

Szerkesztette:
Radnóti Katalin



A természettudomány tanítása

Szaktanári
kézikönyv
és tankönyv



Mozaik
Pedagógiai
Szakkönyvek

Bevezetés

Az utóbbi időkben világszerte egyre jellemzőbb a természettudományos tantárgyak diszciplináris határok betartásával megvalósuló integrált szemléletű oktatása. Mivel hazánkban nem folyik komplex természettudományos tanárképzés, célszerűnek látszott, hogy hiányát legalább egy módszertani tankönyv pótolja. Könyvünk arra vállalkozott, hogy az *Ember és természet*, illetve *Földünk – környezetünk* műveltségi területekhez köthető természettudományos tantárgyak oktatását segítő ismereteket összegyűjtse. Összefoglaló jellege révén kétféle lehetőséget biztosít: a természettudományos tantárgyakat hallgató tanárjelöltek megismerhetik belőle egy-egy tantárgy legfontosabb tanítási tartalmait, céljait; a tanár kollégák pedig áttekintést kaphatnak a rokon tantárgyakról, ami segítheti őket az integrált szemléletű tanítási folyamat megtervezésében.

A könyv figyelembe veszi a 2012-ben elfogadott NAT-ban megfogalmazott alapelveket és az új tanárképzési koncepciókat. A kötet készítése során azonban a szerzők fő törekvése elsősorban a természettudományos nevelés általánosan elfogadott, kipróbált, bevált, illetve a legújabb pedagógiai kutatások által feltárt értékek követése volt. Ezen belül is főként a fogalmi rendszer fejlődésére, alakítására, illetve a szükséges fogalmi váltások kimunkálásának bemutatására helyeztük a hangsúlyt.

Könyvünknek két olyan jellegzetessége is van, mely a korábban megjelent szakmódszertani jellegű művekhez képest egyedivé teszi:

- Megjelenik benne a tantárgyszervezés és a tanítandó tartalom formálása terén jelentős integrált szemlélet, ugyanakkor kitér a tantárgyak közötti, a tudományokhoz való hagyományos kötődésüket jelző diszciplináris különbségekre is.
- Az egyes témakörök a magyar oktatás eddigi hagyományai szerint fontosnak tartott fogalmi háló tárgyalása során a közoktatás teljes vertikumát lefedik, vagyis mind a tizenkét évfolyamra érvényes a tartalmuk. Ugyanakkor minden fejezetben megjelennek az életkori sajátosságok is.

Ez utóbbit azért is nagyon fontosnak tartjuk, mert a természet – és ezen keresztül a természettudományos tantárgyak – iránti attitűd a kisiskoláskorban, vagy még korábban alakul ki. A tudományos leírás számára fontos fogalmak megalapozását is ebben az életkorban kell elkezdeni, természetesen játékos formában. A szerzők mind-egyikének vannak ilyen jellegű tapasztalatai is.

A fentiek alapján – reményeink szerint – könyvünk sokféle igényt képes kielégíteni. Hasznos segítséget jelenthet:

- az 1–6. évfolyamokon *Ember és természet* műveltségterületen **tanítók** számára a természettudományokkal való foglalkozás előkészítéséhez;
- az általános iskola **felső tagozatán tanító szaktanárok számára** a természettudományos műveltség elsajátításának megalapozásához;
- a középfokú intézményekben tanító szaktanárok számára a fizika, a kémia, a biológia, a földrajz tantárgyakban zajló kompetenciafejlesztés, a tudományok megismerésének kiterjesztéséhez;

- a tanítói, tanári képesítést adó egyetemi, főiskolai szakokon **nappali és levelező tanár szakos hallgatók** számára jegyzetként használva;
- a már pályán lévő tanító és természettudományos tantárgyakat tanító szaktanárok számára **továbbképzések során**;
- illetve **szakkönyvként** más területek pedagógusai, vagy pedagógiai területen dolgozó kutatók, szakértők, az oktatási terület irányítói számára.

Azt is fontosnak tartjuk, hogy a különböző szinten tanító kollégák a fogalmak fejlődésének, alakulásának jellegzetességeit a közoktatás teljes időszakában lássák. A magasabb évfolyamokon tanítóknak tudniuk kell, hogy milyen előismeretekre számíthatnak, illetve mit kell pótolniuk. Az alsó tagozaton tanítóknak pedig azzal kell tisztában lenniük, hogy egy-egy tevékenység során milyen fogalmat, fogalmi váltást készítenek elő (B.1 ábra).

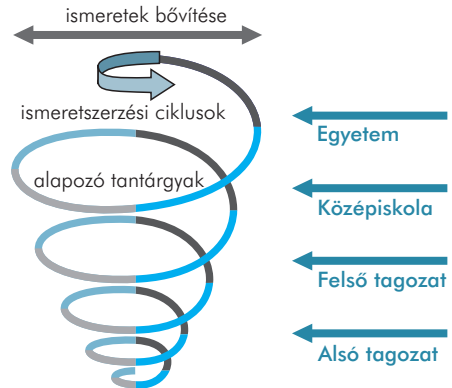
Könyvünkben számba kívánjuk venni az egyes fogalmak alakulása során fellelhető – gyakran téves – előzetes tudást, annak feltérképezési lehetőségeit, és javaslatokat fogalmazunk meg a korrigálására. Az erre vonatkozó nemzetközi és hazai kutatások eredményei kiemelt helyet kapnak a könyvben, hogy beépülhessenek a tanítási gyakorlatba is. Ezért sok olyan példát: mintaóravázlatot és tanulói feladatot is ajánlunk a kollégák számára, melyek feldolgozásával elősegíthetik tanulóik fejlődését.

Minden fejezet végén szerepel egy-egy, szándékaink szerint változatos feladatsor. Ajánlunk feladatokat például osztálytermi kutatások elvégzésére, tanítási folyamatok tervezésére, szakmai szövegek elemzésére is.

A tantárgyak (*fizika, kémia, biológia, földrajz*; mindegyik fejezetben ebben a sorrendben) sajátosságai és kapcsolatai az egyes alfejezetekben külön kibontva jelennek meg. A kifejtés integrált szemléletét a már említett keresztthivatkozásokkal oldjuk meg. A négy tantárgy közül a fizika kifejtése – annak alapozó jellege miatt – egy kicsit részletesebb.

A szerzők és a lektorok mindegyike rendelkezik oktatási és kutatási tapasztalatokkal. Közülük többen tanítanak vagy tanítottak egyetemen szakmódszertant (Makádi Mariann, Nagy Lászlóné, Papp Katalin, Radnóti Katalin; a lektorok közül Horváth Gergely, Tóth Zoltán), pedagógiát (Nahalka István), illetve szaktárgyat (Király Béla), vagy tanítanak a közoktatásban (Adorjánhé Farkas Magdolna, Wagner Éva, a lektorok közül Szerényi Gábor, Ujvári Sándor).

Ezúton szeretnénk köszönetet mondani a könyv megjelenését támogató magyar nagyvállalatoknak, a MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyilvánosan Működő Részvénytársaságnak, a Paksi Atomerőmű Zártkörű Részvénytársaságnak, a Richter Gedeon Alapítványnak és a TIT Stúdió Egyesületnek mint közhasznú civil szervezetnek.



B.1. ábra A fogalmi fejlődés csigaházmodellje

1. fejezet

Radnóti Katalin

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS MEGISMERÉSRŐL

Ebben a fejezetben a természettudományos tantárgyak tanítási céljairól és a tudományos megismerés módszereiről van szó. Példaként rövid történeti áttekintést adunk arról, hogy az idők során hogyan alakult a természettudományos gondolkodás és a természet megismerésének folyamata. A természettudományok kialakulásának két fő vonulatát követjük nyomon nagy vonalakban, melyek az ókortól kezdve érdekelték az embereket. Az egyik a mozgás, a másik pedig az anyag szerkezetének a problémája, melyek megértése fontos volt mind a négy természettudomány kialakulásához, fejlődéséhez. A történeti szemléletet alapvetően fontosnak tartjuk, ezért a könyvben több helyen alkalmazunk ilyen megközelítést.

1.1. A természettudományos tantárgyak tanítási céljai

A természettudományos tantárgyak tanításának régebbi céljai ma is érvényesek, azonban a 21. századra újakkal bővültek. A természeti jelenségek magyarázata, az egészséges gyermeki kíváncsiság kielégítése a tanítás egyik alapvető célja. Fontos célkitűzés, hogy fokozatosan megalapozzuk a diákok természettudományos gondolkodását az ok-okozati viszonyok feltárásán keresztül. A tanulók számára fontos bemutatni a tudományos modellalkotás módszerét. A tanulók szemléletformálása szempontjából az is lényeges, hogy a tanár rávilágítson, a természetben vannak olyan jellemző mennyiségek, amelyek a természeti változások során is megmaradnak, például a tömeg, a lendület, az energia vagy a töltés.

A természettudományos tantárgyak tanításának fontos célkitűzése az is, hogy segítse az eligazodást *napjaink technikai környezetében*, és megteremtse mai modern világunkban egy, a technika vívmányait elfogadó és értelmesen használó társadalom alapját képező világkép kialakulásának lehetőségeit minden diák számára. 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 feladata az, hogy fejlesszék a kritikus gondolkodást, különösen a napjainkat jellemző áltudományos nézetekkel szemben. Minél több jelenségre tudjon tudományos magyarázatot kínálni, kvantitatív előrejelzéseket tenni, és bemutatni a tudományos megismerés módszereit.

Arról is beszélnünk kell a tanórákon, hogy mivel foglalkozik ma egy természettudományos kutató, illetve mivel foglalkoznak napjainkban a mérnökök! Ma is vannak 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. A kémiában a reakciómechanizmusok jobb megértése, ami kiterjed a biokémiai folyamatokra is, sok új gyógyszer kifejlesztéséhez vezethet stb. Számtalan egyéb példa is azt mutatja, hogy egyáltalán nem lehet a természettudományok befejezettségéről beszélni, és ezt szintén hangsúlyosan meg kell jeleníteni az oktatása során. Fontos, hogy a tanulók ráébredjenek arra, hogy ma is vannak érdekes és nyitott, megoldásra váró kérdések, ezért érdemes természettudományos kutatóként dolgozni.

A természettudomány különböző ágaival foglalkozó kutatók munkáját vizsgálva az látható, hogy a hagyományos értelemben vett fizikai, kémiai, biológiai témákon kívül nagyon sokan foglalkoznak olyan kutatással és alkalmazással, amelyek határterületekre esnek, sőt az egész emberiséget érintő globális környezeti kérdésekkel, mint az üvegházhatás, az ózonréteg elvékonyodása, a savas eső. Annak is tanúi lehetünk, hogy a fizikában kidolgozott kutatási módszerek, speciális eszközök, műszerek számos természettudományon kívüli alkalmazásban is szerepet kapnak. Ilyen például

a régészetben a radioaktív kormeghatározás, a térinformatika a mindennapokban, de vannak alkalmazások a művészettörténetben, sőt a közgazdaság-tudományban is. Vagyis napjaink **kutatásait és alkalmazásait a sokrétűség jellemzi**. Marx György a természettudományok fejlődését a következőképp fogalmazta meg 1969-ben:

„A természettudományok különböző pontokról indultak el, különböző jelenségkörök törvényeit kezdték kutatni. Évszázadok folyamán a matematikus, csillagász, fizikus, kémikus, biológus, pszichológus más-más mélységeig 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, hogy hogyan is kezdődött világunk megismerése, hogyan vetődtek fel az úgynevezett „jó kérdések”, melyek a későbbiekben hasznosnak bizonyultak a probléma megoldásában, sőt továbbfejlesztésre is alkalmasak voltak. Kiemelkedően fontosnak tartjuk ebben a vonatkozásban Galilei szerepét, aki bevezette a modellalkotást, az elvonatkoztatást, melyet a fizikán kívül a többi természettudomány, sőt napjainkra sok társadalomtudományi jellegű kutatási módszer is alkalmaz. Az ő megközelítése szerint a jelenségeket célszerű olyan leegyszerűsített körülmények között vizsgálni gondolatkísérletek segítségével, 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 parabola alakú a pálya. Később kísérlettel ellenőrizni kell, hogy ténylegesen az történt-e, amit vártunk. Vagyis az elmélet és a kísérlet egymást kiegészítő szerepe érvényesül a jelenségek vizsgálatában és értelmezésében.



1.1. ábra A természettudományok tanítási céljai

A tudományos megismerés

A tudományos megismerés mint módszer, lépései vázlatosan a következőképp foglalkozhatók össze:

- előzetes ismereteink mozgósítása a körülöttünk lévő világ megfigyelésekor;

- a vizsgálódásra alkalmas kérdés megfogalmazása;
- előrejelzések, hipotézisek megfogalmazása;
- a mérés megtervezése (kísérleti és kontrollcsoportok kijelölése stb.);
- a szükséges mérőberendezés megalkotása;
- adatok gyűjtése;
- az adatok rögzítése, táblázat megtervezése;
- az adatok kiértékelése, esetleg grafikus ábrázolás;
- következtetések levonása, összevetése az előzetes elképzelésekkel;
- az eredmények közzététele, válasz a feltett kérdésre, milyen új tudást szereztünk, a gyakorlatban alkalmazható javaslatok megfogalmazása;
- esetleges további vizsgálatokra alkalmas kérdések megfogalmazása.

Fontos célkitűzés a természettudományos leírási, megismerési módszerek alkalmazása, melyeket sok-sok példán keresztül kívánunk bemutatni. Vagyis a természettudományos órákon nemcsak szaktárgyi ismereteket kívánunk tanítani, hanem egy általánosan alkalmazható gondolkodásmód, szemléletmód kialakítását is célul tűzzük ki, és alapvetően ehhez keressük a példákat a természettudományokban felhalmozott ismeretanyagban (1.1. ábra).

A továbbiakban rövid történeti áttekintést adunk a mai modern természettudomány, a természettudományos gondolkodás, a természet megismerésének mai formájának kialakulásáról.

A tudomány kialakulásának két fő vonulatát fogjuk vázlatosan nyomon követni, melyek az ókortól kezdve érdekelték az embereket. Az egyik a **mozgás**, a másik pedig az **anyag szerkezetének** a problémája, miszerint folytonosnak képzelhető-e el az anyag, vagy tovább nem osztható részecskékből áll. Ezek megértése volt a kulcs a többi természettudományos tudás létrejöttéhez, a jelenségek megértéséhez. Ezért ezt a két fő témakört tartjuk alapvetőnek a természettudományok oktatása során is.

1.2. A mozgás leírása

A mozgásról a régi korokban úgy gondolkodtak, hogy egy test mozgásának állandó fenntartásához szükséges valamilyen szintén állandó külső hatás. Valójában a mai modern ember is így gondolkodik a hétköznapi élete során. A mindennapokban tényleg azt látjuk, hogy a gyerekkocsit tolni kell, az autók, buszok mozgásához benzint kell venni, a villamosnak pedig elektromos energiára van szüksége ahhoz, hogy mozogjon. De ha azt szeretnénk, hogy a mozgó test megálljon, ahhoz is kell valamilyen külső hatás.

Galilei volt az, aki elsőként megfogalmazta az 1632-ben megjelent *Dialogo* című művében, hogy az egyenes vonalú egyenletes mozgás fenntartásához nem szükséges erőhatás. Ehhez a gondolathoz a test lejtőn való mozgásának vizsgálatából kiindulva jutott el.

„a súlyos test önként legördül egyenletesen gyorsuló állandó mozgással, és ahhoz, hogy megállítsuk, erőt kell kifejteni; az emelkedő lejtőn pedig viszont ahhoz kell erő, hogy felfelé mozogjon...”

A gondolat úgy folytatódik, hogy amennyiben sík felületen mozog a test, akkor a mozgása nem változik.

„Tehát egy hajó, amely a nyugodt tengeren halad, olyan test, mely egy se nem ereszkedő, se nem emelkedő felületen mozog, amilyenről szó volt. Arra törekszik tehát, hogy ha minden támadható külső akadályt eltávolítottunk, a vele egyszer közölt kezdősebességgel folytonosan és egyenletesen mozogjon.” (M. Zempléni Jolán fordítása)

Az idézetben több is benne van, mint a sík felületen való mozgás, hiszen Galilei azt is kiköti, hogy minden külső akadály el legyen hárítva. Vagyis tisztában volt az-
zal, hogy ténylegesen nem tud megfigyelni egyenes vonalú egyenletes mozgást, de el lehet azt képzelni. Ez tehát egy *gondolatkísérlet*, melynek nagy szerepe van napjainkban is.

A gondolatmenet az 1638-ban megjelent *Discorsi* című munkájában teljesebben ki, amelyben Galilei a szabadesés problémájának a megértését tűzte ki célul, és sikerült is megoldania, miközben bevezette a mai modern természettudomány számára fontos megismerési módszereket is (*Galilei*, 1638). Ezek egyike az, hogy egy jelenség vizsgálata során nem kell minden hatást figyelembe venni, vannak olyanok, melyektől célszerű eltekinteni, legalábbis a leírás elején. Vizsgálta például a különböző sűrűségű testek különféle közegekben végzett mozgásait, majd ezekből általánosítással, szinte szabályos határátmenettel eljutott ahhoz az alapvető tételhez, hogy a vákuumban minden testnek, sűrűségétől és alakjától függetlenül egyforma gyorsulással kell esnie. A következőt írta:

„...ha a közeg ellenállását teljesen megszüntetnénk, minden test azonos sebességgel zuhanna”.

Tehát a szabadesés leírásánál a közeg hatását elhanyagolta, amit az oktatás során is meg szoktunk tenni, de mindig megemlítjük, hogy van.

A szabadesés törvényszerűségei Galilei színre lépése előtt már közel egy évszázada foglalkoztatták a tudósokat. Sok problémát okozott, hogy vajon az egyenletes változás az idő vagy pedig a hely függvényében értendő-e. Általában ez utóbbi elképzelést tartották valószínűnek, sokáig Galilei is így gondolkodott. Későbbi hipotézise szerint mégis az idő függvényében tekintette változónak a sebességet a szabadesés során (*Vekerdi*, 1997).

A mérés közvetlen végrehajtása során azonban felmerült egy nehézség, a szabadesés esetében túlságosan kicsi időket kellene mérni. Galilei zseniális ötlete volt az, hogy vett egy kis hajlásszögű lejtőt, és ezzel – megtartva a jelenség időbeli lefolyásának jellegét – lelassította a szabadesés folyamatát úgy, hogy a rendelkezésére álló időmérő eszközökkel kellően pontos méréseket tudott végezni.

Galilei módszere a következőképp foglalható össze:

- A fogalmak bevezetése (út, idő, sebesség és a gyorsulás fogalmának „megsejtése”).
- Hipotézis alkotása a jelenség várható lefolyására vonatkozóan (az idő függvényében egyenletesen változik a sebesség).

2. fejezet

Nahalka István

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS PEDAGÓGIAI HÁTTERE

Ebben a fejezetben röviden bemutatjuk a természettudományos neveléssel kapcsolatban napjainkban létező legfontosabb elképzeléseket, alapvetéseket. Kitérünk a természettudományos nevelés társadalomorientálttá válásának szükségességére, és arra hogy ezt miként lehet érvényesíteni az oktatás során. Bemutatjuk napjaink egyik meghatározó pedagógiai tanulásszemléletét, a konstruktivizmust, és ehhez kapcsolódóan az előzetes tudás alapvető jelentőségét a tanulási folyamatokban, a fogalmi fejlődés és fogalmi váltások eléréséhez. Erre a tanulásszemléletre az összes további fejezetben hivatkozunk. Bemutatjuk a méltányosság és a természettudományos nevelés kapcsolatát, leírjuk a tehetséggondozással kapcsolatos alapvetéseinket.

Amikor egy tanító- vagy tanárjelölt a természettudományos neveléssel ismerkedik, akkor érthető kívánsága, hogy megtudja, ha bemegy majd egy iskolai osztályba, akkor mit tegyen. A kérdésre létezik egy válasz, hogy ezt bizony senki nem fogja neki megmondani, hiszen a pedagógus munkája alapvetően az adott pillanatban születő alkotás, sokkal inkább hasonlít a művészetek gyakorlásához, semmint valamilyen véges számú algoritmussal jól leírható mesterséghez. E tankönyv szerzői nem így gondolják, miközben a pedagógus munkájának alkotásként történő értelmezése igencsak megállja a helyét.

Igen, a tanári, tanítói tevékenység – a természet megismertetését szolgáló ilyen tevékenység is – *alkotás*. Alkotás, mert rendszerint hiányos információk alapján kell diagnosztizálni az egymást gyorsan váltó nevelési helyzeteket. Alkotás, mert e helyzetekre gyors döntésekkel kell reagálni. Alkotás, mert mesteri módon kell igazgatni, formálni a neveltek csoportján belüli viszonyokat. A pedagógusoknak az esetek döntő többségében úgy kell megválasztaniuk az optimális környezetet, hogy nem létezik precíz leírás arról, hogy milyen helyzethez milyen környezet a megfelelő. Szerepet kap az intuíció, a megérzés, a kreativitás, a pedagógus saját értékrendje, neveléssel, iskolával, gyerekekkel, fiatalokkal kapcsolatos elképzelései, elvei. Ebben az értelemben igen, *művészetről van szó*.

Ám mindenki tudja, hogy a művészek is tanulják a „szakmájukat”. Még hozzá hosszú ideig. Sokan közülük nehéz feladatnak látták, látják e tanulást. Ha voltak is a történelemben „istenadta tehetségek”, akik formális tanulás nélkül is remekműveket alkottak, számuk elenyésző volt. Ha voltak is a történelemben veleszületett pedagógiai tehetséggel megáldott nevelők – és nyilván voltak –, az ő számuk sem lehetett nagy, és a társadalom nem várhatja ölbe tett kézzel, hogy ilyenek szülessenek, és spontán módon váljanak iskolákban nevelőkké (Magyarországon egyébként egy évfolyamot tekintve átlagosan kb. 4000 pedagógusról, egy mai évfolyam létszámának kb. a 4%-áról van szó).

A kreatitásnak, az intuíciónak is szüksége van *tudásra*. Az lehet, hogy ma még a neveléstudomány képtelen olyan modellt alkotni, amely lehetővé teszi a nevelési helyzetek mindegyikének pontos azonosítását, és talán soha nem is lesz ilyen „tökéletes szisztéma” a kezünkben.

De ha egy pedagógus nem birtokol a tudásrendszerében jól alkalmazható kategóriákat, nincs tudása ahhoz, hogy ha eltérő szisztémák szerint is, de elemezze a nevelési helyzeteket, akkor hiába kérjük őt e feladatra, az eredmény rendkívül esetleges lesz, és legföljebb az illető hétköznapi tudását tükrözi vissza. Ha egy pedagógus tudásrendszerében nincs meg a foglalkozásokon alkalmazható *módszereknek* egy gazdag tárháza, s ha meg is van, ám azok alkalmazásával összefüggésben nincsenek megfelelő *elképzelései*, akkor a „művészet sem segít”. Igen, a pedagógusi munka nagymértékben támaszkodik az intuícóra, a kreativitásra, de az intuíció és a kreativitás is csak egy jól kiépített, jól szervezett, és mondjuk ki: viszonylag terjedelmes *tudásrendszeren* alapulhat. És ez a *tudásrendszer elsajátítható*.

A természettudományos nevelés kapcsán a tankönyv e részében felvázolunk egy lehetségest e tudásrendszerek közül. Alternatívait is bemutatjuk. Könyvünk – pontosabban természetesen a szerzők – nyíltan vállalják, hogy *elkötelezettek egy adott gondolkodásmód mellett*. Hogy ez milyen gondolkodás, az kiderül a következő oldalakon.

A közoktatásban zajló természettudományos nevelésnek van egy hagyományos, a Föld fejlettebb országaiban 100–150 éve uralkodó (vagy legalábbis ez idő alatt fokozatosan dominánssá váló), meglehetősen sikeres szemléletmódja. E szemléletmódot, és a hozzá kapcsolódó gyakorlatot elsősorban az jellemzi, hogy

- az oktatásban a természettudományok által felhalmozott tudás közvetítését tartja az alapvető feladatnak;
- e tudásközvetítés tartalmát országonként egységes tantervek keretében és a tudományos diszciplínáknak (fizika, kémia, biológia, földrajz) megfelelő tantárgyakban rögzítendőnek és rögzíthetőnek gondolja;
- a tanulás a közvetített tudás befogadásaként jelenik meg benne;
- határozott tudománykép és tudományos megismerésfelfogás jellemzi, amelyben a tudomány induktív módon fejlődik (a tudomány induktív természete kapcsán lásd e könyv első fejezetét).

A 20. század utolsó harmadában a természettudományos nevelésnek ez a „sztenderd képe” alapvetően megkérdőjeleződött. Fokozatosan megformálódott, illetve napjainkban is formálódik egy új, a kialakításában résztvevők szándékai szerint a társadalom igényeit jobban kielégítő, adaptívabb természettudományos nevelési gondolkodásmód, elterjedt tudományos szakszóval élve: *egy új paradigma*.

Az e tankönyv szerint szakmódszertant tanuló hallgatóknak is nagy valószínűséggel a döntő többsége még e hagyományos, „sztenderd kép” szerinti természettudományos nevelésben részesült általános és középiskoláiban. Éppen ezért többségük számára az itt szereplő megállapítások, ismeretek alighanem újak lesznek. De nem csak arról van szó, hogy meg kell tanulni valami újat. E hallgatók is – és ez minden hallgatóra igaz – határozott tudásrendszerrel rendelkeznek arról, amit ők maguk természettudományos nevelésnek tartanak. Hiszen végigélték a saját tanulásukat, azt, ahogyan tanáraik szervezték e folyamatot, és ha spontán, nem tudatos módon is, mégiscsak *megkonstruálódott bennük egy tudás a természettudományos nevelés mibenlétéről, tartalmáról, lehetséges módszereiről, vagyis e nevelési terület egész pedagógiájáról*.

Azoknak a látásmódja, akiket a hagyományos paradigma szerint tanítottak – azt állítottuk, hogy ők vannak többségben –, a hagyományos paradigmának felel meg nagy valószínűséggel. Lehetnek a hallgatók között olyanok is, akiket kellő mennyiségű és minőségű hatás ért az általános és középiskolában ahhoz, hogy bennük már a hagyományos, sztenderd modelltől eltérő kép alakulhatott ki.

Reméljük, a fejezet elolvasása segítséget nyújt ahhoz, hogy minden olvasó értékelhesse saját tudását is: milyen pedagógiai kérdések esetén gondolkodik a hagyományos keretek között, mely kérdésekben haladta már meg ezeket, és általában hogyan értékelheti saját természettudományos nevelés szemléletét.

2.1. Tendenciák a természettudományos nevelésben

Ha meg akarjuk érteni, hogy ma egy, a pályáját kezdő, természettudományos tantárgya(ka)t tanító pedagógus *milyen helyzetben* találja magát, amikor egy konkrét iskolában a konkrét nevelési feladatait kell ellátnia, akkor érdemes áttekintenünk, hogy milyen helyzetben van ma a természettudományos nevelés, és *milyen főbb változási tendenciák* jellemzik. Nem írunk le hosszas történeti elemzést, koncentrálnunk a gyakorlati jelentőséggel is bíró, a kezdő pedagógusok számára feladatokat jelentő tényezőkre.

Az e fejezetben elemzendő tendenciák, változási folyamatok kiválasztásában van egy jókora szubjektivitás, a szerző szubjektivitása. Vállalva ezt a szubjektivitást, a fejezetben a természettudományos nevelés ma is ható változási tendenciái közül a következőket elemezzük:

- a természettudományos nevelés társadalomorientálttá válását, és ezzel részben a tantervi tervezés átalakulását;
- a konstruktivista tanulásszemlélet elterjedését;
- a méltányosságértékesítés követelményének egyre fontosabbá válását;
- a tanulást szolgáló tevékenységrendszer rendkívül sokszínűvé válását, és azt hogy miképpen függ össze az egész életen át tartó tanulás követelményeinek érvényesülésével.

2.1.1. A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS TÁRSADALOMORIENTÁLTTÁ VÁLÁSA

Azok, akik pedagógusként a gyermekek, a fiatalok természettudományos nevelésében vesznek részt, nyilván egyénenként nagyon különböző feladatok előtt állhatnak. Az egyik pedagógus kis elsősökkel foglalkozik az iskolában. Az általános iskolai biológiatanár fiatalabb serdülők között végzi a munkáját. Van, aki szakmunkásképzésben részt vevő fiatalokkal foglalkozik, s nyilván itt sem egészen mindegy, hogy ők milyen szakmát tanulnak. Van, aki érettségire készülőköt nevel. És a felsőoktatásban dolgozók egy része számára is feladat a természettudományos nevelés. Nagyon különbözőek lehetnek tehát a feladatok, azonban sok minden össze is köti őket. Talán a legfontosabb ezek közül, hogy az alsó tagozattól a doktori képzésig, ha természettudományos nevelésről van szó, az a cél, hogy az intézményes nevelés keretei között a leendő felnőttek *hasznos, alkalmazható tudást* szerezzenek a természetről. Az a cél, hogy olyan *kompetenciákkal* vértessék fel magukat, amelyek mind egyéni életükben, mind szűkebb és tágabb környezetükben hasznossá válnak. Ezen belül rendkívül különbözőek lehetnek a megformálódó tudásrendszerek. Az atomfizikai kutatónak nyilván mind mennyiségében, mind minőségében egészen más természettudományos tudást kell szereznie iskolázása során, mint mondjuk egy színésznek vagy egy textilipari szakmunkásnak. Az e területen zajló nevelés lényege mégis ugyanaz.

Minden embernek szüksége van természettudományos műveltségre. Nem csak azért tanítunk már az általános iskola felső tagozatán biológiai, fizikai, földrajzi, kémiai ismereteket, s fejlesztünk e területen képességeket, készségeket, mert arra gondolunk, hogy tanítványaink között ott vannak azok, akik majd természettudósok, orvosok, mérnökök, agrárszakemberek lesznek. Nem, *a természettudományos nevelés mindenkinek szól* (lásd pl. Orion, 2007; Unesco, 2010). A „science for all” („természettudomány mindenkinek”) elve a 19. század közepén alakult ki, ám akkor még szó szerint kellett ezt érteni: az iskolában ne forduljon elő, hogy végezhet valaki úgy, hogy egyáltalán nem ismerkedik a természettel, a természettudományokkal. A jelszót a 20. század utolsó harmadában mintegy „újra felfedezték”, ám jelentése némileg átalakult (hiszen azért, hogy a gyerekek az iskolában tanuljanak természettudományokat, már nem kell harcolni). A jelszó inkább arra figyelmeztet, hogy az oktatás-nevelés folyamatában *nemcsak a természettudományos tudást intenzíven megkövetelő pályákra törekedők a fontosak, hanem minden tanuló.* Természetesen mindenki annak függvényében részesüljön differenciált fejlesztésben, hogy fokozatosan megformálódó igényei, perspektívái mit tesznek indokolttá, de semelyik igényrendszert, sem a leendő természettudósok igényeit, sem a munkájuk során természettudományos tudást nem, vagy csak nagyon kevéssé alkalmazók igényeit nem lehet abszolutizálni.

Miért alakult ki ez a helyzet? Alapvetően két oka van. Az egyik *a közoktatásnak az állampolgárok döntő többségére való kiterjedése* (a középfokú képzés általánossá válásával is szokás jellemezni ezt a folyamatot), a másik *a hétköznapi életben alkalmazandó természettudományos műveltség tartalmával, színvonalával, mennyiségével kapcsolatos társadalmi igények növekedése.*

A közoktatásnak a népesség majdnem egészére történt kiterjedése a 20. század folyamán zajlott le a fejlett és a közepesen fejlett országokban, hazánkban is. Magyarországon 5% alatt van azok aránya, akik az általános iskolát nem fejezik be, vagy annak befejezése után nem tanulnak tovább. Az egész világon nagyon sok országban, nálunk is némileg aggasztó azok száma (aránya), akik nem szereznek középfokú végzettséget (érettségit vagy szakmunkás bizonyítványt), azonban ez az arány nálunk így is csak alig haladja meg a 10%-ot. E változást annak fényében érdemes értékelni, hogy a második világháborút megelőzően (és egy ideig természetesen még azután is) az iskolából kikerülőknél a kisebbik hányada szerzett valamilyen középfokú iskolai végzettséget (80–100 évvel ezelőtt az érettségit adó iskolákba járók aránya egy évfolyamon nem érte el a 10%-ot, az 5%-ot is alig). A középfokú képzés itt leírt értelemben vett általánossá válása egyben azt is jelentette, hogy az eltelt évtizedekben, illetve mintegy száz év alatt jelentős mértékben nőtt azok aránya, akik az elemeni magassabb szintű természettudományos oktatásban kellett, hogy részesüljenek.

A korábbi természettudományos nevelést elsősorban az jellemezte, hogy az iskolázás alsóbb szintjein nem volt cél tudományosan rendszerezett tudás formálása. Ahol azonban ez már feladat volt, tehát a magasabb évfolyamokon, ott nagyon kevesen tanultak. E kevesek között is elsősorban azok kaptak igényes oktatást a természettudományokból, akik ezt igényelték, mert életcéljuknak, választott pályájuknak az felelt

meg a legjobban. Unalomig ismerjük már a történeteket: a két világháború között működő magyar iskolarendszer későbbi Nobel-díjasokat volt képes kibocsátani. Maga a tény azonban, hogy tudniillik feltűnően nagy a magyar Nobel-díjasok száma, szemben számos elterjedt értékeléssel, egyáltalán nem képes alátámasztani azt az állítást, hogy a két világháború között Magyarországon az iskolarendszer kiváló színvonalon működött. A tanulási eredményesség (ha meg tudjuk alkotni ezen eredmények szám-szerű mérésének valamilyen alkalmas módját) általában közel normális eloszlást mutat. Az egészen kimagasló értékeknél (a Gauss-görbe „jobb szélén”) a folyamatok, hogy tudniillik hányan vannak egy akár rendkívül magas érték fölött is, jelentős mértékben sztochasztikusak, vagyis törvényszerűségekkel nem leírhatók, nem megjósolhatók. Véletlen folyamatok produkálhatnak jelentős kiugrásokat e gyakoriságok tekintetében. Lehet érvelni bizonyos konkrét hatásmechanizmusok létezése mellett, például ki lehet emelni egyes pedagógusok (elsősorban a Fasori Gimnáziumban tanító Rátz László matematikatanár) kimagasló eredményeket hozó munkásságát, azonban az oktatás egészével kapcsolatos, rendszerszinten jelentkező hatásmechanizmusokat képtelenek lennének felfedezni a Nobel-díjasaink sikerei alapján.

A Nobel-díjasokkal kapcsolatban természetesen sokféleképpen vélekedhetünk. Tény azonban, hogy a két világháború között szinte elenyésző volt azoknak az aránya egy évfolyamban, akik a közoktatásban magas szintű természettudományos oktatásban részesülhettek.

Ez a helyzet változott meg radikálisan a későbbiekben. Korábban nagyon kevesek, természetesen a magasabb társadalmi státusú csoportokból származók tudományosan igényes oktatásának megoldása volt a feladat, olyan tanulóké, akiknek többsége erősen motivált a magas szintű műveltség megszerzésében. A középfokú oktatás fokozatos általánossá válásával azonban egyre inkább tömegek számára, és egyre nagyobb arányban (különösen 1945 után) a társadalom szegényebb és alacsonyabb társadalmi presztízzsel rendelkező családjaiból származók számára kell nyújtani az elvárt szinten, a különböző foglalkozások művelésére is felkészítő természettudományos oktatást. A *tömegoktatásban* részt vevők átlagos színvonala (előzetes tudásuk, képességeik fejlettségének átlagos szintje) nyilván gyengébb, mint egy olyan szűkebb csoporté, amelynek tagjai erős válogatással kerülnek a hétköznapi nyelven elitnek nevezett iskolákba. Aki mondjuk a 20. század első felében Magyarországon gimnáziumban tanulhatott természettudományokat, az vagy kifejezetten használta élete során ezt a műveltséget, vagy az általa elsajátított magas szintű ismeretrendszer része volt a társadalom más tagjaitól, többségétől őt megkülönböztető műveltségnek. Egyfajta „elit műveltségről” van tehát szó, amely státus azonban a század második felére fokozatosan eltűnik, átadja a helyét a tömegoktatásban kialakítható műveltségnek, miközben a tanártársadalomban makacs módon maradnak fenn illúziók ezen elit jellegű, magas műveltség kialakíthatósága iránt.

Az állampolgárok között vajon milyen arányt képviselnek azok, akiknek foglalkozásuk miatt szükségük van magas szintű, szakszóval élve *akadémikus természettudományos műveltségre*? Pontos számot mondani természetesen lehetetlenség, azonban ha

alaposabban belegondolunk, meglepő összefüggésre jöhetünk rá. Ha egy-egy tantárgyat figyelünk meg, és azt kérdezzük, hogy hány embernek van szüksége mélyebb, akadémikus jellegű, mondjuk kémiai ismeretekre, és az azok alkalmazásával kapcsolatos képességek, készségek magas színvonalára, akkor rá kell jönnünk, hogy a társadalomban képviselt arányuk meglehetősen kicsi. Az emberek döntő többsége (beleértve azoknak egy jó részét is, akik majd természettudományos műveltséget, de inkább fizikát, biológiát, földtudományi ismereteket igényelnek) soha nem használja a szokásos középiskolai kémiai tantervekben szereplő ismeretek nagy részét. Sokan jutnak el egy ilyen felismerésből egészen odáig, hogy akkor a természettudományos ismeretek tanításának egy viszonylag szűk kör oktatásán kívül valójában nincs is értelme.

Ez a kijelentés természetesen alapvetően hibás. Ám a probléma maga legalább két, már reális következtetésre kell, hogy juttasson bennünket:

- Természettudományos műveltségre mindenkinek szüksége van, azonban ezt nem elég szajkózni, a mindennapos oktatás keretei között kell tudni bizonyítani. Ez a probléma a motiváció, motiválhatóság problémáját, a nevelés ebben viselt felelősségének kérdését veti fel. A témával tankönyvünk a 4. fejezetben foglalkozik.
- A természettudományos műveltséget elsajátító tanulók igényei rendkívül különbözőek, és az oktatásnak differenciált módon azt kell tudnia fejleszteni, amire nekik valóban szükségük van. Nem lehet ráerőszakolni egy kisebbség (a magasabb szintű műveltség iránti igénnyel rendelkezők) számára szükséges oktatást mindenkire. Meg kell találni, mi az, ami a leendő „átlagos állampolgárok”, vagy másik rossz kifejezéssel élve a „hétköznapi emberek” szükséglete a nevelés e területén.

Különösen a második feladat kapcsán jelentett rendkívül sokat a 20. század 80-as éveiben az Egyesült Államokból útra induló, a természettudományos nevelés fejlesztésére vonatkozó irányzat, a *természettudományok társadalomorientált oktatása*. Az irányzat az angol nyelvű szakirodalomban gyakran szerepel STS rövidítéssel, amely a Science-Technology-Society (tudomány-technika-társadalom) tartalmat meghatározó megjelölés rövidítése (történeti vonatkozásban lásd *Aikenhead*, 2003; az elgondolások továbbfejlődése szempontjából lásd *Zeidler és mtsai.*, 2004; *Nasser*, 2007). Milyen jellegű oktatásra van szükség a fentebb leírt körülmények között, amikor tehát tömegoktatásról kell beszélnünk, a természettudományokat tanulók igényei rendkívül különbözőek, és amikor a hagyományosan nagyon magas színvonalú oktatást csak a tanulók egy kis arányban igénylik? Mi az, ami mégis közös lehet egy ilyen oktatás keretei között minden tanuló számára? Erre a kérdésre adtak úgy választ a szakemberek, kutatók, pedagógusok, oktatásirányítók, hogy a társadalomban valóban hasznosuló, idegen szóval élve *releváns tudás* formálása a feladat. E releváns tudás azonban csakis a társadalmi folyamatokra, a társadalomban felmerülő problémákra reflektáló tudás lehet. Csakis olyat választhatunk ki (a „Mit tanítunk egyáltalán a természettudományos tantárgyakban a közoktatásban” kérdésre adott válasz), ami érzékeny a társadalmi folyamatokra, éppen ezért az így kialakuló természettudományos nevelés nem zárkózik be rigorózus módon a diszciplínák falai közé.

3. fejezet

Adorjánné Farkas Magdolna – Makádi Mariann –
Nagy Lászlóné – Radnóti Katalin – Wagner Éva

FOGALMI FEJLŐDÉS ÉS FOGALMI VÁLTÁSOK A TERMÉSZETTUDOMÁNY TANULÁSA SORÁN

Könyvünknek ez a leghosszabb fejezete, mely négy teljesen különálló részre bomlik, a négy természettudomány és az azokat leképező iskolai tantárgyaknak megfelelő alfejezetekre. Célkitűzésünk szerint bemutatjuk az egyes tantárgyak legfontosabbnak ítélt fogalmainak a kialakítását a közoktatás teljes vertikumára. Kitérünk a lehetséges tanulói előismeretekre, a gyermektudomány elemeire, a fogalmi fejlődés és a szükséges fogalmi váltások eléréséhez adunk hasznos tanácsokat. Sok olyan praktikus ötletet, tanácsot, feldolgozási lehetőséget megfogalmaztunk meg, melyek hasznosak lehetnek a mindennapi tanári munkában.

3.1. Fizika

(Adorjánné Farkas Magdolna – Radnóti Katalin – Wagner Éva)

A természettudományos tárgyak ismeretrendszerének megalapozása a fizika keretein belül történik meg, ezért a fizikával foglalkozó fejezetben négy fő témakört dolgoztunk fel. Elsőként a mechanika témakörét, mivel a mozgás megértése ugyanúgy alapvető a tanulók fogalmi fejlődése szempontjából, mint a tudomány története esetében. Ezt követi az anyagkép alakítása a fizika tantárgy keretein belül, majd az elektromos és az optikai jelenségek tárgyalása, végül az energiafogalom alakítása a fizikában. Teljes mértékben követtük a fizika mint tudomány fő témaköreit, ezekbe ágyazva mutattuk be a fogalmi fejlődés menetét. De ez nem jelenti azt, hogy a témakörök feldolgozása szigorúan csak ebben a sorrendben képzelhető el. Sőt, azt gondoljuk, hogy az egyes témaköröknek többször elő kell kerülniük a közoktatás során, egyre magasabb szinten.

3.1.1. A MOZGÁSRÓL ALKOTOTT KÉP KIALAKÍTÁSA

A kölcsönhatások közül a legegyszerűbben észlelhető a testek mozgása, és a mozgásállapot változása. Ugyanakkor ez az a terület, ahol a legmakacsabb olyan előzetes tanulói elképzelésekre kell számítani, melyek nem egyeztethetők össze mai tudományos világképünkkel. Ez indokolja, hogy a fogalmi váltás előkészítését minél hamarabb el kell kezdeni, a kisiskoláskorban, már az 1–2. évfolyamon, ellenkező esetben a téves tanulói elképzelések annyira megerősödhetnek, hogy azokat szinte lehetetlen lesz később megváltoztatni. Ez a fogalmi váltás az egész fizika alappillére, tehát nagyon fontos szerepe van a későbbi sikeres fizikatanulás előkészítésében. Mint azt a bevezető fejezetünkben bemutattuk, a mozgások megértésének alapvető szerepe volt az egész természettudományos gondolkodásmód kialakulásában.

3.1.1.1. Az elérendő fontosabb fogalmi váltások és a mozgással kapcsolatos néhány lehetséges tanulói elképzelés

A mozgásfolyamatok értelmezése kapcsán a legfontosabb az, hogy a tanulók megértésük, hogy a testek nem külső hatásra mozognak, hanem a külső hatás éppen a mozgásállapot megváltoztatásához kell. *Arisztotelész* fizikájában a mozgásnak mindig oka van, ha nincs mozgást fenntartó tényező, akkor a test megáll. A newtoni elvek szerint azonban a mozgás nem szűnik meg spontán módon, inerciarendszerben a magukra hagyott testek állnak, vagy egyenes vonalú, egyenletes mozgást végeznek. A két szemléletmód alapvetően különbözik egymástól, *az arisztotelészi szerint a mozgást valaminek fent kell tartania, a newtoni szerint a mozgás megváltoztatásához kell valamilyen hatás.*

A fizikában az erő fogalma a testek közötti kölcsönhatás jellemzésére használatos. A vizsgált test mozgásállapota, impulzusa (tömeg szorozva a sebességgel) az erő hatására változik meg. Egy testre több erő is hathat, többféle kölcsönhatásban is részt vehet. Annál gyorsabban változik a test impulzusa, minél nagyobb erőhatás érte.

A szembeállítás azonban nem pusztán művelődéstörténeti vagy fizikatörténeti érdekesség. A mozgásokról a gyerekek egy része a fizika tanulása előtt *arisztotelészi módon gondolkodik*, azonban a tanítás folyamatában ez nem egyszerűsíthető le, hiszen ahány gyerek, annyi különböző világ, így a mozgásokról kialakított elképzelések is kisebb-nagyobb mértékben eltérnek egymástól. Bizonyos kontextusokban sokaknál megkezdődik a newtonihoz hasonló világkép kiépülése. Azonban ha ezeket nem azonosítjuk, nem erősítjük meg, akkor elhalványulnak. Annál is inkább ez a helyzet, mert az iskolai, szervezett tanulási folyamatok nagyon későn érintik ezt a területet. Ezért is szükséges minél korábbi életkorban foglalkozni a kérdéssel.

Ezzel egyidejűleg a mozgások okának magyarázatára gyakran könnyen szavakba önthető módon, vagyis már explicit tudáselemként fogalmazódnak meg az arisztotelészi mozgáselmélet állításai. Ez az az elmélet, amely a tapasztalati világban többnyire jól alkalmazható a jelenségek magyarázatára, releváns tudást jelent tehát, és így megerősödik. A mindennapi életben folytonosan „vizsgáljuk” az arisztotelészi szemlélet, s számtalan helyzetben nyer megerősítést anélkül, hogy a másik, a newtoni magyarázat is elhangozna. Mire a tanítási akció eléri ezt a tudásterületet, a legtöbb tanuló esetében már csak arra képes, hogy olyan tudást hozzon létre, amely elegendő lehet ugyan a dolgozatok helyes megírásához, de nem tudja befolyásolni a mélyebb tudásrendszereket. Tehát nagyon fontos a kisiskoláskorban a mozgásokkal foglalkozni!

Több vizsgálatban, amelyek a gyerekek mozgásról alkotott képét kutatták, megkérdezték a tanulókat arról, hogy szerintük miért áll meg az elgurított labda. A gyermeki gondolkodásnak az az eleme, amelyre a newtoni elmélet építhető lenne, az a környezet mozgást befolyásoló hatása lehetne. Ezt az elképzelést az is alátámasztja, hogy például hatodikos diákok esetében az év elején elkészített diagnosztikus felmérésben erre a kérdésre sokan a newtoni elmülethez közelálló módon válaszoltak. A válaszolók jelentős része írta azt, hogy a környezet fékezi le a mozgó testet. Itt azonban még korántsem mondhatjuk, hogy megtaláltuk a newtoni elmélet alapjait a gyermeki gondolkodásban, hiszen az elgurított labda az arisztotelészi elmélet alapján is megállna. Annyit azonban mondhatunk, hogy ebben az esetben a mozgásokkal kapcsolatos előrejelzésben valamilyen kölcsönhatás elemzése áll a tanulói válaszok mögött. Ennek a kölcsönhatásnak a következetes elemzése elvezethetne az arisztotelészi elmélet állításainak megingatásához.

A legtöbb válasz az „elfogy a mozgása ereje” kategóriába sorolható. Ez azt jelzi, hogy a gyerekek eléggé jelentős hányadánál a mozgásokkal kapcsolatos jelenségek előrejelzésénél nem az erő, hanem a lendület mint a mozgásokat leíró, zárt rendszerben megmaradó mennyiség, illetve ennek valamilyen előképe szolgál magyarázatként. Ezekben a gyerekekben (akik közül igen sokan magát a „lendület” kifejezést is

használják a magyarázatban) a mozgásokkal kapcsolatos képzet alakulása nagyjából úgy történhet, hogy kölcsönhatáskor a testek között mozgásmennyiségek átadását-átvételét feltételezik.

A válaszok háttérében több dolog is állhat. Egyrészt a gyerekek „élő” fogalma. Azt a testet tartják élőnek, amelyik önmozgásra képes. Az életre ez a jellemző. Például ők maguk is, mint élőlények, ha elfáradnak, mintegy elfogy az erejük, abbahagyják a mozgást.

A másik eset mögött pedig az a kezdetleges impulzusfogalom állhat, amelyet *Jean Buridan* fogalmazott meg először az 1300-as években. Ő impetusnak nevezte a tömeg és a sebesség szorzatával jellemzett és alapvetően megmaradóként értelmezett mennyiséget. Ez a mennyiség vezetett később az impulzusfogalom kialakulásához. Erről a fogalomról a következőképpen gondolkodott:

„...mennél nagyobb a sebesség, amellyel a mozgató mozgatja a mozgottat, annál nagyobb az impetus, amelyet közöl vele. [...] Ez az impetus az, amellyel a mozgató mozgatja a követ, ha már a kéz megszűnik mozgatni.”

(*Simonyi, 1978. 126. o.*)

A gyerekek közül többen az erőt egyetlen (mozgó) testhez rendelik, s nem a testek közötti kölcsönhatáshoz. Ez az elképzelés közel áll a már említett, a fizika történetében is komoly szerepet játszott *impetus-elmélethez*, s valójában megoldást kínál a problémák elkerülésére. Több kutató javasolja, hogy a gyermeki értelmezést használjuk fel egy következetes impulzusfogalom kiépítésére, s az erőt később vezessük be.

A gyerekek számára különböző erők léteznek. A testeket „mozgató”, folyamatosan ható erő az ő elképzeléseik szerint nem ugyanolyan, mint a dobáskor, vagy az ellökéskor, az ütésekor kifejtett erő, s egészen más a csak a testek tartására „szolgáló” erő.

A mozgás értelmezésével kapcsolatban a gyermeki elképzelésekben nehezen kap helyet a gyorsulás. A szót sokkal inkább magával a sebességgel asszociálják a gyerekek. Egyik érdekes gyermeki elképzelés az arisztotelészi mozgásfelfogás megmentésére az, hogy az erő hatására gyorsulhat a test, de az erő nem folytonosan hat, hanem kis, észrevehetetlen lökésekben, s ekkor löki a testet nagyobb sebességre. Egyébként két lökés között a test lassul, de a következő lökés még az előzőnél is nagyobb sebességet ad neki. Zseniális kitaláció, egyben egy érdekes tanulástípus is, amikor a gyermek úgy változtatja meg a tanulnivalót, hogy elfogadható is legyen az információ, de ne is kelljen feladnia eredeti elképzeléseit. Gondoljunk csak bele, hogy milyen következményei vannak annak, ha egy ilyen gondolatot egyszerűen „rossznak” minősít a gyermeket tanító tanár! Egyáltalán nem csodálható, ha a legközelebbi kérdésre már a hallgatás lesz a válasz! Hiszen így leszokik a gyerek arról, hogy gondolkozzon, és energiáit majd arra fordítja, hogy a tankönyvben lévő szövegeket visszaadja. Pedig az oktatás egyik deklarált célja az, hogy a diákok gondolkodását fejlessze.

3.2. Kémia

(Adorjánné Farkas Magdolna – Radnóti Katalin)

A kémia tantárggyal kapcsolatos ismeretrendszer feldolgozását két fejezetben foglaljuk össze. Az elsőben a részecskeszemlélet és az ehhez szorosan kapcsolódó anyagkép alakulását, az anyagok különböző átalakulási lehetőségeit mutatjuk be és fogalmazzunk meg sok tanácsot a téma tárgyalásához. Ebbe a fejezetbe kerültek a kémia tanításával kapcsolatos problematikus anyag-részek taglalásai is, mint például a kémiai leírás különböző szintjeinek tanítási problémái. A második rész a kémiai ismeretek széles körű alkalmazásából mutat példákat és ad néhány tanácsot a feldolgozáshoz.

3.2.1. A RÉSZECSKESZEMLELET ALAKÍTÁSA A KÉMIÁBAN

Ebben a fejezetben a közoktatás kémia tantárgyához kapcsolódó fő gondolati rendszerek tárgyalását mutatjuk be. A tárgyalást olyan témákkal kezdjük, melyek alapvetőek a diákok eredményes tanulása szempontjából, és a kémiatanulás kezdeti lépése-
ihez tartoznak.

Ezt követően foglalkozunk a részecskékép kémia számára szükséges megalapozási lehetőségeivel a természetismeret tantárgy keretein belül, majd pedig annak további alakításával a kémia tantárgy keretei között.

3.2.1.1. A kémiai leírás három szintje

A magyar kémiatanítás során meglehetősen hamar megismerkednek a tanulók a kémiai leírás három szintjével. Az anyag háromszintű értelmezése a következő:

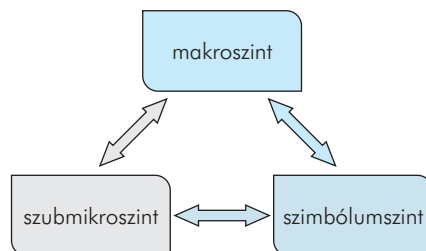
- makroszkopikus szint,
- szubmikroszkopikus (részecske) szint,
- a szimbólumok szintje.

A tanítási tapasztalatok azt mutatják, hogy kémiai tanulmányaik kezdetén a tanulók többsége nem képes a fent említett három szint egyidejű kezelésére (3.16. ábra), ez a kémia tanulása során sok nehézséget okoz.

A tanulók számára igen nehezen érthető és tanulható a vegyjel – képlet – reakció-
egyenlet mint szimbólumrendszer kettős (makroszintű és részecskeszintű) jelentése.

Az „atom” és „elem” fogalmak keveredését okozhatja a vegyjelek, mint szimbólumok kettős jelentése. A vegyjel egyszerre jelöli az elemet (makroszint), valamint az atomot (szubmikroszint) is. Tovább bonyolítja a helyzetet a vegyjel mennyiségi jelentésének többszintű értelmezése.

Például a Fe vegyjel a következőket jelenti:



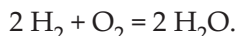
3.16. ábra A kémiai leírás szintjei

- a vasat mint elemet;
- a vas atomját, a vasatomot;
- 1 darab vasatomot;
- 1 mol vasat, azaz $6 \cdot 10^{23}$ darab vasatomot;
- és 56 g vasat.

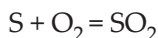
Az O_2 képlet jelenti

- az oxigént mint elemet;
- és annak molekuláját;
- 1 darab oxigénmolekulát;
- 1 mol oxigénmolekulát, azaz $6 \cdot 10^{23}$ darab oxigénmolekulát;
- és 32 g oxigént (sőt 2 mol oxigénatomot).

Tévképzetek forrása lehet az elemmolekulák reakcióinak következetlen jelölése is. Tankönyveink a két- vagy háromatomos elemmolekulák (pl. H_2 , O_2 , N_2 , O_3) reakcióit általában molekulaképlettel írják fel, például



A háromnál több atomos elemmolekulákból álló elemek reakcióit viszont egyszerűen csak a vegyjelükkel jelölik, például



az $S_8 + 8 O_2 = 8 SO_2$ helyett.

Egy másik gyakori tanulói hiba, amely kapcsolódik a kémiai leírás fenti három szintjéhez, az atom- és az elemfogalmak keverése, melynek kialakulása több okra vezethető vissza. Az egyik ok a periódusos rendszer többféle jelentésében rejlik. A periódusos rendszer eredendően az elemeket rendszerezi hasonló tulajdonságaik alapján (makroszintű jelentés). A rendszert annak idején Mengyelejev a makroszkopikus tulajdonságok hasonlósága alapján alkotta meg. Napjainkban azonban a periódusos rendszer alapvetően az elemek atomjait tartalmazza, még hozzá elektronszerkezetük kiépülése alapján (szubmikroszint). Ez a kettősség kezdettől fogva jelen van a kémia-tankönyvekben, mely rendkívül zavarólag hat a tanulókra.

A probléma kezelésében szerencsére már sokat jelent az, ha a tanulók által használt periódusos rendszer egyik oldalán az elemek makroszkopikus tulajdonságai (olvadáspont, forráspont, moláris tömeg, kristályszerkezet, halmazállapot stb.), másik oldalán a szubmikroszkópos tulajdonságok (elektronszerkezet, tömegszám, oxidációs számok, ionizációs energia, elektronegativitás, elektronegativitás stb.) találhatóak (Tóth, 1999, 2000).

A molekuláris szemléletmód előretörésével a mai kémiaoktatásban az anyagok és folyamatok atomi méretű vizsgálatának elterjedésével szükségszerűen megváltoztak bizonyos korábbi, elsősorban az anyag makroszkopikus vizsgálata során kialakított fogalmak. Az alábbi táblázat erről ad rövid áttekintést (3.5. táblázat).

3.5. táblázat Az anyagok és jelenségek háromszintű leírása (Tóth, 2000)

Szimbólumok szintje	Makroszint	Szubmikroszint
kémiai változás	mint új tulajdonságú anyag képződése	mint új részecske (atom képződése; molekula, ion képződése), a vegyértékháj megváltozása
vegyjel	mint adott fizikai és kémiai tulajdonságú elem (minőségi jelentés), mint mólnyi mennyiségű anyag (mennyiségi jelentés)	mint atom (minőségi jelentés), mint 1 atom, illetve $6 \cdot 10^{23}$ atom (mennyiségi jelentés)
képlet	mint adott fizikai és kémiai tulajdonságú elem vagy vegyület (minőségi jelentés), mint mólnyi mennyiségű anyag (mennyiségi jelentés)	mint adott összetételű molekula vagy ion (minőségi jelentés), mint 1 molekula vagy ion, illetve $6 \cdot 10^{23}$ molekula vagy ion (mennyiségi jelentés)
reakcióegyenlet	mint adott tulajdonságú reagáló anyagok és képződő termékek (minőségi jelentés), mint adott mólarányban reagáló anyagok és képződő termékek (mennyiségi jelentés)	mint a reakcióban részt vevő és keletkező, megfelelő összetételű részecskék: atomok, molekulák, ionok (minőségi jelentés), mint a reakcióban részt vevő és képződő részecskék számaránya (mennyiségi jelentés)

3.2.1.2. A kémia sajátos nyelve

A kémia tanulása során sok tanulónak okoz gondot az, hogy a hétköznapi életben megszokott kifejezések egy része kémiaórán mást jelent. Ehhez járul még a kémiai elnevezésekben is fellelhető következetlenség: így például az anyagok hagyományos (triviális) és tudományos elnevezése (pl. ecetsav – etánsav, hangyasav – metánsav, aceton – propán-2-on, kénsav – dihidrogén-szulfát, víz – dihidrogén-oxid stb.), valamint néhány kémiai fogalom szűkebb és tágabb értelmű használata (3.6. táblázat).

Számos kémiai fogalom jelentése megváltozott a tudomány története során, de az eredeti elnevezés megmaradt. Ilyen például az oxidáció, mely az oxigénnel történő egyesülést jelentette. A fogalmat később kiterjesztették szubmikroszinten az elektronleadásra, majd később az oxidációs szám növekedésére.

A kémia sok olyan fogalmat is használ, melyekkel a mindennapi életben nem lehet találkozni, mint például kémiai egyenlet, mól, elemek és vegyületek, kémiai kötés stb.

Sok esetben megjelenő hibás tanulói elképzelés az, ha a halmaz tulajdonságait azonosítják a részecske tulajdonságaival, mint például a szénatomok feketék (Tóth, 2002).

3.4. Földrajz (Makádi Mariann)

Könyvünkben a földrajznak csak a természetföldrajzi témaköreit tárgyaljuk. Az első három földrajzi fejezet a tanulóknak a térrel, a térképpel és az idő fogalmával kapcsolatos ismereteinek alakulását, fejlesztési lehetőségeit mutatja be sok példán keresztül. A negyedik fejezet pedig a földrajz és a többi természettudományos tantárgy kapcsolódási pontjait tárgyalja.

3.4.1. A TÉRREL KAPCSOLATOS FOGALOMKÖR KIÉPÜLÉSE A FÖLDRAJZTANÍTÁSBAN

3.4.1.1. A térfogalom a tantervi elvárások szerint

Az iskolai földrajztanítás összekapcsolja a tér köznapi és tudományos értelmezéseit annak érdekében, hogy a tanulók **használható térbeli tudást** szerezzenek. A nagy tempóban változó világ igényeinek megfelelően azt kívánja elérni, hogy a tanulók képesek legyenek érzékelni, életkori sajátosságaiknak megfelelő szinten magyarázni a földi térnek és benne az ember természeti, társadalmi-gazdasági környezetének összefüggéseit, kölcsönhatásait, azok szűkebb és tágabb, rövidebb idő alatt és hosszabb távon jelentkező következményeit. Vizsgálódásuk középpontjában a térben (és időben) lejátszódó földrajzi-környezeti tények, folyamatok, jelenségek, valamint napjaink eseményei állnak, amelyeket részben a természettudományok, részben a társadalomtudományok megismerési módszereinek alkalmazásával tanulmányoznak. A tartalmak feldolgozása során fejlődik a tanulók helyi, regionális és globális **térsemlélete**.

A térszemlélet fejlesztésének logikája a közelitől a távoli felé vezet az életkori szakaszokon át. A személyes térben, a közvetlen környezetben szerzett tapasztalatokból indul ki, majd a lakóhelyen keresztül eljut hazánk és a Kárpát-medence különböző szempontú térszerveződési elemeinek (táj, település, kistérség, megye, régió, ország) értelmezéséig, ami a világ regionális példáin keresztül teljeseedik ki. Előbb a valóság megismerése, a valóságban való eligazodás, majd annak egyszerű ábrázolása kerül előtérbe, amelyre a térképen (és földgömbön) való tájékozódás különböző tevékenységei épülnek. A tevékenységek kezdetben az egyszerű, közvetlen megfigyeléseken alapulnak, és a téri képzetek egyszerű leképezését (pl. megfogalmazás, kérdésfeltevés, tájképvázlat-készítés) kívánják a gyerekektől, amelyben fontos szerephez jut a térbeli viszonyok verbális kifejezéséhez szükséges szókincs alkalmazása (pl. jobbal, lent-fent). Majd objektív viszonyításokra, összetettebb megismerési tevékenységekre épülnek (pl. vizsgálódás, égtájak megállapítása), felső tagozattól elsősorban a térképi tér értelmezésére, a térképolvasásra és -használatra irányulnak. A középiskolában megerősítést nyernek a téri képességek azáltal, hogy a tanulók egyre többször logikai úton is megközelítik a teret, miközben a konkrét terekkel kapcsolatos tudásukat általánosítják. A téri tudás részeként a tanulóknak ismerniük és alkalmazniuk kell a tér megismerésének módszereit, a térbeli információszerzéshez szükséges

eszközök használatát, valamint a megszerzett információk rögzítésének és rendszerzésének eljárásait.

A 6. évfolyam végén a tanulóknak az alábbiakat kell tudniuk:

- hogy a környezet jelenségei, folyamatai térben játszódnak le;
- felismerni a térbeli jelenségek okait és következményeit;
- értelmezni a természetföldrajzi tájak (nagyfaj – kistáj) és a közigazgatási rendszer (földrész – ország – megye – város – község) hierarchiáját;
- tájékozódni, eligazodni a terepen természeti jelenségek, tereptárgyak, iránytű, térkép- és útvonalvázlat segítségével;
- tájékozódni a térképen (képességszintű szemléleti térképolvasás): eligazodni a térképen a keresőhálózat, a névmutató és a földrajzi fókusz segítségével; becsülni és mérni távolságokat a valóságban és a térképen, összehasonlítani térbeli nagyságrendeket; felismerni és elhelyezni topográfiai fogalmakat térképen és földgömbön;
- ábrázolni a valós teret tájképvázlaton, alaprajzon és térképvázlaton, értelmezni az ábrázolás méretarányát;
- bejárt vagy tervezett útvonalat rajzolni és tervezni;
- az ismert térrel kapcsolatos különböző szempontú térbeli sorokat összeállítani.

A tizedik évfolyam végén

- tájékozódni különböző típusú térképeken (képességszintű logikai térképolvasás): értelmezni a térképről leolvasott tényeket, a tematikus térképeket logikai ismeretszerző eszközként használni, téri tartalmakat leképezni tematikus térképeken;
- elhelyezni helyeket (pl. tájakat, településeket, országokat, országcsoportokat (integrációkat) és történéseket, folyamatokat a Földön, illetve a világ társadalmi-gazdasági térbeli folyamataiban);
- ismereteik alapján biztonsággal tájékozódni a földrajzi térben, alkalmazni topográfiai tudásukat más tantárgyak tanulása és mindennapi helyzetek során;
- átvinni a konkrét térről való ismereteiket, képzeletüket más terekre (elvonatkoztatás, általánosítás).

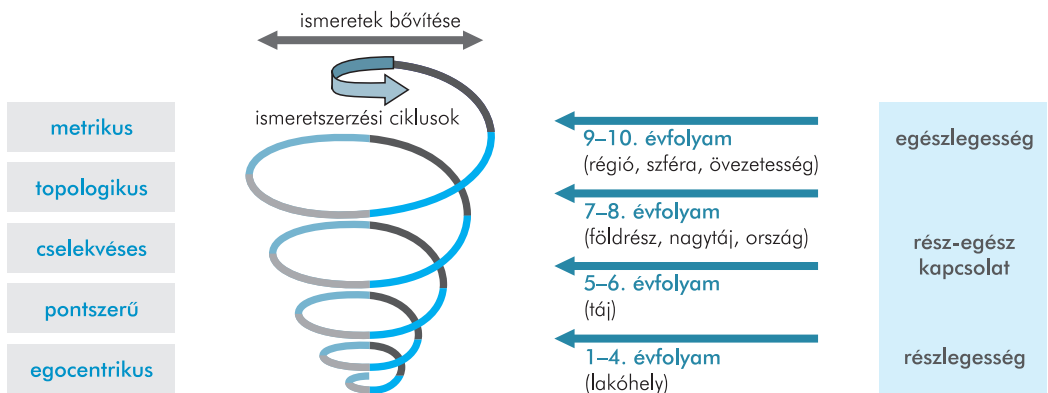
3.18. táblázat A térbeli tájékozódással kapcsolatos tartalmak és az azokhoz kötődő tevékenységek megjelenése az egyes életkori szakaszokban

		Földünk – környezetünk műveltségi terület		
Ember és természet műveltségi terület				
1–4. évfolyam	5–6. évfolyam	7–8. évfolyam	9–10. évfolyam	
Lineárisan táguló tér				
		Lineárisan szűkülő tér		
Koncentrikusan mélyülő tér				
Lakóhely	Magyarország (példák)		Magyarország	Magyarországi példák

	Földrészek	Európa	Regionális példák
			Föld / világ
			Naprendszer, univerzum
Alapvető tájékozódás, eligazodás			
A földi és a Földön kívüli térségek létének felismerése.			Az égitestek térbeli elhelyezkedése és földi következményeinek ismerete.
A térérzet tudatosítása, tájékozódás a valós térben (irány, távolság, hosszúság, nagyságrend).	Az alapvető földrajzi-környezeti jelenségek, folyamatok térbeli rendjének felismerése.	A fontosabb földrajzi-környezeti jelenségek, folyamatok, erőforrások, valamint környezeti problémák térbeli elhelyezkedésének megismerése.	
	Szemléleti térképolvasás...		
	jártasságszinten...	készségszinten, önállóan.	
		Logikai térképolvasás...	
		jártasságszinten	készségszinten
	különböző méretarányú és ábrázolású térképeken tanári irányítással.	különböző méretarányú és ábrázolású térképeken tanári irányítással.	különböző méretarányú, különböző ábrázolású és tartalmú térképeken önállóan.
Az alaprajz és a térkép-vázlat mint a valóság-ábrázolás módjai.	A térkép és a földgömb mint új taneszközök.	A térkép mint információforrás.	A térkép mint gondolkodási eszköz.
	A térkép és a valóság kapcsolatának...		
Az alaprajz, a térkép-vázlat és a valóság kapcsolatának meglátása.	meglátása.	bizonyítása.	a térképi ábrázolás korlátainak értékelése.
	A valóságból szerzett információk azonosítása térképekkel.	A keresztmetszeten és a tömbszelvényen megjelenő információk azonosítása térképekkel.	Légi fotóról és műholdfelvételtől szerzett információk azonosítása térképekkel.
	Elemi leolvasások: felismerés, keresés, irány-meghatározás, egyszerű helymeghatározás (keresőhálózat, fokhálózat).	Leolvasás különböző méretarányú és ábrázolásmódú térképeken. A földrajzi fokhálózat használata.	Leolvasás tematikus térképeken. A földrajzi tér különbségeinek és időbeli változásainak leolvasása.
Kiemelt módszerek			
A szűkebb földrajzi környezetben való eligazodáshoz szükséges tanulási technikák kialakítása.	A földrajzi környezetben való eligazodáshoz szükséges képességek fejlesztése.		

Térbeli megfigyelések, tények gyűjtése különböző forrásokból tanári irányítással.		Térbeli összefüggések felismerése, értelmezése Tények gyűjtése különböző forrásokból önállóan.	
A térrel és annak megfigyelésével, bemutatásával kapcsolatos képességek megalapozása.		Térszemléleti képességek fejlesztésének alapozása.	A térben való gondolkodás képességének fejlesztése.
A valóság irányított összevetése alaprajzon és térképvázlaton való ábrázolásával.	Domborzati, közigazgatási térképek és földgömb információ-tartalmának leolvasása.	Térképek információ-tartalmának irányított felhasználása.	Tematikus térképek információ-tartalmának önálló, kreatív felhasználása.
Távolságbecslés	Térképi távolságbecslés, távolságmérés.	Távolságmérés különböző méretarányú térképeken.	Számítások térképi információk alapján.
A közvetlen földrajzi térben való eligazodáshoz nélkülözhetetlen topográfiai fogalmak felismerése és megnevezése térképen, földgömbön, körvonalas térképen.			

A 3.18. táblázat is mutatja, hogy a földrajzban a térrel kapcsolatos fogalmi váltások alapvetően két síkon zajlanak: részben a valós tér megismeréséhez és annak tudati leképezéséhez, részben a térképi ábrázoláshoz kötődnek, miközben pedig az egyre távolabbi és nagyobb terekre vonatkoznak. E síkok természetesen folyton összekapcsolódnak, feltételezik egymást. Bonyolult kapcsolatrendszerük miatt a **téri képesség** fejlesztése a földrajztanítás legnagyobb kihívása. Ebben a megközelítésben azon egymással összefüggő, általános képességek kialakításáról van szó, amelyek birtokában fel tudjuk dolgozni a téri információkat, kódoljuk a téri ingereket, és amelyek lehetővé teszik az információk gondolati felidézését, összehasonlítását és átalakítását (3.28. ábra).



3.28. ábra A térfogalomkör (téri képesség) modellje a földrajztanításban

4. fejezet

Papp Katalin

MOTIVÁCIÓ A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS SORÁN

A tanítás és a tanulás szempontjából alapvető a tanulók érdeklődésének felkeltése a különböző természettudományos témák iránt, majd pedig az érdeklődés fenntartása. Erre azért kell különösen nagy gondot fordítani, mert a különböző felmérések azt mutatják, hogy a tanulók nem kedvelik a természettudományos tantárgyakat. Ezért szenteltünk könyvünkben külön fejezetet a sokféle motivációs lehetőség bemutatásának. Ezek lehetnek kísérletek, játékok, konstrukciós feladatok, színelőadások, vagy lehet irodalmi vonatkozások felkutatása.

Az iskolai természettudományos tantárgyak tanulói megítélése igen kedvezőtlen itthon és külföldön egyaránt. Napjaink hazai és nemzetközi tantárgy-pedagógiai kutatásai jól tükrözik a természettudományos tanítással szemben elvárt megváltozott társadalmi igényt. A vizsgálatok fókuszában a modern világban való eligazodáshoz a minden tanuló számára szükséges ismeretek (tananyag), a természettudományos tantárgyak kedvezőtlen tanulói megítélése (attitűd), a megváltozott tanítási-tanulási környezet, a tanári szerep radikális változása (megújuló tanári és tanulói stratégiák) állnak.

Ezekkel a kérdésekkel foglalkozik többek között az ún. *Rocard-jelentés* (<http://ec.europa.eu/research/science-society>), amely az Európai Bizottság megbízásából az európai természettudományos képzés vizsgálatára létrejött kutatócsoport (magyar tagja Csermely Péter) helyzetelemzését és ajánlásait fogalmazza meg:

„A jelenlegi helyzet eredete, többek között, abban keresendő, ahogyan a természettudományt tanítják. Annak, hogy az ifjúság nem érdeklődik a természettudomány iránt, bonyolult okai vannak: ugyanakkor meggyőző bizonyítékok mutatják, hogy kapcsolat van a természettudomány iránti attitűd alakulása és a tanítás módja között.”

(Rocard, 2010)

4.1. A motiváció tudományos megközelítése

A motiváció fogalmára nincs egyértelmű definíció, számos meghatározás és elmélet született a pedagógiában és a pszichológiában egyaránt. A motiváció motívumok rendszere. A motívum, illetve a motiváció szó gyűjtőfogalmat jelöl: **minden belső, cselekvésre, viselkedésre készítő tényezőt magában foglal** (Atkinson, 1997).

A motivációnak a szakirodalomból többféle megközelítése ismert: a **behaviorista** szemlélet, a **kognitív** szemlélet és a **humanisztikus** szemlélet. A **behaviorista** szemlélet képviselői (például Skinner) a kívánt viselkedés megerősítését, a külső motivációt (dicséret, jutalom) hangsúlyozzák. A **kognitív** elmélet szerint az emberi viselkedést befolyásolja, hogy az egyének hogyan észlelik a világot. Képviselői a kognitív egyensúlytalanság (*kognitív konfliktus*) felkeltését és a belső motivációt (az egyensúly létrehozásának vágya, a kompetenciaérzet, egy probléma megoldásának megtalálása) tartják fontosnak. A **humanisztikus** szemlélet a hiánymotívumok és a fejlődési szükségletek kielégítését tartják fontosnak (Nagy A., 2005).

Kiss Árpád meghatározása a tanulási motivációra a következő: „Motivációknak azoknak a különböző eredetű indítékoknak együttesét értjük, melyek a tanulót a tanulásra ráveszik, és a tanulási kedvet és elhatározást a tanulás végéig ébren tartják. Semmilyen életkorban sincs tanulás motiváció nélkül.” (Kiss, 1963).

Kozéki Béla a motivációt mint „egy tevékenységre készítő belső feszültség”-et értelmezi, amely irányát tekintve kettős: vagy valami kellemetlen elkerülése (ez a motiváció hagyományos értelmezése), vagy valami kívánatosnak az elérése a cél.

Örökletesen, valamint a környezet, a család és az iskola hatására motívumokat tanulunk, és motívumrendszert sajátítunk el (Kozéki, 1980).

Knausz szerint:

„Motiváción az oktatás elméletében két – egymással szorosan összefüggő – dolgot értünk. Egyrészt azokat a belső hajtóerőket, amelyek a tanulót a tanárral való együttműködésre, a tanulási folyamatban való aktív részvételre készítetik, másrészt azokat az erőfeszítéseket, amelyeket a tanár tesz azért, hogy a tanulót rávegye az együttműködésre. Ez utóbbira a motiválás szóval is hivatkozhatunk.” (Knausz, 2000)

4.1.1. A MOTIVÁCIÓ KÉT MEGHATÁROZÓ ELMÉLETE

A 40-es és az 50-es években sok pszichológus azt gondolta, hogy az összes alapvető motívum a **drive-redukció** elve alapján működik: a motívumok arra irányulnak, hogy redukálják a személy által feszültségként átélt pszichikus állapotot, és a feszültség vagy drive csökkenése örömet okoz. Ez az elmélet jól alkalmazható az önfenntartási motívumokra. Amikor éhesek vagyunk, valóban feszültséget érzünk, amit evéssel csökkenthetünk, és ezt a redukciót kellemesnek találjuk. Azonban ez az elmélet nem képes megmagyarázni a kíváncsiságmotívumokat. Az elmélet szerint mindenkinek el kellene kerülnie a szélsőségesen feszültségkeltő helyzeteket; de néhányan keresik az ilyen tevékenységeket, mint például a hullámvasutazást és az ejtőernyőzést.

Manapság a pszichológusok a drive-redukcióval szemben inkább az **arousalszint** elvét részesítik előnyben, mely szerint az emberek az optimális, ún. arousalszint elérésére törekcszenek. Az optimális szint egyénenként különböző. A fiziológiai hiányállapotok, mint amilyen az éhség és a szomjúság, az optimális szint fölé emelik az arousalszintet, és olyan viselkedést eredményeznek, mely lecsökkenti a megnövekedett arousalszintet. Ezzel szemben az ingerlés túl alacsony szintje az arousalszint növelésére motiválja a szervezetet. Keressük környezetünkben az ingereket, az újdonságot, a komplexitást, azonban csak az optimális szintig (Berlyne, 1960).

külső és belső motiváció

A motivációt attól függően is vizsgálhatjuk, hogy az egyéntől független külső környezetből származik, vagy az egyén „belsejéből” fakad.

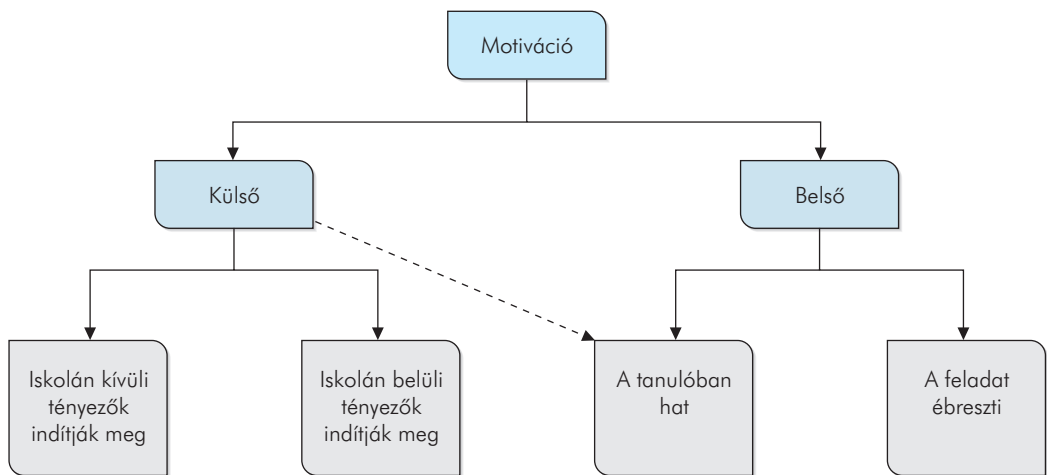
Külső tanulási motivációról akkor beszélünk, ha a tanulás külső, a megtanulandó ismeretektől idegen célokért történik. A folyamat ilyenkor a tanulás lényegétől idegen dolgokért folyik, külső jutalomért: jó jegyért, tárgyak megszerzéséért. Külső jutalomhoz sorolható még a referenciális személyektől, szülőktől, tanároktól, iskolatársaktól fakadó elvárásnak való megfelelés. Találkozhatunk még a negatív követelmények (büntetés, rossz jegy stb.) elkerülésének motivációjával is.

Belső tanulási motivációról akkor beszélünk, ha a motivált állapot a tanuló meghatározott személyiségjegyei vagy a tanulási helyzet sajátosságai révén jön létre. Ilyenkor valódi tevékenységként értelmezhető. Az iskolai kívánalmaknak azért tesz

eleget a tanuló, mert ezek a céljaival egybeesnek. Az iskolai követelmények átvétele itt elsősorban a tananyag iránti érdeklődésből, kíváncsiságból és belső ösztönzésből ered. A tanulási helyzetet, mint valami feszítő, felszólító tényezőt éli meg a tanuló.

A presztízs, mint tanulási motiváció, valahol a külső és a belső motiváció között helyezkedik el. Ebben az esetben az egyént elsősorban belső énérvényesítő tendenciák és külső versenyhelyzetek motiválják. Hosszú távon a könnyen legyőzhető, gyors, eredményekkel kecsegtető feladathelyzeteket választják a személyiségek (pl. divatos szakma, jól fizető állás stb.).

Pidgeon kutatásaiban megkülönbözteti a belső és külső motivációt, és arra a követelményre hívja fel a figyelmet, hogy a tanítás-tanulás folyamatában a külső motivációt egyre inkább a belsőnek kell felváltania (4.1. ábra Zátonyi, 1990).



4.1. ábra A motiváció szinterei Pidgeon szerint

Az iskolai tanítási folyamatban a motiváció két kérdést vet fel. 1. Hogyan érheti el az iskola, hogy a tanuló megfelelően legyen ösztönözve arra, hogy megszerezze és tovább is fejlessze azt a tudást, amit a társadalom igényel? 2. Mi mozgósítja a tanulót arra, hogy magáévá tegye az iskolai követelményeket?

A tanulóknak nem vésődik be automatikusan a kívánt viselkedés, ezért számolni kell azon egyéni viselkedési variációkkal, önszabályozással, amelyek megkönnyíthetik, de meg is nehezíthetik az iskolai követelmények elsajátítását. Tehát nem egyirányú befolyásolási folyamatról van szó, hanem valódi interakciókról, az elvárások kölcsönös kiigazításáról.

A motiváció mélyebb elemzése megkívánja, hogy az affektív és a kognitív elemek viszonyát a különböző életkoroknak megfelelően kezeljük, értékeljük. Ennek figyelembevételével megállapíthatjuk, hogy az **affektív tényezők** a kisiskolás tanulmányaiban igen meghatározóak. Ennek megnyilvánulási formája elsősorban érzelmekbe, vágyakba, érdeklődési magatartásba burkolva jelentkezik.

5. fejezet

Adorjánné Farkas Magdolna – Makádi Mariann
– Radnóti Katalin – Wagner Éva

TANULÁSI KÖRNYEZETEK, A TANULÁS ESZKÖZRENDSZERE A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS SORÁN

Ebben a fejezetben bemutatjuk az eredményes természettudományos nevelés során alkalmazható tanulási környezeteket, melyek átalakultak a korábbi évek gyakorlatához képest. Írunk a megváltozott tanári és tanulói szerepekről, az újszerű tanulásszervezési lehetőségekről, az informatikai környezet elterjedéséről és alkalmazásáról, nem elfeledkezve a hagyományos eszközökről sem, mint a tanári és tanulói kísérletezés.

A konstruktivista pedagógiában a módszer kiválasztásának alapvető szempontja az, hogy minél eredményesebben *segítse a diákok egyéni konstrukciós folyamatait*. Azért kell a tanárnak a lehető legtöbb módszert ismernie és jó színvonalon alkalmazni tudnia, hogy a legkülönbözőbb helyzetekben is képes legyen megtalálni a legcélravezetőbb eljárást.

5.1. A tanári szerep megváltozása

A konstruktivista pedagógia érvényesítése során *átalakul a pedagógus irányító szerepe*. A különböző reformpedagógiai irányzatok már mutatnak példákat arra, hogy miként játszódik le a valóságban ez az átalakulási folyamat. A konstruktivizmus a reformpedagógiai irányzatokban kidolgozott elvekből és gyakorlati elemekből sokat átvett. Az elmélet szerint a pedagógus szerepe más kell, hogy legyen, mint az eddigi pedagógiai gyakorlatban. A hagyományos tanítási-tanulási folyamatszervezésben a pedagógus a folyamatok irányítója, szinte minden kérdésben egyedül dönt, a folyamatok egyedüli tervezője és értékelője. A tudás személyes konstrukciójára alapozott tanuláskép keretében ez a szerep azonban megkérdőjeleződik. A pedagógus nem kizárólagos irányítója a folyamatoknak, az irányítást az egész pedagógiai közösség (minimum a tanár és az általa éppen tanított gyerekek) végzi, mindenki részt vesz a döntésekben, a tervezésben, a kivitelezésben és az értékelésben is. Itt a pedagógus szerepe alapvetően *szakértői szerep*. A pedagógus szakértő a pedagógiában, a pszichológiában, az iskolai élet szervezésében, illetve szakértő a tananyag és feldolgozási módszerei tekintetében (pl. egy szaktanár a tantárgyához tartozó tudományokban vagy művészeti területeken). Ez ugyan speciális szerepet biztosít a pedagógusnak, de egy egészségesen fejlődő pedagógiai közösségben mindenkinek a szerepe speciális, így minden egyes gyermeké is.

Az úgynevezett *tanulási környezet* a módszereknél lényegesen bővebb fogalom. Beletartozik a gyermek tanulási folyamatait meghatározó, kívülről kontrollálható tényezők teljes rendszere: a kísérleti eszközök, a könyvtár és médiatár, a számítógépes programok és videofilmek, a tanulás térbeli és időbeli viszonylatai, a tanulási folyamat terve, annak felépítése, a munkaszervezés körülményei, a gyerekek és a pedagógus közötti interakciók rendszere, a gyerekek előzetes ismereteinek, valamint azoknak a gyermekekben létező befoglaló elméletrendszereknek az ismerete, amelyekbe az új tudás majd beépül. Hallatlanul felértékelődik a pedagógus módszertani kultúrája, mert ahhoz, hogy a gyerekek tanulási folyamatait a leghatékonyabban segíthesse, a pedagógusnak rendkívül gazdag módszertani repertoárral és szakmai tudással kell rendelkeznie.

A konstruktivista szemléletű tanítás során valójában az összes ismert tanulásszervezési eljárás és módszer alkalmazható. Azonban minden esetben azt kell meggondolni, hogy melyik teszi az adott pedagógiai szituációban a leginkább lehetővé a tanulók konstruálási folyamatait, méghozzá olyan konstruktumok, tudás létrejöttét, amelyet a tanterv megcéloz, s amely a gyakorlatban adaptívnek bizonyul. Így nem

zárkózunk el adott esetben a frontális módszerektől sem, mint amilyen például a tanári magyarázat.

A gazdag módszeregyüttes használata iránti igény azonban némi magyarázatra szorul. A következők miatt érdemes gazdag módszertani repertoárral rendelkezni, s a módszereket változatos formákban használni:

- a *differentiálás* érvényesítése miatt, hogy megtaláljuk a gyerekek számára a tanulás megfelelő módszereit (és ehhez sok módszer kell, ha valóban megfelelőket keresünk);
- a *motiváció* felkeltése, fenntartása miatt, mert az érdekesebb módszereknek, valamint a többféle módszer alkalmazásának valóban van motiváló hatása;
- a *többféle megközelítés* elvének érvényesítése miatt, mert ha többféle módszert használunk, az lehetőséget biztosít arra is, hogy a gyerekek eltérő megközelítéseket alkalmazzanak, éljenek át;
- a *kontextuselv* miatt is, mert más és más módszerek másfajta kontextusok alkalmazását teszik lehetővé, s ezzel igazodhatunk a gyerekek ezzel kapcsolatos igényeihez (a mi számunkra a leginkább megfelelő, a leggazdagabb kapcsolódásokat lehetővé tevő kontextus), és ez persze kapcsolatban van a differenciálás elvének érvényesítésével is, ha hiszünk a konstruktivista pedagógiának, akkor a megértés, a tudáskonstrukció nem olyan egyszerű folyamat, hogy a tanuló csak magába olvaszt külső forrásból származó tudáselemeket, hanem sokkal komplexebb. E komplexitás „kiszolgálása” nem lehetséges beszűkült módszertani kultúrával.

Mindezekon túlmenően megmarad, sőt, bizonyos értelemben még nő is a pedagógus magas szintű és széles körű szaktárgyi tudása iránti igény. Ez a szaktárgyi tudás azonban szorosan összefonódik az adott területen releváns gyermeki elképzelések, az erre vonatkozó kutatási eredmények alapos ismeretével (*Nahalka, 2002*).

5.2. Szóbeli módszerek a természettudományos oktatásban

A tanári *előadás és magyarázat* a pedagógusi munka egyik legrégebben ismert és széles körben (az indokoltnál jóval szélesebb körben) alkalmazott formája. A konstruktivista pedagógia sem zárja ki alkalmazásukat.

A konstruktivista szemléletű tanításban a tanári előadás fontos, és általában más-sal nem helyettesíthető akkor, amikor egy tanulóközösségekben megfelelő előkészítés után elérkezett az idő egy új paradigma megkonstruálására. Ilyenkor többnyire a tanár feladata az új elmélet bevezetésének indoklása és megfogalmazása is. Ha a tanári magyarázat vagy előadás olyankor hangzik el, amikor a gyerekek többsége már nem elégedett a korábbi elképzelésein alapuló értelmezésekkel, akkor a magyarázat jól hasznosul. A gyerekek többsége képes megfelelően értelmezni a tanár által elmondottakat, s így lényegesen jobb az esély arra, hogy a tanulás tartós marad.

Tanári magyarázattal célravezető megismertetni a gyerekeket például az anyag golyómodelljével. Ez a viszonylag egyszerű és szemléletes modell a tanári magyarázat során értelmezést kap, és a tanulás következő szakaszában a diákok jól megválasztott, érdekes jelenségek magyarázatára alkalmazhatják a modellt. Így az anyag részecskékből való felépítettségének képe a kisdiaokban kialakulhat, illetve ha már birtokolták ezt az elképzelést, akkor megerősödik.

A természettudományos tantárgyak elsődleges célja az okok és a következmények, tehát az összefüggések keresése. Felfedezésüket azzal segítheti a tanár, hogy rájuk irányítja a gyerekek figyelmét, megértésüket könnyebbé teheti, ha a kapcsolatokra, az összefüggések elemeire nyitja a tanulók szemét. Ennek egyik legjobb módszere a magyarázat, amelyet a gyakorlatban gyakran valamilyen szemléltetéssel is kísér. A **magyarázat** során a tanár tényeket ismertet, azokat elemzi, hogy felismertesse lényeges tartalmi sajátosságait, feltárja a tárgyak, a jelenségek és a folyamatok között lévő ok-okozati kapcsolatokat, megértesse a kölcsönhatásokban megnyilvánuló törvényszerűségeket. Feltevésekből indul ki, és direkt vagy indirekt módon bizonyítja azokat. (Pl. az évszakok váltakozásának tanításakor olyan feltételezésekből indul ki, mint hogy mi lenne, ha a Föld nem lenne gömbszerű, ha nem lenne ferde a tengelye és ha nem keringene a Nap körül, majd sorra végigvezeti a következményeiket.) Ezekkel a tevékenységekkel mintát ad a logikai, gondolkodási műveletekre, tehát – szemben az elbeszéléssel és a leírással – elsősorban a tanulók értelmére épít.

Az előadás egyik változata a *kiselőadás*, amelyet tarthatnak a tanulók is. A tanulók felkészülnek egy témából, és a tanári munka mintájára rövid előadás keretében ismertetik társaikkal a téma lényegét. A téma kiválasztásánál célszerű tekintettel lenni a gyerekek érdeklődésére, hiszen olyan témában várható beszámoló, amellyel a diákok szívesen foglalkoznak. Kiselőadás keretében számolnak be a diákok a csoportmunkában megoldott feladatokról is.

Beszélgetés és megbeszélés. Ez a munkaforma több szituációban is jelentős. Különösen fontos akkor, amikor a témakörök bevezető órájaként azt szeretnénk elérni, hogy a gyerekek megfogalmazzák a témával kapcsolatos előzetes ismereteiket. Egy előzetes tudás elemzésével kapcsolatos beszélgetéskor kiindulhatunk egy jól megválasztott feladatra adott válaszokból. Például 12 éves gyerekeknél, a fizikatanítás kezdetén feltesszük azt a kérdést, hogy mennyi lesz abban a pohárban a víz hőmérséklete, amelyikben azonos mennyiségű 30 °C és 60 °C-os vizet öntünk össze. Erre a kérdésre adott írásbeli válaszok alapján elemezhetjük, hogy a gyerekek hogyan gondolkodnak a hőmérsékletről, elvált-e már gondolkodásukban a hőmérséklet-fogalom az energia fogalmától, vagy a két fogalmat még azonosnak tekintik. A válaszok megbeszélése, elemzése során a gyerekek többsége hozzásegíthető a hőmérséklet- és az energiafogalom pontosabb értelmezésének kialakításához.

A legtöbbször a csoportmunkát is megbeszélés előzi meg, amely során frontális kerek között alakulnak ki a következő időszakban csoportokban végzendő munka részletei. Ennek az előkészítő szakasznak vannak előadás vagy magyarázat jellegű részei is, az eredményes munka szempontjából azonban a megbeszélés jelleg a domináns.

6. fejezet

Adorjánné Farkas Magdolna – Makádi Mariann – Nagy Lászlóné – Nahalka István – Radnóti Katalin – Wagner Éva

A PROBLÉMAMEGOLDÁS ALAPJAI ÉS SZEREPE A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS TANULÁSI FOLYAMATBAN

Ebben a fejezetben bemutatjuk a problémamegoldás általános folyamatát, tanításának különböző módszereit, például a kutatásalapú tanítás/tanulás és a problémaalapú tanítás/tanulás módszerét, és megvilágítjuk a tanár szerepét a folyamatban. Ezt követően mind a négy természettudományos tantárgyból mutatunk példákat a probléma- és feladatmegoldási gyakorlatra. Elemezzük a kontextus szerepét, a matematikai ismeretek jelentőségét, elsősorban a fizika- és a kémiafeladatok megoldása során.

Az emberiséggel egyidős az a vágy, hogy megértsük a minket körülvevő élő és életetlen természetet. Kezdetben az emberek mítoszokat találtak ki, hogy magyarázatot adjanak a napszakok és az évszakok váltakozására, a világmindenség, az égitestek, a Föld, az élet – ezen belül az emberi élet – keletkezésére, a csillagok (látszólagos) mozgására, illetve a ritkán előforduló, de félelmetes jelenségekre, például egy vulkánkitörésre, a villámlásra vagy a napfogyatkozásra. Valójában a mítoszok is magukban hordozzák a természettudományos gondolkodás csíráit, hiszen keresik az okokat és a megoldást. Azonban már több ezer évvel ezelőtt is születtek valóban természettudományosnak tekinthető megfigyelések és elméletek. (A könyvek tudománytörténeti fejezetei gyakran kezdődnek ezzel a mondattal: „Ezt már az ókori görögök is megfigyelték.”) A tanulókkal el kell fogadtatni, hogy – akárcsak a régebbi koroké – a jelenkori tudományos elméleteink is elavulhatnak, módosításra, kiegészítésre vagy teljes lecserélésre szorulhatnak. Meg kell értetni a tanulókkal azt is, hogy az emberiség tudáskincsének gyarapodása és a világról való gondolkodása magával hozza azt, hogy egyes elméletek később tévesnek bizonyulnak. Az is fontos, hogy a gyerekek ne nézzék le a mai – többet tudó – ember fölényével a régi korok tudósait. Értsék meg, hogy éppen az ő munkájuk vezetett ahhoz, hogy mi többet tudunk a világról, mint amennyit ők tudhattak. Arra is fel kell hívni a tanulók figyelmét, hogy vannak olyan elgondolások is, amelyeket ugyan kitalálódik tudományos elméletként határoz meg, azonban nem feleltek meg a tudomány kritériumainak. Ezeket tekintjük áltudománynak. A problémamegoldáson keresztül a tanulók kritikus gondolkodása is fejlődik, így több esélyük lesz arra, hogy felismerjék az áltudományos elméleteket.

Minden társadalomnak megvan a korra és helyre jellemző egységes világgépe, amelynek léte biztonságérzetet ad az embereknek, mert segíti az eligazodást a világban. Ha egy alapvetően új felfedezés születik, akkor megbomlik ez az egységes világgép, és ez megingathatja az emberek biztonságérzetét. Ezért olyan nagy sokszor az ellenállás az új felfedezésekkel szemben. Gondoljunk például arra, hogy a Föld gömbölyűségének, valamint a Nap körüli keringésének felfedezésekor szinte szó szerint megingott az addig biztosnak, statikusnak hitt Föld az emberek lába alatt.

Az a mód, ahogyan a gyerekek megismerik a világot, hasonlít a tudományos megismeréshez. A gyerekek egészen kis koruktól kezdve magyarázatokat, elméleteket gyártanak a jelenségekre. Ezek a magyarázatok természetesen sokszor tévesek és pontatlanok, azonban a tanítás során mégis figyelembe kell venni ezeket és építeni kell rájuk.

A gyermekek világgépe is egységes rendszer, ebben az esetben is igaz, hogy nehéz megváltoztatni bármelyik elemét. Ez is magyarázza, hogy miért olyan nehéz a gyermekek téveszméit korrigálni. Bonyolult világunkban nemcsak a természettudományos és technikai ismeretekre van szükség, hanem sok esetben – például egy gazdasági vagy társadalmi probléma megoldásakor – arra a módszerre is, amellyel egy tudós dolgozik:

- észreveszi a problémát és világosan megfogalmazza;
- hipotéziseket állít fel;
- adatokat gyűjt, majd azokat feldolgozza, kiválasztja a kérdés szempontjából fontosakat, elhanyagolja a kevésbé lényegeseket;

- levonja a következtetést;
- összehasonlíttja a hipotézissel és ha nincs összhang az eredmények és a hipotézisek között, új elméletet állít fel és/vagy új megfigyeléseket, méréseket végez;
- végül mások felé kommunikál, érvel.

A tanulási folyamatnak is fontos eszköze a problémamegoldás. A természet megismerésénél a tanulókkal is érdemes azt az utat követni, amit a tudósok az új természettudományos felfedezéseknél, vagy a gyakorlati problémák megoldásánál végigjárnak. A tanulók ennek során a kutatókhoz hasonló tevékenységeket végeznek és hasonló gondolkodási folyamatokat követnek, ezáltal megismerik a természettudományos megismerés folyamatát. *A problémamegoldás minden korosztály esetében fontos része a természettudományos ismeretszerzésnek. Menete minden korosztály esetében hasonló, csupán az egyes fázisok mélysége, részletessége változó. Olyan problémákkal célszerű foglalkozni, amelyek aktuálisak vagy kapcsolatban vannak a tanulók életével.*

Az alkalmazásképes tudás szerepe egyre jobban felértékelődik napjainkban, társadalmi elvárás az iskolával szemben. Megváltozott az értékes tudás fogalma és tartalma is, a tudás komoly gazdasági értékévé vált. Elvárás, hogy a közoktatásból kikerülő diákok tudásukat új helyzetekben is képesek legyenek alkalmazni, tudjanak változatos témájú problémákat megoldani. Ezért az iskolával szemben támasztott követelmény, hogy életszerű problémákat tárjon a diákok elé, melyek fontosak a társadalomban való eligazodáshoz, ne egyszerű rutinjeljárások alkalmazását kérje számon (Molnár, 2006).

Ezzel szemben ma hazánkban a diákok tanulásának egyik jellegzetessége sajnos a tényorientált, összefüggéstelen lecketanulás, amelynek során nemcsak nem hozzák kapcsolatba a tanultakat a mindennapi élettel, a többi tantárgyban tanultakkal, hanem minden egyes tananyagrészt külön, izolált egységnek tekintenek. Általános az egyik napról a másikra való tanulás, amely során az egyes leckék nem kapcsolódnak egymáshoz. Például a fizika esetében minden tanórán tanulnak a diákok egy-két új „képletet”, amelyeket felhasználnak az óra végi gyakorláshoz és elmélyítéshez használt rutinszerű, életidegen, unalmas szövegű, sokszor csak a képletbe történő behelyettesítést igénylő feladatmegoldás során. Amennyiben régebbi anyagrészre történik hivatkozás, nem ritka, hogy a diákok azt is külön „mondatként” megtanulják. Sajnos az esetek zömében nem alakul ki semmiféle rendszer a fejekben. Fejezetünkben azt járjuk körül, hogy miként segíthet ezen a problémamegoldás módszere.

6.1. Mi a probléma?

A feladat olyan helyzetet jelent, amelynek a célja és az ahhoz vezető út ismert. Problémáról akkor beszélhetünk, ha a célhoz vezető utat nem ismerjük. A problémamegoldó tevékenység feltétele, hogy használható ismereteket, tapasztalatokat, továbbá gondolkodási és cselekvési sémákat birtokoljunk. A probléma azért probléma, mert az éppen rendelkezésre álló ismeret nem elegendő a problémahelyzet megoldásához (Nagy L.-né, 2010).

7. fejezet

Radnóti Katalin – Király Béla

MÉRÉS, ÉRTÉKELÉS

Fejezetünk három fő részre oszlik. Az első részben bemutatjuk a könyv írása idején létező két nagy nemzetközi értékelési rendszert, melyekben hazánk tanulói is részt vesznek, a TIMMS- és a PISA-vizsgálatok rendszerét, jellegzetes mintafeladatokkal együtt. Egyúttal elemezzük a magyar tanulók eredményeit az elmúlt évtizedekben. A második részben néhány hazai felmérést és azok eredményeit mutatjuk be, majd rátérünk az iskolai és az osztályszintű értékelési lehetőségekre. A harmadik részben bemutatjuk, hogy milyen lépései vannak egy mérési folyamatnak az előkészítéstől a kiértékelésig.

A mérés és értékelés során valamely pedagógiai jelenség vagy teljesítmény „értékét” állapítjuk meg. Mennyire tudtuk teljesíteni az oktatási folyamat során a kitűzött célokat, vagyis viszonyítás a cél és a hatás között (Báthory, 1992). Jelen fejezetben kizárólag a természettudományos tantárgyak tanításával kapcsolatos, a tanulóknak az oktatás hatására kialakult tudásrendszer vizsgálatával foglalkozunk.

7.1. Nemzetközi értékelési rendszerek

Hazánk két nemzetközi szintű értékelési eljárásban vesz részt hosszú évtizedek óta. Az egyik az IEA TIMSS (központja Boston), a másik a később indult OECD PISA (központja Párizs) -mérés. A vizsgálatok célja az oktatási rendszer rendszerszintű értékelése és bizonyos mértékig összehasonlítása más országok oktatási rendszereivel, azok hatékonyságával.

7.1.1. AZ IEA-VIZSGÁLATOKRÓL

Az IEA társaság (International Association for the Evaluation of International Achievement) vizsgálata szakmai alapon szerveződő mérésorozat. A nemzeti kutatóintézetek és kormányhivatalok együttműködésén alapuló független nemzetközi szervezet 1959 óta végez nemzetközi összehasonlító vizsgálatokat. Hazánk 1968 óta tagja a társaságnak. A mérés szakmai megvalósításáért és nemzetközi koordinálásáért a Boston College TIMSS & PIRLS ISC (International Study Center) a felelős. A PIRLS-vizsgálat – Progress in International Reading Literacy Study, Nemzetközi Szövegértés-vizsgálat – célja a 9–10 éves tanulók olvasásteljesítményének felmérése.)

A mérés célja, hogy a matematika- és természettudomány-oktatás fejlesztése érdekében összehasonlító adatokat szolgáltatson a különböző országok oktatási teljesítményének aktuális állapotáról. A trendek követése mellett figyelemmel kíséri a tantervek megvalósulását, valamint keresi az adott időszakban legsikeresebbnek, leghatékonyabbnak mutatózó oktatási gyakorlatokat.

A TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) -mérésorozat jelenleg négyéves ciklusokban a 4. és 8. évfolyam végén vizsgálja a diákok matematikai és természettudományi tudását a világ számos országában. Öt cikluson van túl (1995, 1999, 2003, 2007, 2011).

A TIMSS a különböző országok tantervei közötti különbségeket figyelembe véve három tartalmi területtel fedi le jelenlegi méréseiben a 4. évfolyamon mérni kívánt témaköröket: Élővilág, Fizikai világ, Földtudomány.

A tartalmi keret további anyagrészekre bontja a három területet.

ÉLŐVILÁG: Élőlények tulajdonságai és életfolyamatai. Életciklus, szaporodás, öröklődés. Kölcsönhatás a környezettel. Ökoszisztémák. Egészség.

FIZIKAI VILÁG: Anyagok tulajdonságai és osztályozása. Halmazállapotok és az anyag változásai. Energiaforrások, hő és hőmérséklet. Fény és hang. Elektromosság és mágnesesség. Erő és mozgás.

FÖLDTUDOMÁNY: A Föld szerkezete, fizikai tulajdonságai és erőforrásai. Folyamatok a Földön, ciklusok, a Föld története. A Föld és a Naprendszer.

A 8. évfolyamos mérés anyagát négy tartalmi terület – biológia, kémia, fizika, földtudomány – alkotja.

A tartalmi keret a négy területet további anyagrészekre bontja.

BIOLÓGIA: Élőlények tulajdonságai, osztályozása és életműködései. Sejtek és működésük. Életciklusok, szaporodás és öröklődés. Sokféleség, alkalmazkodás és természetes kiválasztódás. Ökoszisztémák. Egészség.

KÉMIA: Anyagok osztályozása és összetétele. Az anyagok tulajdonságai. Kémiai változás.

FIZIKA: Halmazállapotok és az anyag változásai. Energiaátalakulások, hő és hőmérséklet. Fény. Hang. Elektromosság és mágnesesség. Erők és mozgás.

FÖLDTUDOMÁNY: A Föld szerkezete, fizikai tulajdonságai. A Földön játszódó folyamatok, ciklusok, földtörténet. A Föld erőforrásai, használatuk és megőrzésük. A Föld a Naprendszerben és a világmindenségben.

A tartalmi keret készítői a feladatok megoldásához szükséges *kognitív műveleteket* három nagyobb csoportba foglalták: tudás, alkalmazás és értelmezés.

TUDÁS: Felidézés és felismerés. Meghatározás. Jellemzés. Szemléltetés példákkal. Eszközök és eljárások használata.

ALKALMAZÁS: Összehasonlítás, szembeállítás és osztályozás. Modellhasználat. Kapcsolatok keresése. Szöveges, táblázatos vagy grafikus információk értelmezése. Megoldás megtalálása, tudományos összefüggések, egyenletek, képletek alkalmazása. Egy megfigyelés, természeti jelenség magyarázata, egy adott fogalom, törvényszerűség vagy elmélet pontos megértésének bemutatása.

ÉRTELMEZÉS: Elemzés és problémamegoldás, összefüggések felismerése, elképzelések vizsgálata, problémamegoldási stratégiák készítése. Integrálás és szintézis, a természettudományok különböző területeinek fogalmi közötti kapcsolatok, összefüggések bemutatása. Hipotézis és előrejelzés, olyan kérdések megfogalmazása, amelyekre vizsgálatok adhatnak választ. Tervezés, természettudományos probléma vagy megvizsgálendő hipotézis megválaszolására alkalmas vizsgálatok, illetve kísérletek megtervezése. Következtetés levonása. Általánosítás, következtetések alkalmazása új területen. Értékelés abból a szempontból, hogy az adatok elegendő mértékben támasztják-e alá a következtetéseket. Indoklás, érvek megfogalmazása, melyek alátámasztják egy probléma megoldásának, vizsgálatok következtetéseinek az ésszerűségét.

A tanulók és tanáraik, valamint a felmérésben részt vett iskolák igazgatói a mérés során még úgynevezett háttérkérdőíveket is kitöltöttek, amelyekben többek között a diákok családi, iskolai körülményeire, tanulási szokásaira, tantárgyakhoz fűződő viszonyára, a tanári munka szakmai vonatkozásaira, valamint az iskolai-tanulási klímára vonatkozó kérdések szerepeltek.

Az összesen elérhető pontszám úgy van meghatározva, hogy az átlag 500 legyen és a szórás 100 pont. A TIMSS 2007 vizsgálat során az eredmények könnyebb értelmezése és összehasonlíthatósága érdekében képességszinteket jelöltek ki a skálán

belül. A képességszintek kialakítását és leírását a feladatok nehézségének és megoldottságának részletes elemzése előzte meg. Az elemzésben azt vették figyelembe, hogy az adott képességszinten teljesítő diákok a teszt mely feladattípusait oldották meg jellemzően jól.

A TIMSS mindkét évfolyam (4. és 8.) esetében négy képességszintet határozott meg. Megkülönböztették a kiváló szintű tudást, 625 képességpont felett, a magas szintű tudást, 550–625 pont között, az átlagos szintű tudást, 475–550 pont között, és az alacsony szintű tudást, 400–475 pont között (Balázsai és mtsai, 2008).

A mérések során alkalmazott feladatok egy részét hozzáférhetővé tették a mérés kidolgozóinak. Az összeset azért nem, mivel a feladatok egy részét több mérés esetében is felhasználják az összehasonlíthatóság miatt. A következőkben néhány példát mutatunk be a 2007-es felmérés során felszabadított feladatok közül, megjelölve azt is, hogy milyen képességszinthez tartozik a feladat és a magyar tanulók megoldási %-át, és jelölve az elvárt helyes választ.

A 4. évfolyamos diákok felmérésére szolgáló néhány feladat

Kiváló képességszintű feladat fizikai témából

- *Zsuzsinak három különböző nagyságú jégkockája van. Ezeket három teljesen egyforma üvegpohárba teszi, melyekben ugyanannyi víz található, ahogyan azt az alábbi ábra mutatja (7.1. ábra).*

Mi történik a jégkockákkal azután, hogy a vízbe kerülnek?

- Az 1., a 2. és a 3. jégkocka el fog merülni.
- Az 1., a 2. és a 3. jégkocka úszni fog a víz felszínén.
- Az 1. jégkocka úszni fog, a 2. és a 3. jégkocka elsüllyed.
- Az 1. és 2. jégkocka úszni fog, a 3. jégkocka elsüllyed.

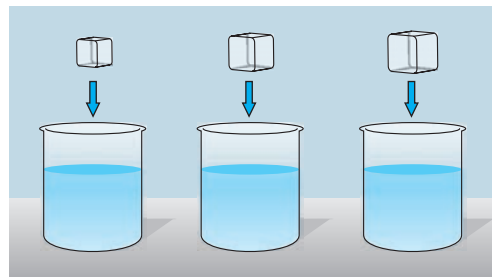
Nemzetközi megoldási átlag: 39%, magyar átlag: 34%.

Magas képességszintű feladat biológiai témából

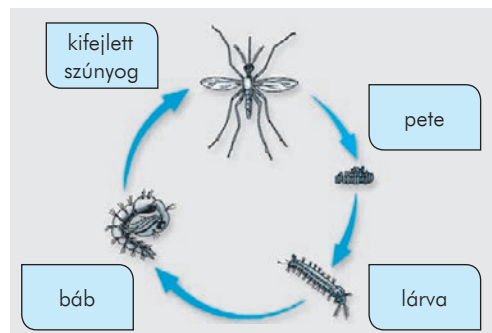
- *Az alábbi ábra egy szúnyog fejlődési állapotait mutatja be (7.2. ábra).*

Írd be a fejlődési állapotok nevét a megfelelő keretbe!

Nemzetközi megoldási átlag: 33%, magyar átlag: 56%.



7.1. ábra Jégkockák



7.2. ábra Szúnyog

Tartalomjegyzék

Bevezetés	5
1. A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS MEGISMERÉSRŐL	
1.1. A természettudományos tantárgyak tanítási céljai	8
1.2. A mozgás leírása	10
1.3. Az anyag szerkezete: folytonos, vagy részecskékből áll?	14
2. A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS PEDAGÓGIAI HÁTTERE	
2.1. Tendenciák a természettudományos nevelésben	22
2.1.1. A természettudományos nevelés társadalomorientálttá válása	22
2.1.2. A konstruktivista tanulás szemlélet érvényesülése	32
2.1.2.1. A tanulásról alkotott eltérő szemléletmódok összevetése	33
2.1.2.2. A konstruktivista tanulás szemlélet lényege	34
2.1.2.3. Az előzetes tudás jelentősége	34
2.1.2.4. Az előzetes tudás és a tapasztalat szerepe a természettudományok tanulása során	35
2.1.2.5. Sikerral járhat a „felfedeztető tanítás” híveinek mozgalma?	37
2.1.2.6. A tanulói felfedezések lehetőségei, a fogalmi váltás	38
2.1.2.7. Az igazságról	42
2.1.2.8. A talán leginkább meglepő következmény: a tanulásban a dedukció a lényeges	44
2.1.3. A természettudományos nevelés és a méltányosság	47
2.2. A tanulást szolgáló tevékenységrendszer sokszínűvé válása	52
2.3. A gyermektudomány	56
3. FOGALMI FEJLŐDÉS ÉS FOGALMI VÁLTÁSOK A TERMÉSZETTUDOMÁNY TANULÁSA SORÁN	
3.1. Fizika	70
3.1.1. A mozgásról alkotott kép kialakítása	70
3.1.1.1. Az elérendő fontosabb fogalmi váltások és a mozgással kapcsolatos néhány lehetséges tanulói elképzelés	70
3.1.1.2. 1–6. évfolyam	75
3.1.1.3. 7–8. évfolyam	76
3.1.1.4. Középiskolai szakasz	84
3.1.1.5. A newtoni fizika alapgondolatai	88
3.1.1.6. Az egyenletes körmozgás	89
3.1.2. Az anyagkép alakítása a fizikában	95
3.1.2.1. 1–6. évfolyam	97
3.1.2.2. 7–8. évfolyam	99
3.1.2.3. Középiskolai szakasz	100
3.1.2.4. Az elemi részecskeképek felbontása a fizikaórákon	105
3.1.2.5. A sűrűségfogalom kialakítása	111
3.1.2.6. A testek rugalmassága	113
3.1.3. Az elektromos és optikai jelenségek	119
3.1.3.1. Az elektromos áram	124
3.1.3.2. Az indukció jelensége és jelentősége mai világunkban	125

3.1.3.3. Gyermeki elképzelések az elektromos jelenségekkel kapcsolatban, a fogalmi fejlődés lehetséges útja	126
3.1.3.4. Gyermeki elképzelések a fénytani jelenségekkel kapcsolatban	129
3.1.3.5. 1–6. évfolyam	130
3.1.3.6. 7–8. évfolyam	131
3.1.3.7. Az áramerősség és a feszültség fogalmának kialakítása	137
3.1.3.8. Feldolgozási javaslat az optika témaköréhez a 7–8. évfolyamon	140
3.1.3.9. Középiskolai szakasz	142
3.1.3.10. Az elektromos és mágneses mező összehasonlítása a fogalmi fejlődés szempontjából	146
3.1.4. Az energiafogalom alakítása a fizikában	149
3.1.4.1. Az energiaforrások és felhasználási lehetőségeik	151
3.1.4.2. 1–6. évfolyam	153
3.1.4.3. 7–8. évfolyam	156
3.1.4.4. Középiskolai szakasz	158
3.1.4.5. Néhány tanulói felmérés eredménye	170
3.1.4.6. A macskabundától a Mars bolygóig (hőelnyelés, -visszaverés, -kibocsátás)	173
3.2. Kémia	180
3.2.1. A részecskeszemlélet alakítása a kémiában	180
3.2.1.1. A kémiai leírás három szintje	180
3.2.1.2. A kémia sajátos nyelve	182
3.2.1.3. Az oldódás	187
3.2.1.4. A részecskekép differenciálódása a kémiai tanulmányok során	191
3.2.1.5. A kémiai kötés	194
3.2.1.6. Kémiai reakciók	196
3.2.1.7. Reakcióegyenletek a kémiában	207
3.2.1.8. A halmazok tulajdonságai	208
3.2.2. Kémia mindenhol	230
3.2.2.1. Szervetlen kémia	233
3.2.2.2. Szerves kémia	236
3.2.2.3. Energiatároló vegyületek	239
3.2.2.4. A kémiai energia, reakcióhő	246
3.2.2.5. Elektrokémia, galvánelemek, akkumulátorok, üzemanyagcella	248
3.2.2.6. Környezeti kémia	252
3.3. Biológia	255
3.3.1. Az élő fogalmának alakítása	255
3.3.1.1. Az élettelen és az élő közötti különbség	255
3.3.2.1. Az élő/élőlény fogalmának terjedelmi viszonyai	257
3.3.1.3. Az élő/élőlény fogalmának alakulása a környezetismeret, természetismeret és biológia tantárgyakban	261
3.3.1.4. Mi alapján különböztetik meg a gyerekek az élőlényeket az élettelen dolgoktól?	263
3.3.1.5. Az élő/élőlény fogalmának tanítása	268
3.3.2. Az életműködésekkel kapcsolatos ismeretek fejlődésének elősegítése	275
3.3.2.1. Az élőlények életjelenségei	275
3.3.2.2. Az életműködésekkel kapcsolatos ismeretek alakulása a környezetismeret, természetismeret és biológia tantárgyakban	276

3.3.2.3. Mit tudnak a gyerekek az élőlények életműködéseiről?	278
3.3.2.4. Az életjelenségek tanítása	295
3.3.3. Az élőlények és a környezet tartalmi terület ismeretrendszerének kialakítása	308
3.3.3.1. Az élőlények és a környezet	308
3.3.3.2. Az élőlények és a környezet tartalmi terület fogalmainak alakulása a környezetismeret-, természetismeret- és a biológia-tananyagban	311
3.3.3.3. Hogyan sajátították el a tanulók <i>Az élőlények és a környezet</i> tartalmi terület ismereteit?	314
3.3.3.4. Az élőlények és a környezet tartalmi terület fogalomrendszerének tanítása	325
3.4. Földrajz	331
3.4.1. A térrel kapcsolatos fogalomkör kiépülése a földrajztanításban	331
3.4.1.1. A térfogalom a tantervi elvárások szerint	331
3.4.1.2. A valós tér megismerése	335
3.4.2. A térképhez kötődő térfogalomkör kiépülése a földrajztanításban	357
3.4.2.1. A térképhez vezető térábrázolási folyamat	357
3.4.2.2. Fogalmi váltások a térképolvasási képesség fejlődése során	363
3.4.2.3. A topográfiai tudás fejlődése	368
3.4.3. Az idővel kapcsolatos fogalomkör kiépülése a földrajztanítás során	378
3.4.3.1. Az időfogalomkör a tantervi elvárások szerint	378
3.4.3.2. A napi idő érzékelése	381
3.4.3.3. Az évi idő érzékelése	388
3.4.3.4. A történelmi idő érzékelése	392
3.4.3.5. A földtörténeti idő érzékelése	393
3.4.3.6. A különböző időtípusok és az idő jelentőségének felismerése	400
3.4.3.7. Időrendi sorok felállítása	402
3.4.4. A földrajz és a többi természettudományos tantárgy kapcsolata	405
4. MOTIVÁCIÓ A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS SORÁN	
4.1. A motiváció tudományos megközelítése	410
4.1.1. A motiváció két meghatározó elmélete	411
4.1.2. A motivációt befolyásoló tényezők	413
4.2. A tantárgyi motiváció	415
4.2.1. A tantárgyi motivációt meghatározó tényezők	416
4.2.2. A motiváció és az agy kutatás	417
4.3. Motivációs stratégiák a természettudományos nevelésben	418
4.3.1. Kísérletek	420
4.3.2. A témaválasztás mint motiváció	421
4.3.3. A reáliák és a szépirodalom	424
4.3.4. A játék (játékszer) szerepe a motivációban	426
4.4. Iskolán kívüli környezet (outdoor science)	428
4.4.1. Konstruktív feladatok	428
4.4.2. Színelőadások (performance)	429
4.4.3. Kísérletek, mérések „terepen”	430
4.4.4. Tudományos múzeumok, kiállítóhelyek	430

5. TANULÁSI KÖRNYEZETEK, A TANULÁS ESZKÖZRENDSZERE A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS NEVELÉS SORÁN

5.1. A tanári szerep megváltozása	434
5.2. Szóbeli módszerek a természettudományos oktatásban	435
5.3. A kollektív munkaformák alkalmazása a természettudományok tanításában	439
5.4. Szituatív módszerek a természettudományok tanításában	442
5.5. A kísérletek helye és szerepe a természettudományos oktatásban	444
5.6. A természettudomány tanulása és az informatikai környezet	455

6. A PROBLÉMAMEGOLDÁS ALAPJAI ÉS SZEREPE A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS TANULÁSI FOLYAMATBAN

6.1. Mi a probléma?	465
6.1.1. A problémamegoldás tanításának elvi alapjai	466
6.1.2. Problémaalapú tanítás	470
6.1.3. Kutatásalapú tanulás/tanítás	471
6.1.4. A tanár szerepe a problémamegoldás során	472
6.2. Fizikai problémák és feladatok	476
6.2.1. Fizikai feladatok megoldása	477
6.2.2. A függvények szerepe a fizikai feladatok megoldásában	481
6.2.3. A kontextus szerepe a fizikai feladatok megoldásában	489
6.2.4. Táblázatok használata a fizikai feladatok megoldásában	490
6.3. Kémiai problémák és feladatok	492
6.3.1. Kémiai számítások	496
6.3.2. Az anyagmennyiséggel kapcsolatos számítások	503
6.3.3. Oldatokkal kapcsolatos számítások	505
6.3.4. Kémiai reakciókkal kapcsolatos számítások	505
6.3.5. Számítást nem igénylő kémiai feladatok	508
6.3.6. Az életből vett példák	511
6.4. Biológiai problémák	514
6.4.1. A problémafeladat megjelenése, értelmezése	514
6.4.2. A problémamegoldás fejlesztése a biológia tanításában	520
6.5. Földrajzi problémák	526
6.5.1. A problémaalapú tanulás földrajzmódszertani értelmezése	526
6.5.2. Mi a jó földrajzi probléma?	530
6.5.3. A problémamegoldás fejlesztési módszerei a földrajztanításban	533
6.6. Tehetség gondozás a természettudományos nevelés során	537

7. MÉRÉS, ÉRTÉKELÉS

7.1. Nemzetközi értékelési rendszerek	544
7.1.1. Az IEA-vizsgálatokról	544
7.1.2. A magyar tanulók teljesítménye az IEA-, illetve a későbbi TIMSS-vizsgálatokban	549
7.1.3. A PISA-vizsgálatokról	551
7.1.4. A magyar tanulók természettudományos teljesítménye a PISA-vizsgálatokban	556
7.2. Országos értékelési rendszer	557
7.2.1. A Hallgatói felmérések eredményei	558
7.2.2. Iskolai és osztályszintű mérés és értékelés	561
7.3. Mérési folyamat előkészítése és kiértékelése	569