségek egy része megszűnik, az emberi képességek javulnak, az élet hossza jelentősen megnő. A nanotechnológia segítségével molekuláról molekulára leszünk képesek felépíteni a számunkra szükséges, különleges tulajdonságú anyagokat vagy gépezeteket. A gyógyító, miniatűr robotok, az intelligens gyógyszerek az ajtónkon kopogtatnak. A robotikában a humanoid robotok megjelenése mellett a mesterséges intelligencia megerősödése és térhódítása várható. Már működnek azok a gépek, amelyek képesek tanulni, az őket ért benyomások rendszerezésével fogalmakat alkotni, a fogalmakat a gondolkodáshoz hasonlóan használni. Ez nem Sci-fi, hanem az előzőekben emlegetett gyors technológiai fejlődés (mikroelektronika, mérés-technika, szenzorok, automatika, számítógépes programozás) közeli eredménye lesz. A részletes elemzésekből csak egy részletet emelnék ki:

Az emberi agy mérete és struktúrája viszonylag kötött. Ahhoz természetesen elég rugalmas, hogy az idegsejtek közötti kapcsolatok kiépítésével és bejáratásával a kognitív pszichológia által egyre jobban feltérképezett tanulási és gondolkodási folyamatokat, vagy az érzelmeink tárolását és gyors aktiválást megvalósíthassuk. A rendszer kapacitása azonban korlátozott, felépítésének alapjai életünk során változatlanok. A bizonyára túlzó, de azért gondolatébresztő vízió szerint a mesterséges intelligencia fejlődése 2030-ra éri el és haladja majd meg az emberi agy képességeit. Nem csak a kapacitását. A mesterséges intelligencia szerveződése az emberi agyéénál jóval rugalmasabb lesz. Az intelligens nanorobotok segítségével az agyba ültetett mesterséges implantátumok az életünk során használt memória megnövekedését, az érzékelés gyorsabbá és pontosabbá válását eredményezik. Nem tudjuk, az elektronikus és biológiai rendszerek ilyen integrációja valóban megvalósítható-e (de hát volt, aki lehetetlennek tartotta a repülést is). Most 2015-ben már tesztelik azokat a kontaktlencsákat, amelyek segítségével a viselőjük sötétben is látni fog. Persze joggal félhetünk a rossz nevelést kapott, örökké elégedetlen és szeretethiányos, ám mindenre emlékező és gyakran agresszív, szuper érzékeléssel rendelkező emberi lények (?) megjelenésétől. Ha előre szeretnénk tekinteni, nézzünk körül a digitális nemzedék, vagy Mark Prensky által digitális bennszülötteknek (Prensky 2001) nevezett gyermekek világában: Ők azok, akik az információs és kommunikációs technológia vívmányainak közelében nőttek fel. Nem egyszer a szülők helyett a számítógép ál-

landó jelenlétében. Mobiljuk segítségével már most is szinte állandó kapcsolatban vannak az internet egyre növekvő és egyre intelligensebb multimédiás adatbázisával, illetve sok millió embert összekötő szuperhálózatával. Azok az emberek, akik hatékonyan terjesztik ki tudásukat az internet segítségével már ma is lekörözik az ezen a területen járatlanabb vetélytársaikat. Ma Magyarországon egy átlagos osztályban még együtt tanulnak a digitális bennszülöttek és a hagyományos környezetben nevelkedő gyerekek.

Az elkövetkező években a technológiai fejlődéssel párhuzamosan új tanulási metódus erősödik majd meg, amit konnektivizmusnak neveznek (Siemens 2005). A konnektivizmus pillanatnyilag nem nevezhető kimunkált tanulásméletnek, de jól tükrözi az internet elterjedésének a tanulási lehetőségekre kifejtett hatását.

E szerint a tanulás egy strukturálatlan, gyorsan változó világban nem folyhat teljesen egyéni ellenőrzés alatt. A tudás rajtunk kívül a kapcsolatrendszerünkben, vagy egy adatbázisban vagy a felhőben (az interneten elérhető memória) helyezkedik el. Jelenlegi tudásunk kiterjesztése a megfelelő kapcsolatok kiépítésén alapul. Ebben a világban nagyon fontos, hogy mérlegelni tudjuk egy információ jelentőségét, megbízhatóságát.

A konnektivizmus Siemens által megfogalmazott elvei szerint:

- *A tanulás és tudás abban áll, hogy választunk a különböző lehetőségek közül.*
- *A tanulás az a folyamat, ami során kapcsolatokat építünk ki különböző csomópontok, információforrások között (emberek, adatbázisok).*
- *A tudás nem csak emberi lehet.*
- *A befogadásra való képesség fontosabb, mint amit éppen tudunk.*
- *A kapcsolatok építése és fenntartás alapvetően fontos, hogy a tanulás folyamatos lehessen.*
- *A különböző területek, ötletek és koncepciók közötti kapcsolatok meglátása a legfontosabb képesség.*
- *A tudásnak mindig naprakészen frissnek kell lennie.*
- *A döntéshozatal maga a tanulási folyamat. A megtanulandó dolog kiválasztását, és az információ jelentését a folyton változó valóság szemüvegén át kell nézni. Ami ma jó válasz, az holnap lehet, hogy rossz, a megváltozott információk tükrében (Siemens 2006).*

Nagyon valószínű, hogy a döntési folyamatokat, a gondolkodást is számítógépes elemző programok fogják segíteni.

Hogyan fogja mindez annak a fizika tantárgynak a tanulását, tanítását befolyásolni, aminek tananyaga – legalábbis a komolyan gondolt és számonkért részek tekintetében – jelenleg az 1800-as évek végénél áll?

3.2. A két paradigma

A hagyományos – sokunk számára megszokott - oktatás paradigmáját az alábbiak szerint lehet össze foglalni: A fizikatanítás hagyományos paradigmája szerint a fizika tantárgy keretében a fizika tudományát kell tanítani. A középiskolai tankönyvek lényegében az egyetemi tananyag felépítését és logikáját követik. Mechanika, hidrosztatika, áramló közegek, rezgések, hőtan, elektrosztatika, elektromos áram, mágnesség, elektromágneses jelenségek, atomfizika, atommagok, csillagászat fejezetcímek sorjáznak. A mechanikán belül: tömegpontok, pontrendszerek, mereven mozgó test, kinematika, dinamika. Az a jobb, ami tudományosabb. „*A fizikatanár lényegében fizikus, aki labor helyett a tanteremben dolgozik.*” Az utóbbi kijelentés 2014-ben, az angliai Institute of Physics (IOP) szervezet vezetője szájából hangzott el. Nem véletlenül. Anglia a hagyományos paradigmát megtestesítő Nuffield-program hazája. A tudományos logikát követve atomerőműről csak az atomfizika megtanulása után eshet szó, hiszen korábban a diák nem értheti annak működését. Atomfizikáról pedig csak az alapvető kölcsönhatások megtanulása után. Ez a rendszer vezet oda, hogy a diák kémiából találkozik először az atom fogalmával, az atomok elektronszerkezetével. Mert a kémia tudománya viszont ezzel kezdődik. A hagyományos paradigma másik következménye, hogy a hétköznapi életben előforduló alkalmazások ritkán és kis súllyal szerepelnek a tananyagban. A jelenlegi fizikatanítást ez a paradigma uralja. A fizika órának a lényege tudományos fogalmak kialakítása, fizikai törvények megfogalmazása. Sok zárótanításon vettem részt, sok tankönyv végi összefoglalót olvastam, de ezekben szinte kizárólag törvények és definíciók jelentek meg. Nem láttam olyan órát, aminek fő célja egy gyakorlati alkalmazás bemutatása, megismerése lett volna. A kérdésre, hogy mit és hogyan lenne jó fizika órákon tanítani azonban más válasz is adható.

„2012. december 21-én az Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet honlapján elérhetővé váltak az új fizika kerettantervek. Ezek közül a B-jelű kerettanterv lé-

nyegében a korábbiak felépítését követi, illetve kiegészül a Nemzeti Alaptantervben megjelent, korábban a tananyagban nem szereplő új tartalmakkal. Az A-jelű kerettanterv azonban egészen új elrendezést követ, amennyiben a megváltozott tananyag egy jelentős részét inkább a természetben és a technikai környezetben való előfordulás szerint csoportosítva tárgyalja és nem minden esetben követi a korábban megszokott sorrendet. Erre utalnak például a következő témakör címek: A Nap, Energia átalakító gépek, Hasznosítható energia, Vízkörnyezetünk fizikája, Hidro és aerodinamikai jelenségek, A repülés fizikája. A Hasznosítható energia fejezetén belül (9-10. osztály) megjelenik az atomenergia, a tömeghiány fogalma, a tömeg-energia ekvivalencia elve ami világossá teszi, hogy a címek nem csak formális változást jelentenek, hanem a tananyag egészét érintő lényeges szemléleti változást” (Egri & Máth 2013).

Az A-típusú kerettantervben testet öltő új paradigma szerint a középiskolai fizikaoktatás célja a gyerekek nyitottságának, érdeklődésének megőrzése. A fizikai ismereteket elsősorban a hétköznapi életben való előfordulásuk kapcsán kell tanítani, alkalmassá téve a diákokat a tudomány és technika vívmányainak értő és biztonságos használatára. Ne hajtson be a kanyarba túl nagy sebességgel, ne legyen netfüggő, ne higgyen el kritika nélkül minden, a TV-ben és az interneten talált állítást, ne menjen délben a tűző napra. Legyen elképzelése arról, hogyan működik az automata kézszáritó, miért nyílik ki az áruháza ajtaja „magától”, amikor szemből megközelítik. Hogyan érzékel az érintőképernyő, honnan tudja a mobiltelefon a saját helyzetét, hogy a képernyőn megfelelően elforgatva jelenítse meg a képet. A hasznos, leíró és akár ismeretterjesztő jellegű tananyagokat támasztják alá a tudományos ismeretek, annyi amennyit a gyermek még befogadni, a tanár értelmesen megtanítani képes. Az A-típusú tananyag megtanulása egyébként ugyanúgy erőfeszítést és fegyelmet követel a diáktól, mint a hagyományos tananyag elsajátítása.

A 2084-beli fizikaoktatásról nagy bátorság lenne mondani bármit. A jövőkutatók víziója szerint a humán életforma ekkorra már jelentősen összekapcsolódik a mesterséges intelligenciával, a nagyon hosszú várható életkor miatt bekövetkező súlyos túlnépesedés nyomásának engedve az emberiség kirajzása a Földről már javában tart. Azt azonban látnunk kell, hogy mindeddig egyik evolúciós vívmány sem mosta el nyom nélkül a fejlődés megelőző fázisát, hanem annak mintegy folytatásaként, azzal összeépülve fejlődött ki. Ezt a józan konzervativizmust figyelhetjük meg az emberi agy felépítésében is, hiszen legfontosabb szervünk úgy fejlesz-

tette ki az elvont gondolkodás magasrendű képességét (neokortex), hogy közben szerencsére megőrizte azokat a vezérlő mechanizmusokat is, amelyek korábban voltak fontosak (hüllőagy, automatikusan szabályozott életműködések). Melyek lehetnek azok az értékek, amelyeket – várható, és elkerülhetetlennek tűnő metamorfózisa ellenére – a fizika tantárgynak meg kell őriznie?

- A fizika egyes területei, például a newtoni mechanika kiválóan alkalmasak arra, hogy a precíz, megfontolt gondolkodás képességét az arra alkalmas diákoknak átadjuk.
- A fizika tanulása során kellene megtanulni tisztelni a mennyiségeket, ismerni azok jelentését. Milyen erős is a 2A-es áram?
- Meg kellene érteni, hogy minden mérés eredményéhez hozzá tartozik annak pontossága. Ez a későbbiekben segít például az interneten olvasott információkkal kapcsolatos mérlegelésben. Sajnos a mérési hiba a jelenlegi tananyagokban inkább zavaró tényező.
- A tudományos ismeretszerzés folyamatában – akár csapatban – való részvétel sokat segíthet a diákoknak abban, hogy a későbbiekben ne fogadjanak el akármilyen állítást, hanem a tények, mérési adatok birtokában alakítsák ki véleményüket. Érdemes a tanult fizikai törvények érvényességi körét is körbe járni.
- A fizikai problémákon, feladatokon való gondolkodás az önfegyelem, a koncentráció képesség nagyszerű iskolája.

Kicsit tovább összegezve, gondolva: A fizikatanítás igenis imponáljon, korszerűsége és hasznossága mellett mutasson rá a szabatos gondolkodás erejére is, adja meg a diákoknak az intellektuális megértés élményét, az „Ahá”-élményt! Mutassa meg, hogy a kíváncsiságra alapozott rendszeres munka, elmélyült figyelem hogyan nyeri el jutalmát a hozzáértés pozitív állapotának átélésében.

A fizika tantárgy jövője részben azon múlik, hogy sikerül e összehangolni a különböző életkorban a fizika oktatására tett erőfeszítéseket. Az elmúlt évtizedek fizika oktatásának egyik legnagyobb módszertani hibája – olvashatjuk Máth János cikkében (Máth 2014) – hogy a kisdíákokat megpróbálják absztrakt fogalmakkal és matematikai formalizmussal megtűzdelt tudományos, jobban mondva tudományoskodó gondolkodásra bírni. A cél a tudományos látásmód továbbadása egy olyan korosztálynak, aki azt még képtelen befogadni. Innen ered a diákok egy részénél tapasztal-

talható eredendő ellenszenv. Kisiskolás korban a tudományos gondolkodás lényegét – megfigyelés, rendszerezés, kísérletezés, mérés, ábrázolás, az adatok értelmezése, a mérési hiba fogalma, a mérési eredmények segítségével önálló vélemény megfogalmazása, mindezeknek a kézzel fogható jelenségek világának felderítésére való használata, játékosan, együtt kutatva, felfedezve – lehet és kell is tanítani természetismereti tárgy vagy fizika tantárgy keretében. Jó példa ennek a szemléletnek a sikerére például a Debreceni Egyetem Fizikai Intézetében a hallgatók által működtetett szakkör, ahol egyszerű eszközök segítségével játékosan kutatnak a gyerekek, ahová a gyerekek és a szülő is örömmel jár. Meggondolandó, hogy mikor és kiknek próbálkozzunk definíciókat megfogalmazni, matematikai formalizmust használni, olyan általános fogalmakat bevezetni, amelyek nem tölthetők meg a tapasztalatokon alapuló tartalommal. A tankönyvekben elsőtől tizenkettedik osztályig sorjáznak a gyakran a fizikus számára is taszító, feleslegesen bonyolult – azonnali kognitív túlterhelést okozó - magyarázatok, szükségtelenül bevezetett fogalmak, elrettentő és hibás definíciók, zavarosan megfogalmazott törvények. A diákok válaszaiban felbukkanó zagyvaságok (amikor definíciókat és törvényeket próbálnak megfogalmazni) pedig arra engednek következtetni, hogy egy részük hamar leszokott arról, hogy a szavak mögött értelmet keressen. És talán e miatt, talán a digitális forradalom okán – az elmélyült, nyugodt, kitartó munkáról is. A problémás mondatok citálása helyett tekintsük végül át, hogyan történik a fizikával való ismerkedés a fizika tantárgy megjelenése előtt a jelenlegi tankönyvek és gyakorlat szerint. A fizika tantárgyat tanítók általában nem ismerik az 1-6. osztályban végzett munkát. Másrészt ez az a terület, amelyet talán leginkább tekinthetünk állandónak a folyamatos megújulási kísérletek közepette. Ugyanakkor a későbbiek szempontjából nagyon fontos, hogy a gyermekek valóban mérjenek, kísérletezzenek, kutassanak és az oktatás ne a gyakran meggondolatlanul a tananyagba kerülő definíciók, fogalmak és törvények táblára írásában, elmagyarázásában (az elmagyarázás bizonyítottan a legkevésbé hatékony oktatási módszer) és bemagolásában teljesséjén ki.

4. A fizika tanításának alapozása a természetismeret 1–6. osztályában

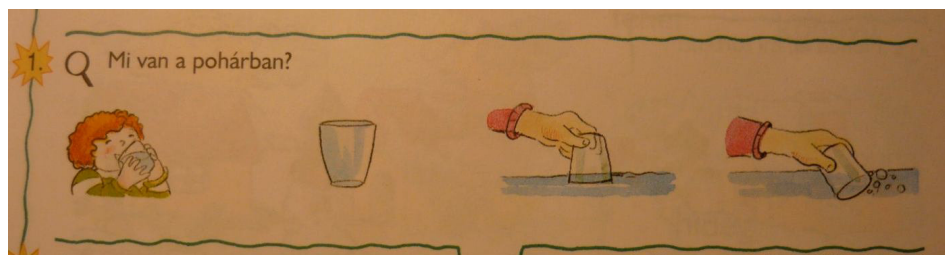
Az oktatási rendszerben a környezetünk megismerése az általános iskolában oktatott Természetismeret integrált tantárgy keretén belül történik. Ez a tantárgy ötvözi a fizika, kémia, biológia és földrajz elemeit. A tanulók felé nem csak olyan alapismereteket nyújt, melyek nélkülözhetetlenek az említett tantárgyak későbbi önállóodásához, hanem kimunkálja azon képességeket és készségeket (megfigyelés, mérés, problémamegoldás stb.), melyek nélkülözhetetlenek az egyén fejlődése szempontjából.

A természetismeretet az általános iskola alsó tagozat mind a négy évfolyamán tanítják: jelenleg 1–2. osztályban heti 1 órában, 3–4. osztályban heti 1,5 órában. Az 5–6. osztályban erre a tantárgyra az új NAT heti 2 órát szán. A helyi tanterv alapján lehetőség nyílik az óraszámok változtatására heti 0,5–1 óra erejéig.

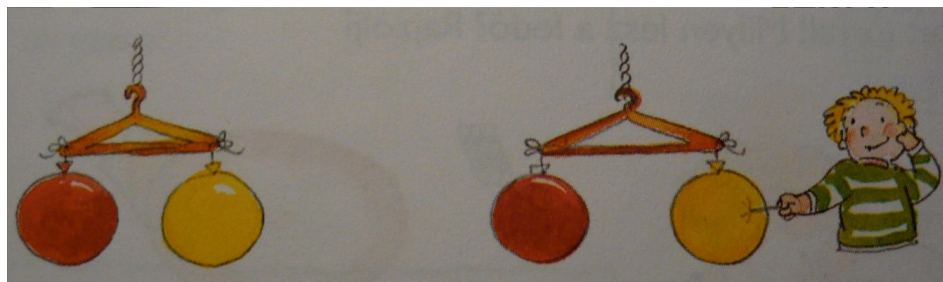
A Természetismeret anyagának vizsgálata egyértelműen kimutatja, hogy a tantárgy tartalma messze nem arányosan oszlik a fizika, kémia, biológia és földrajz között. A fizika ismeretanyaga az alábbiak szerint jelennek meg a tantervben:

- 1. o. – 2 óra
- 2. o. – 6 óra
- 3. o. – 10 óra
- 4. o. – 3 óra
- 5. o. – 9 óra
- 6. o. – 8 óra

Első ismerkedés a környezetben zajló fizikai folyamatokkal az 1. osztályban történik, mégpedig a hőtani jelenségek vizsgálatával. Itt a mindennapos tapasztalatok alapján a tanulók megfogalmazzák a szilárd, folyékony és légnemű anyagok tulajdonságait az alakjuk, formálhatóságuk tekintetében. Egyszerű kísérletekkel (1–2. ábra) igazolják, hogy a levegőnek

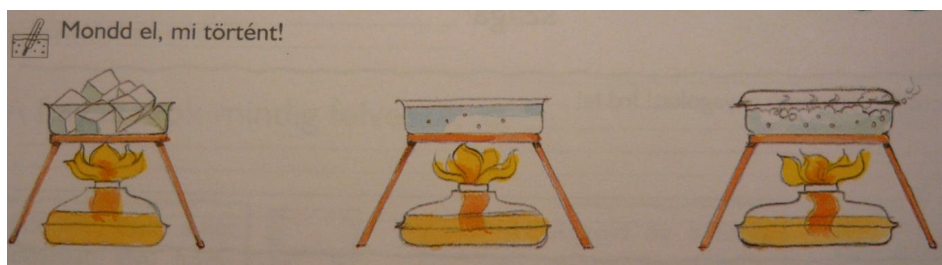


1. ábra



2. ábra

van térfogata és tömege. Jég melegítésével meggyőződnek arról, hogy a jég, a víz és a gőz ugyanaz az anyag, csak különböző hőmérsékleten különböző formában fordul elő (3. ábra). Így megtapasztalják, de még nem fogalmazzák meg a halmazállapot-változás jelenségét. A szakkifejezések bevezetése is elmarad, hisz nem az anyag halmazállapotáról beszélünk, hanem csak az anyag három formájáról.



3. ábra

Második osztályban a fizika ismereteinek bővítése koncentrikusan ráépül az előző évben tanultakra. Itt már egyértelmű következtetéseket vonnak le a tanulók az anyagok alakjuk, illetve összenyomhatóságuk tekintetében, legyen az szilárd, folyékony vagy légnemű halmazállapotban. Bevezetésre kerül a halmazállapot-változásnak egy új formája – a párolgás. De nem von a tananyag párhuzamot a párolgás és a forrás között, bár megemlíti a tankönyv, hogy a pára a víz légnemű állapota.

Ismeretszerzés, illetve készségfejlesztés szempontjából igen fontos a „Mégmérjük a világot” című fejezet. Itt a tanulók számára egyszerű és érthető módon definiálják a mérés, mérőeszköz, mértékegység fogalmakat (4. ábra). Emellett fontos tapasztalatokra tesznek szert a hosszúság, térfogat, tömeg, hőmérséklet, valamint az idő múlásának mérésében. A diákok ebben témakörben végeznek először olyan méréssel egybekötött kísérleteket, melyek alapján kvantitatív következtetéseket vonnak le.



4. ábra

A legegyszerűbb mérés, amivel a 7–8 éves gyerekek már a mindennapokban is találkoztak – a hosszúságmérés. Feltehetően, másodikos korára nagyon sok iskolás mért már hosszúságot alkalmi mérőeszközzel: arasszal, rúddal, lépéshosszal. Ezeket a tapasztalatokat összesítik, kibővítik és egységesítik azzal, hogy megnevezik a hosszúságmérésre alkalmazott hivatalos mérőeszközöket és a mértékegységeket. A tankönyv nem csak definiálja a méter, deciméter, centiméter mértékegységeket, hanem meghatározza a közöttük fennálló arányokat is.

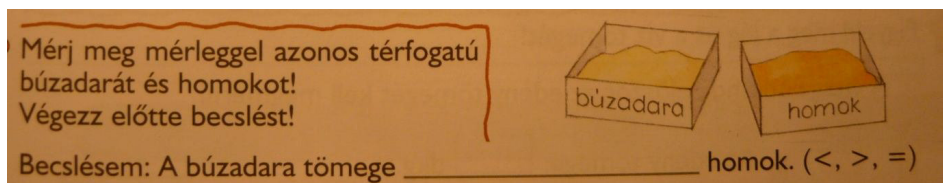
A hosszúságmérés továbbfejlesztése a térfogatmérés. A térfogat meghatározása a testek által kiszorított víz megfigyelése alapján történik (5. ábra). Ezt megelőzően célszerű lenne kitérni egy szabályos téglatest tér-

fogatának az elemzésére. Hiszen hosszúságot már tudnak mérni a tanulók, így különböző méretű téglatestek térfogatainak összehasonlítása már nem okoz problémát. A vízkiszorításon alapuló mérés már egy magasabb, univerzálisabb mérés technikát tartalmaz, hiszen szabálytalan alakzatú testeknél is alkalmazható. A térfogat mértékegységét, a litert azon folyadék mennyisége alapján határozzák meg, ami egy 1 dm élű kockába fér. Hasonlóan a hosszúsághoz, definiálják a decilitert és a centilitert.



5. ábra

A tömeget a testben levő anyag mennyiségként definiálja a tankönyv. Természetesen 2. osztályban csak is gravitációs tömegről beszélhetünk, amit a test súlya alapján határozhatunk meg. Nagyon jó eszköz erre a kétkarú mérleg. A tömeg mértékegysége is bevezetésre kerül: ez a kilogramm, ami 1 liter víz tömege. A kisebb tömegek mérésére a dekagrammot, illetve a grammot használják a tanulók. A tömeg mérése során a tanulók igen fontos megállapításra tesznek szert: a test tömege függ az anyagától és a méretétől. Méghozzá az azonos anyagú testek tömege egyenes arányban van a térfogattal, a különböző anyagok azonos térfogatának más-más a tömege (6. ábra). Így el is jutottunk a sűrűség fogalmáig. Természetesen maga a fogalom nem kerül bevezetésre (ez később, a fizika keretein belül történik meg), de az összefüggés megfogalmazása fontos mérföldkő a definíció irányába.



6. ábra

A hőmérséklet az a fizikai mennyiség, amellyel az életünk során legközelebb szembesülünk. Gondoljunk csak bele, a hideg, forró fogalmak elsajátítása még csecsemőkorban megvalósul. Mivel testünk állandóan küld jelzéseket a környezetünkben levő forró, illetve hideg tárgyokról, így gyakorlatilag egy hőmérő szerepét tölti be. Természetesen a tanulókkal tudatosítják, hogy testünk hőérzékenysége bizonytalan, ezért a pontos értékek megállapítására hőmérőt használunk. A 7–8 éves gyerekeknek szinte kivétel nélkül már van tapasztalata a hőmérő egyik változatának alkalmazásában – a lázmérő használatában. A testünk hőmérsékletének értékével általában tisztában vannak a tanulók. Néhány környezetükben levő test hőmérsékletének mérésével, illetve hőmérsékletváltozás megfigyelésével, valamint a mért adatok feldolgozásával táblázat vagy grafikon formájában (7. ábra) a diákok jelentős tapasztalatra tesznek szert a megfigyelés, kísérletezés, mérés területén.

A meleg víz csökkenő hőmérsékletének mérése

- Tölts meleg vizet egy pohárba, helyezz bele vízhőmérőt!
- Olvasd le percenként a víz hőmérsékletét! Írd be a táblázatba!

perc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
°C										

- Ábrázold a táblázat adatait!
- Kösd össze vonalakkal az egyes pontokat!
- Mondd el a tapasztalataidat!

7. ábra

A fizikai mennyiségeket leíró fejezet az idő mérésének megismerésével zárul. A kisiskolások megtanulják elválasztani a múltat a jövőtől, megismerik az idő mértékegységeit: óra, perc, másodperc, valamint a nap, hét, hónap, év egységeket. A tanulók meghatározzák ezen egységek közötti összefüggéseket, fejlesztik készségeiket az óra leolvasásában.

A 3. osztály természetismeret tananyaga már alapvető fizikai fogalmak tárgyalásával foglalkozik. Így a tanulók elemi szinten értelmezik a köl-

csönhatás, munka, energia definícióját. A mindennapi tapasztalatokból a kisiskolások már nagyon jól tudják, hogy a testek képesek egymáson változásokat létrehozni. De azt, hogy ez a változás csak is kölcsönhatás következtében jöhet létre, és a testek változtató képessége az energia, amit átadnak egymásnak már a tankönyv alapján tanulják meg. Azt is megérték a tanulók, hogy az energiát átadó test az energiaforrás, míg az energiát felvevő test az energiafelhasználó.

A „Kölcsönhatás – változás” és az „Energia” fejezetekben teljes mértékben érvényesül a Természetismeret tantárgy integrált jellege. Hiszen megvilágítást kapnak a fizikai, kémiai és biológiai folyamatok egyaránt. A hétköznapi élet példáit megtárgyalva, vagy egyszerű kísérleteket elemezve a tanulók számára világossá válik, hogy sokféle kölcsönhatás és sokféle energia létezik. Természetesen 3. osztályban még nem kell megnevezni az energia fajtákat, de azt gond nélkül megfigyelik a diákok, hogy a kölcsönhatás során változik a testek hőmérséklete, mozgása (sebessége), helyzete, hogy a munkát végző ember elfárad, a sokáig világító elemlámpa elemei lemerülnek. A kölcsönhatás és az energia fogalmak ilyen megközelítése univerzálissá teszi őket a későbbi alkalmazásukra a természettudományi tantárgyak számára.

A 3. osztályban befejeződnek az anyagok szilárd, folyékony és légnemű formájának a tanulmányozása. Az említett három megjelenési formát itt már szakszerűen – halmazállapotnak nevezik. Sőt, megvizsgálják, milyen feltételek mellett megy át az anyag egyik halmazállapotból a másikba. A tanulók nem csak megtanulják a különböző halmazállapot-változások definícióit, hanem azt is megértik, mi az olvadáspont (fagyáspont), mi a forráspont. Különbséget tesznek a forrás és a párolgás között. Megtárgyalják a párolgás intenzitásának egyes feltételeit. Sajnos, a párolgás jelenségénél a tankönyv nem tér ki olyan részletekre, mint a ruha teoretése gyorsabb szárítása céljából, vagy a forró étel fűjása gyorsabb hűtése céljából. Pedig a gyerekek zöme az otthoni praktikákból bizonyosan ismeri ezeket a fogásokat. Azt is tisztázni lehet a tanulókkal, hogy forráskor mi van a vízben keletkező buborékok belsejében. Nagyon gyakran erre a kérdésre még a főiskolai hallgatók – leendő tanítók is bizonytalan, helytelen válaszokat adnak.

A legmélyrehatóbb és a legtágabb fizikai ismereteket tartalmazó fejezet az általános iskola alsó tagozatán a 3. osztályban oktatott „A fény birodalma” elnevezésű témakör. Ez a fejezet igen magas színvonalon tár-

gyalja a fénytani jelenségeket. A fényforrások jellemzésétől, a fény terjedésén, visszaverődésén, felbontásán át a fény elnyelésig a tanulók komplex ismereteket szereznek az optika területéről. A diákok különbséget tesznek a természetes és mesterséges fényforrások között, tudatosan benűk, hogy mesterséges fényforrások fénykibocsátásához energiarehasználás szükséges (8. ábra). Egyszerű kísérletekkel igazolják a fény egyenes vonalú terjedését (9. ábra), zavartalan áthaladását átlátszó anyagokon, illetve a fény erejének vesztését áttetsző anyagon való áthaladásakor, valamint az árnyék keletkezését, ha a fény útjába átlátszatlan tárgy kerül.



8. ábra



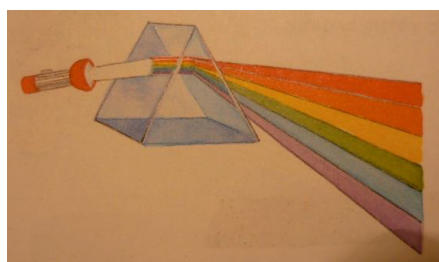
9. ábra

A fényvisszaverődés jelenségét a tanulók tükör segítségével tanulmányozzák. Felhívják figyelmüket a tükörrre eső és arról visszaverődő fény irányára, amivel érzékeltetik a fényvisszaverődés törvényét (10. ábra). Természetesen, maga a törvény nem kerül megfogalmazásra. Arra is kitér a tankönyv, hogy megtárgyalja a fény elnyelését. E szerint a fehér felület sok fényt, míg a fekete kevés fényt ver vissza.

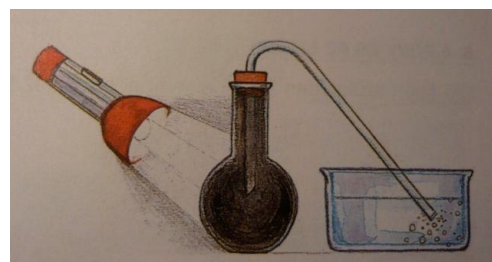


10. ábra

Igen látványos a tanulók számára a diszperzió vizsgálata. Ez prizma vagy ferdén vízbe merített tükör segítségével mutatható be. A megfigyelés során nem csak a fénysugár törése igazolható, hanem a fehér fény felbontása összetevőire is (11. ábra). Ezzel már meg is magyarázták a szivárvány keletkezését. A geometriai optika mellett egy kis fizikai fénytant is „csempészték” a tankönyvbe. Zseblámpával megvilágított kormozott lombikban levő levegőt felmelegítik, ami egyértelműen igazolja, hogy a fénynek van energiája (12. ábra). De ezt már nagyon sok tanuló amúgy is tudja, hiszen a napelemek elterjedése nem kerüli el a kisiskolások figyelmét sem (pl. a napelemes zsebszámológép).

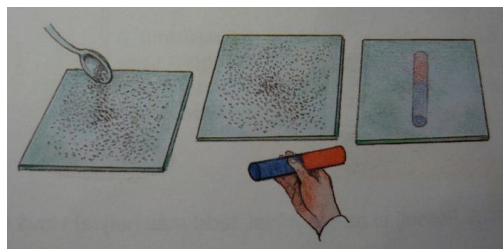


11. ábra

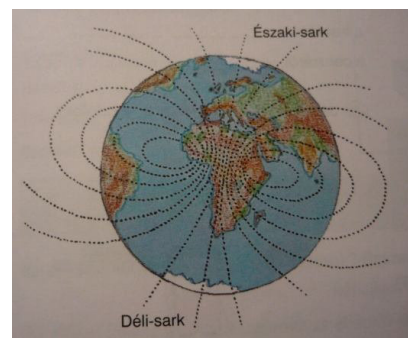


12. ábra

A Természetismeret 3. osztályos tananyaga még egy fejezetben foglalkozik fizikai jelenségek, mégpedig a mágnes tulajdonságainak vizsgálatával. Igaz, ez inkább földrajzi tananyagot – tájékozódás az iránytű segítségével – alapoz, de igen fontos fizikai fogalmakkal ismerteti meg a tanulókat. Iskolás korra a gyerekek már ismerik a mágneset és fő tulajdonságát: a vasat tartalmazó tárgyakra vonzó hatásának fejtését. De szemléletük fejlesztése szempontjából nagyon fontos a mágneses mező, mint erőtér létezésének a definiálása (13. ábra). Hiszen a mágneses kölcsönhatást számunkra láthatatlan, érzékelhetetlen közeg közvetít, amit csak egy másik mágnes vagy egy vastest képes érzékelni. A tanulók számára világossá teszik, hogy a Föld mint egy nagy mágnes szintén rendelkezik mágneses mezővel, ami iránytűnek nevezett pici mágnesre erőhatást fejtve, beállítja azt észak-dél irányba (14. ábra).



13. ábra



14. ábra

Itt érdemes elgondolkodni azon, hogy megismertetve a tanulókat a mágneses mező, mint erőtér fogalmával, nem kellene-e párhuzamosan említést tenni a gravitációs mezőről, melynek erőhatásával már életünk korai szakaszában szembesülünk, a két mező működése pedig hasonló.

A negyedik osztály természetismeret anyagának fizikai ismereteket tárgyaló fejezete, ami tartalmilag igen szerényre sikeredett, előkészítési szerepet tölt be. A mozgás és ezen belül a kör- és forgómozgás bemutatása egyértelműen azt a célt szolgálja, hogy felkészítse a tanulókat a Föld, illetve a Hold mozgásának megértésére. Ennek megfelelően a tankönyv kellő alapossággal ismerteti a mozgás és a nyugalmi helyzet viszonylagosságát. Egyszerű példákkal illusztrálja, hogy ugyan az a test egyik megfigyelő szempontjából nyugalomban van, míg másik megfigyelő szem-

pontjából mozgásban. Ez a megközelítés nagy mértékben elősegíti a későbbiekben a vonatkoztatási rendszer bevezetését.

A forgás és a keringés egymástól való megkülönböztetése és definiálása a 4. osztályban nem egy egyszerű feladat. Nem is ad a tankönyv szabályszerű megfogalmazásokat ezekre a mozgásfajtákra. De egyszerű példákkal, aprólékosan bemutatja, mi a különbség a forgás és a keringés között. A tanulók így könnyen levonhatják a konklúziót: ha a test egy kívülről álló pont (tengely) körül kör vagy ellipszis alakú pályán mozog, akkor körmozgásról, illetve keringésről beszélünk (15. ábra). De ha ez a pont (tengely) a testen belül található, akkor forgásról van szó (16. ábra). Ezek után az iskolásoknak nem nehéz megérteni, hogy mikor forog és mikor kering a Föld.



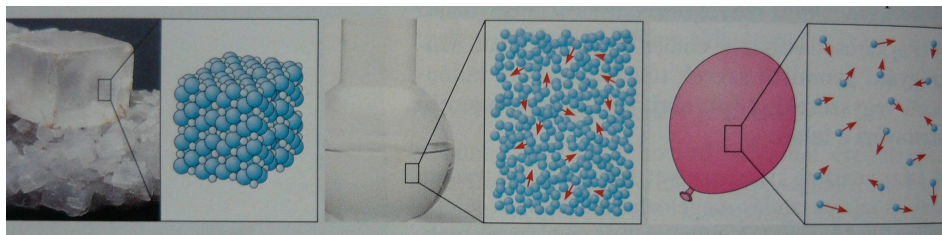
15. ábra



16. ábra

Az 5. osztályban a Természetismeret tantárgy mindössze 1 fejezetet, 15 oldalt szentel a tanulók fizikai ismereteinek bővítésére, ami az anyag és annak tulajdonságainak megismerése köré csoportosul. A tananyag nemcsak ráépül az alsó tagozaton szerzett ismeretekre, hanem bővíti is azokat. Mivel az anyag három halmazállapotát már jól ismerik és megkülönböztetik egymástól a tanulók, ezért ezen a szinten már meg is magyarázzák a tankönyvírók a halmazállapotok szerkezetét az anyag molekuláris felépítéséből kiindulva. Igaz, a molekula kifejezést még nem alkalmazzák, helyette a részecske meghatározást használják. A részecskék kölcsönhatását és mozgását elemezve a tanulók könnyen megértik az anyag szerkezetét adott halmazállapotban, és megmagyarázzák makroszkopikus tulajdonságait alak- és térfogatváltozást illetően. Ezen elvek meg-

értését nagymértékben elősegítik a szemléltető és könnyen értelmezhető ábrák (17. ábra).



17. ábra

Az anyag tulajdonságainak megismerése nem korlátozódik a három közismert halmazállapot formájára. Az anyag különleges tulajdonságait bemutató lecke a mágneses és az elektromos tulajdonságokat tárgyalja. Itt a tanulók találkoznak a világ szimmetrikus berendezkedésének egyik megjelenésével: a mágnesnek két pólusa van, az elektromos töltésből is kétféle van. Sőt, az is tudatosul bennük, hogy a szimmetria azonos oldalon állók taszítják egymást, míg az ellentétes oldalon állók között vonzás jön létre.

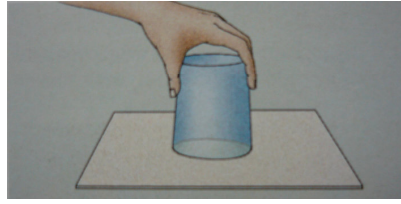
Az elektromos és mágneses tulajdonságok viszonylag részletes leírása azonban mellőzi a mágneses és elektromos mező kifejezéseket. Pedig mindkét kölcsönhatás szemléltetésénél a tanulók nem látják a közvetítő közeget, de érzékelik a jelenlétét. Sőt, a mágneses mező esetében a tankönyv kísérletet tesz az erőtér szemléltetésére, meg is határozza a mező erősségének egyenlőtlenségét, iránytű alkalmazásával bemutatja a mező vonalainak (erővonalak) irányát. Nagy hiányosság továbbá, hogy tárgyalva az elektromos és mágneses mezőt (még ha nem is nevezik nevükön őket) a tankönyv még mindig nem tesz említést a gravitációs kölcsönhatásról, illetve gravitációs mezőről. Pedig ezzel a kölcsönhatással már életének legkorábbi szakaszában megismerkedik minden ember. És minden gyerek tudja, hogy az elejtett test függőlegesen esik lefelé, valamint a felfüggesztett karácsonyfadísz a föld felé (annak középpontja irányába) mutat.

Az anyag kvalitatív tulajdonságainak bemutatását a testek kvantitatív tulajdonságainak elméleti és gyakorlati tárgyalása követi. A diákok részletesen tanulmányozzák a mechanikai és hőtani alapmennyiségeket. Csoportos feladatok elvégzése során gyakorlatra tesznek szert a hosszúság, térfogat, idő, tömeg, hőmérséklet mérésében, illetve ezen mennyiségeket

jellemző mértékegységek használatában, beleértve a különböző átváltásokat. A mértékegységek használatában igen nagy előrelépést jelent, hogy a tanulók megtapasztalják a hatványok használatát. Így minden gond nélkül alkalmazzák a négyzetméter és a köbméter egységeket a terület és térfogat mérésekor.

A mérések gyakorlása során egy igen fontos fizikai mennyiség meghatározására is sor kerül: ez a sűrűség. Igaz, a pontos definiálása elmarad, de a különböző anyagok (erre a célra a kísérletekhez vizet és olajt használnak) tömegének és térfogatának mérése során, valamint ezen mennyiségek összehasonlítása alapján szerzett tapasztalat lehetővé teszi a diákok számára a sűrűbb és a kevésbé sűrűbb anyagok megkülönböztetését. A tanulók azt is igazolják kísérletileg, hogy az olajréteg mindig a vízréteg fölött helyezkedik el. Természetesen a sűrűség kvalitatív megfogalmazása alapján a mértékegység definiálására sem kerül sor.

A víz tulajdonságainak tanulmányozása szorosan összekapcsolódik a hőmérséklet mérésével. A tanulók nemcsak mérési és kísérletezési készségeiket fejlesztik, hanem rendszerezik és kibővítik a halmazállapot-változásokkal kapcsolatos ismereteiket. Egyszerű kísérlettel győződnek meg a tanulók arról, hogy fagyáskor a víz tágul, vagyis nő a térfogata, sűrűsége pedig csökken. Ezzel meg is magyarázzák a jég úszását a víz felszínén. A víz tágulásának rendellenességére és ennek élettani jelentőségére is kitér a tankönyv. A teljesség igényét szem előtt tartva, meg kell jegyezni, hogy csak a teáskannában levő víz forrásakor tapasztalt sípólásnak a magyarázata hiányzik ebből a leckéből. A légnemű anyagok tulajdonságaival a tanulók a levegő vizsgálata által sajátítják el. Egyszerű, de annál szemléletesebb kísérlet segítségével bizonyítják, hogy a levegőnek is van súlya (tömege). A léggömbbe zárt levegő részecskéinek mozgását és ebből fakadóan a léggömb falába történő ütközéseket elemezve, magyarázatot kapnak a diákok a gázok nyomására. Kísérleti úton tapasztalják a tanulók, hogy a minket körülvevő levegőnek is van nyomása – ez a légnyomás, mely a pohárban levő vizet és a papírlapot tartja fenn (18. ábra). Azt, hogy a légnyomás a levegő súlyából származik itt még korai tárgyalni, de a légnyomás és a tengerszinti magasság közötti fordított arányú összefüggését már konstatálják. A levegő hőtágulását is kísérlettel igazolják, levonva azt a következtetést, hogy a kitágult levegő sűrűsége kisebb (19. ábra). Ezzel már meg is magyaráztuk a hőlégballonok működését.



18. ábra



19. ábra

A 6. osztályban a Természetismeret tananyagából az előző évfolyamhoz hasonlóan úgyszintén egy fejezet (13 oldal) jut a fizika ismereteinek továbbítására. A fejezet tanulmányozása során a diákok definiálják az alapvető kölcsönhatásokat: mechanikai, mágneses, elektromos, gravitációs, termikus (20. ábra), valamint elemi szinten ismereteket szereznek egyes energiafajtákról: mozgási, helyzeti, belső. Ezen kívül, az energiamegmaradás elvét is megfogalmazzák.



20. ábra

A kölcsönhatások megismerése a két test ütközése során létrejövő mechanikai kölcsönhatások tanulmányozásával kezdődik. A tanulók számára már itt világossá teszik a rugalmas és rugalmatlan ütközések közötti különbséget. De akár egyik, akár másik ütközés jön létre, ha megváltozik a test mozgásállapota, akkor ezt mechanikai kölcsönhatásként definiálják. Érdeemes megjegyezni, hogy itt még a mozgásállapot változását a nyugalomban levő test mozgásba hozatala, valamint a mozgó test gyorsítása, lassítása jelenti. A test mozgási irányának változásával a tananyag nem foglalkozik.

A mágneses és az elektromos kölcsönhatások tárgyalásában igen nagy előrelépést jelent a mágneses, illetve az elektromos mező megfogalmazása. Ezeket a mezőket a mágnes, illetve az elektromos töltés környezeteként definiálják, amit bizonyos segédeszközökkel ki lehet mutatni. Például, vasreszeléssel a mágneses mezőt, de az elektromos mező szemléltetésének lehetőségére a tankönyv csak szóbeli utalást tesz. Sajnos e két esetben a tananyag nem emeli ki a mező fő tulajdonságát, vagyis erőhatás kifejtését a benne levő testekre (azokra, amelyek képesek az adott kölcsönhatásra).

Ezt a hiányosságot a gravitációs mező esetében már pótolja a tananyag. Mindenki számára egyértelmű, hogy a Föld környezetében levő testekre bolygónk vonzerőt fejt ki. Ezt a hatást a tanulók gravitációs kölcsönhatásként ismerik meg. És az is egyértelművé válik számukra, hogy a gravitációs vonzást a Föld a gravitációs mező által valósítja meg. Nagyon hasznos és érdekes a tanulók számára a Föld és a Hold gravitációs kölcsönhatásának leírása. A Hold földközeli keringésének és az apály-dagály jelenség magyarázata rávilágít az erőhatás kölcsönösségére. Ezt a kölcsönös erőhatást egy alma és a Föld esetében elég nehéz megmagyarázni egy hatodikos tanulónak (nemcsak a Föld vonzza az almát, hanem az alma a Földet is). A másik fontos eleme az olvasmánynak az, hogy szemlélteti a gravitációs mező térbeli kiterjedésének nagyságát. A tanulók itt szembe-sülnek azzal a ténnyel, hogy a gravitációs mező százezres, sőt milliós nagyságrendű távolságra is kifejti hatását.

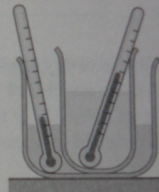
A termikus kölcsönhatás vizsgálata a tanulók hétköznapi tapasztalatira, illetve a korábban szerzett ismeretekre épül. A kérdés tárgyalása nem csak megfigyelésekre, kísérletekre, hanem mérésekre, eredmények feldolgozására épül. Az alapkészségek fejlesztése a hőmérséklet mérésének gyakorlásával, illetve a hőmérsékleti értékek leolvasásával kezdődik. E körben sok hasznos feladatot tartalmaz a munkafüzet. Magát a termikus kölcsönhatást a diákok különböző hőmérsékletű és mennyiségű víz elegyítésével, de nem összekeverésével (a különböző hőmérsékletű víz külön edényben van, amit egymásba helyeznek) vizsgálják (21. ábra). A mért hőmérséklet-változást táblázat és grafikon formájában dolgozzák fel. Ez alapján a kölcsönhatás konklúziója és egyértelműen megfogalmazható. Sőt, még tovább is lehet lépni. Mert logikus következtetésnek látszik, hogy a közös hőmérséklet kialakulása függ a kezdeti hőmérséklettől, az anyag tömegé-

től és minőségétől. A tanulókat arra is rávezetik, hogy egy test melegítésekor intenzívebb lesz a részecskék mozgása.

3. Két különböző méretű főzőpohár közül a nagyobbba tölts 2 dl hideg vizet, a kisebbbe ugyanannyi meleg vizet! Mérd meg, és jegyezd le mindkét vízmennyiség hőmérsékletét!

Állítsd a meleg vizes poharat a hideg vízbe! Fél percenként mérd meg mindkét víz hőmérsékletét, miközben folyamatosan kevergeted!

Mérési adataidat írd be a táblázatba!



Idő (perc)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
Hideg víz (°C)									
Meleg víz (°C)									

21. ábra

Az egész kérdéskörnek a következtetések levonása során érdemes lenne kitérni arra a gondolatra, hogy termikus kölcsönhatáskor mindig a melegebb test adja át a hőt a hidegebb testnek. Ez már egy hatodik diáknak is természetes. De ha abból indulunk ki, hogy ez a termodinamika II.főtételének elemi változata, akkor könnyen beláthatjuk a megállapítás fontosságát.

A fizika ismereteinek bővítése a 6. osztályban az energia fogalmának tárgyalásával zárul. Sajnos, ezt az igen fontos fogalmat a tankönyv tudományosan nem definiálja. Helyette hétköznapi értelemben (mondhatni „konyhanyelven”) közelíti meg. Igaz, tesz a tananyag egy erőtlen kísérletet az energia fogalmának a megközelítésére, mely szerint ez a mennyiség a kölcsönhatásban részt vevő testek tulajdonsága. Azt is leszögezi, hogy több fajtája is van, amit egy ábra segítségével be is mutat. De azt hiszem, egy ilyen fontos definíció megfogalmazására, még ha ezt a 6. osztályban is kell megtenni, a szakmódszertan kellően fel van készülve.

A fent elmondottakkal ellentétben, az energia megmaradását a tankönyv ábrák és fotók segítségével érthetően elmagyarázza (22.ábra). Nem fogalmazza meg, de körülírja a tananyag a zárt rendszer fogalmát, és a tanárra bízta annak a ténynek a közlését, hogy a rendszert alkotó testek csak egymással vannak kölcsönhatásban. Mint ahogy azt a lehetőséget is,

hogy összefüggést teremtsünk az energia és a munkavégzés között. Ábrákkal utal a könyv arra, hogy ha kevés energiával rendelkezünk, akkor passzívak vagyunk, ha sok az energiánk – aktívak. Nem ártana ezt röviden szövegszerűen is megfogalmazni.



22. ábra

Összességében, azt a következtetést lehet levonni, hogy az 5-6. osztályos Természetismeret tantárgy meglehetősen kevés fizikai ismeretet ad át a diákoknak. Ez elsősorban a tananyagra szánt elenyésző óraszám mennyiségében mutatkozik meg, ami egyértelműen tartalmi korlátokat jelent. Ennek az a következménye, hogy a 6. osztályt végzett tanulók az életkoruknak, az érdeklődési körüknek, a hétköznapi tapasztalataiknak megfelelően kevés fizikai ismerethez jutnak.

Felhasznált irodalom

- Csapó Benő (2000): *A tantárgyakkal kapcsolatos attitűdök összefüggései*. Magyar Pedagógia 100/3: 343–366.
- Csíkos Csaba (2012): *Melyik a kedvenc tantárgyad? Tantárgyi attitűdök vizsgálata a nyíltvégű írásbeli kikérdezés módszerével*. Iskolakultúra 13.
- di Sessa, A. (1993): *Towards an epistemology of physics*. Cognition and Instruction, 10 (2-3), 105–225.
- Egri Sándor & Máth János (2013): *Fizikatanítás: Mit, Hogyan, Kinek?* Fizikai Szemle, 7–8, 244–247.
- Fillmore, Cheryl (2008): *A smarter way to teach physics*. International Education Conference, Brisbane, 2008.
- Hammer, D. (2000): *Student resources for learning introductory physics*. American Journal of Physics, Physics Education Research Supplement, 68 (S1), S52–S59.
- Károlyházi Frigyes (2007): *Az öcskös felesége*. Fizikai Szemle 11. 367.o.
- Kirschner, P. A. & Sweller, J. & Clark, E. (2006): *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experimental, and Inquiry-Based Teaching*. Educational Psychologist, 41 (2), 75–86.
- Kurzweil, Ray (2006): *Reinventing huamnity: The future of human – machine intelligence*. The Futurist 2006 march – april, 39–46, www.wfs.org
- Máth János (2014): *A természettudományos oktatás válsága*. Génius Műhely 11. Magyar Tehetségsegítő Szervezetek Szövetsége.
- Phet (2014): <http://phet.colorado.edu/>, letöltés: 2015.01.16.
- Prensky M, (2001): *Digital Kids On the Horizon*. NCB University Press, Vol. 9 No. 6, December 2001, 1–6.
- Radnóti Katalin, Pipek János (2009): *A fizikatanítás eredményessége a közoktatásban*. Fizikai Szemle 2009/3.
- Sherin, Bruce L. (2006): *How Students Understand Physics Equations*. Cognition and Instruction, 19 (4), 479–541.
- Siemens, G. (2005, January). *Connectivism: A learning theory for the digital age*. *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning*. Retrieved from http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm

- Sweller, John & Jeroen J. G. van Merriënboer & Fred G. W. C. Paas, (1998): *Cognitive Architecture and Instructional Design*. Educational Psychology Review, Vol. 10, No. 3.
- Szabó Gábor (2009), *Természettudomány a közoktatásban*, Plenáris Előadás.
- Wieman, C (2008): *What all instructors should know about learning*. http://www.cwsei.ubc.ca/Files/Wieman_talk_Mar2008.pdf, letöltés: 2010.08.3.

A 4. fejezethez felhasznált tankönyvek

- Gálné Domoszlai Erika (1998): Természet- és társadalomismeret 1.o. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest.
- Miklovicz Árpád (2002): Természet- és társadalomismeret 2.o. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest.
- Miklovicz Árpád (1999): Természet- és társadalomismeret 3.o. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest.
- Miklovicz Árpád (2003): Természet- és társadalomismeret 4.o. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest.
- Jámbor Gyuláné, Kissné Gera Ágnes, Vízvári Albertné (2014): Természetismeret 5. Mozaik Kiadó, Szeged.
- Fehér Andrea, Jámbor Gyuláné, Kissné Gera Ágnes, Vízvári Albertné (2014): Természetismeret 6. Mozaik Kiadó, Szeged.

DEBRECENI EGYETEM
TANÁRKÉPZÉSI KÖZPONT

**Tanulmányok a levelező és részismereti
tanárképzés tantárgy-pedagógiai tartalmi
megújításáért – természettudományok**

BALLA ÉVA, BUJDOSÓ GYÖNGYI,
CSERNOCH MÁRIA, DOBRÓNÉ TÓTH MÁRTA,
EGRI SÁNDOR, HERENDINÉ KÓNYA ESZTER,
MÁNDY TIHAMÉR, PAULOVITS GYÖRGY,
REVÁKNÉ MARKÓCZI IBOLYA, SARKA LAJOS,
TEPERICS KÁROLY, TÓTH ZOLTÁN, VARGA KLÁRA



Debreceni Egyetemi Kiadó
Debrecen University Press
2015

Szaktárnet-könyvek 6.

Sorozatszerkesztő:

Maticsák Sándor

Készült

a SZAKTÁRNET (TÁMOP-4.1.2.B.2-13/1-2013-0009)
pályázat keretében

Lektorálta:

Komenczi Bertalan

Technikai szerkesztő:

Buzgó Anita

Borítóterv:

Nagy Tünde

ISBN 978 963 473 842 8

© A szerzők

© Debreceni Egyetemi Kiadó – Debrecen University Press,
beleértve az egyetemi hálózaton belüli elektronikus terjesztés jogát is.

Kiadta a Debreceni Egyetemi Kiadó, az 1795-ben alapított
Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja.
www.dupress.hu

Felelős kiadó: Karácsony Gyöngyi
Készült a Kapitális Nyomdában, 2015-ben.

Tartalom

1. A biológianár levelező képzés tantárgy-pedagógiai tartalmi megújítása a Debreceni Egyetemen – A természettudományos problémamegoldás fejlesztésének intermetodikája.....	5
<i>Revákné Markóczi Ibolya</i>	
2. Tehetséggondozás lehetőségei a biológia oktatásban	43
<i>Dobróné Tóth Márta</i>	
3. A fizika tantárgy 2084-ben.....	67
<i>Egri Sándor – Mándy Tihamér – Varga Klára</i>	
4. A levelező földrajz tanárképzés tartalmi, módszertani megújításának kérdései.....	105
<i>Teperics Károly</i>	
5. A levelező tagozatos kémiatanár-képzés szakmódszertani részének korszerűsítése a Debreceni Egyetemen	139
<i>Tóth Zoltán</i>	
6. A levelező tagozatos kémiatanár-képzés szakmódszertani részének korszerűsítése a Nyíregyházi Főiskolán	205
<i>Sarka Lajos</i>	
7. A kombinatorika, valószínűség és statisztika témakörök tanításának szakmódszertana.....	231
<i>Balla Éva – Herendiné Kónya Eszter – Paulovits György</i>	
8. A számítógépes szövegkezelés mesterséges nyelve: Hibakezelés, hibaellenőrzés	267
<i>Csernoch Mária – Bujdosó Gyöngyi</i>	