

7.1. Alkalmazkodás az életkori sajátosságokhoz a természetismeret tanítása során

Írta: dr. Victor András

Kulcsszavak: életkor, fejlődéslélektani szakaszok, jellemző sajátosság, egyéni eltérés, felfelé figyelő pedagógia

7.1.1. A felfelé tekintő pedagógiai látásmód

Mindennapi tapasztalat – s nemcsak az iskolában, hanem otthon is és általában mindenhol –, hogy másképp érdemes foglalkozni egy kisgyerekekkel, mint egy kamasszal vagy egy fiatalemberrel. Egy másokra figyelő ember akaratlanul is igazodik ahhoz, akivel szemben áll. Azonban – ahogy más mesterség is – a pedagógiai mesterség is tanulható valamelyest; és ez a tanulás abból is állhat, hogy némi segítséggel fölfedezzük azt, amit magunktól nem sikerült fölfedezni; és állhat abból is, hogy a tudatosság szintjébe emeljük azt az ismeretünket, ami addig csak spontán és esetleg öntudatlan volt. Ezért tehát fontos lehet megfogalmazni és rendszerbe foglalni, hogy mik is az egyes életkorok sajátosságai, s hogy azokhoz hogyan érdemes viszonyulni a természetismeret tanítása során. Fontos azonban tudatosítanunk magunkban azt is, hogy az életkori sajátosságok nagyon bonyolult (kölcson)hatásrendszer eredői, amely hatások között a biológiai alapok mellett külső (társadalmi-kulturális) hatások is szerepet játszanak.

Hazánkban a családi és az iskolai nevelési felfogás is túlzottan a listázható (sőt: mérhető!) követelmények teljesítését helyezi a központba. Ez az alapállás pedig azzal a következménnyel jár, hogy elbillen a tanulási folyamatokban a mérleg: az ismeretek dominálnak, és háttérbe szorul a kompetenciák fejlesztéséhez szükséges másik két terület: az alkalmazási készségek fejlesztése és az értékrendszer erősítése. A természetismeret szempontjából ez a helyzet különösen hátrányos, hiszen a természet egységként való tanulmányozásában legalább annyira fontos a komplex megismeréshez szükséges kompetenciák fejlesztése, mint a konkrét tények ismerete.

A fenti pedagógiai paradigma következménye, hogy a pedagógusok gyakran túl nagy hangsúlyt fektetnek a kimeneti követelményekre (eredményre), és a növendékkel szemben olyan elvárásokat erőltetnek, amelyek csak a felnőttekkel – vagy legalábbis egy későbbi fejlődési szakasszal – szemben volnának jogosak. Például olyan gondolkodás- és tevékenységrendszerre készítetik a gyermekeket, amely nem a saját fejlődéslélektani állapotuknak felel meg, hanem egy majdaninak. Abból indulnak ki (egyébként nemes szándékkal), hogy célszerű már gyermekkorban szorgalmazni a felnőttekre jellemző

viselkedést – hogy úgymond „legyen elég idő gyakorolni”. Pedig éppenséggel a gyermeki viselkedésformák egészséges „kiélése” vezet a felnőttiséghez. Ez a **felfelé figyelő pedagógia – rejtett tantervi hatásként** – szülő és pedagógus közös „játzmája”, amelyben alárendelődnek a fejlődéslélektani szempontok. Nem állítjuk, hogy ez a probléma a természetismeret tanításának sajátja lenne, de természetesen ott is jelentkezik.

A fejlődéslélektani szakaszokkal kapcsolatban ma is folyó vita, hogy vajon mennyiben szakaszos és mennyire folytonos az ember pszichés fejlődése. A helyes válasz erre a kérdésre feltehetően az, hogy mindkettő. Az újszülött felnőtté (és időssé) **érése** olyan **folyamat**, amely – minden folytonossága ellenére – mégiscsak mutat bizonyos szakaszjellegeket. Kétségbe vonhatatlan például, hogy a kisgyermekkorból a serdülőkorba lépés az egész személyiség jellegzetes megváltozásával jár együtt. A természetismeret tanítása szempontjából **három fejlődéslélektani szakaszra** kell figyelni: a kisiskoláskorra (a 6–11 évesek), a kiskamaszkorra (prepubertásra, a 10–13 évesek) és a kamaszkorra (pubertásra, a 12–16 évesek).

7.1.2. Az életkori szakaszok sajátosságai

A kisiskolás korú gyermekek

Előrebocsátjuk, hogy – mivel a szakaszok határai elmosódnak – a kisiskolások korosztállyal kapcsolatban leírtak közül sok gondolat és sok módszer a kiskamaszokra is érvényes lehet, de ezeket ott értelemszerűen nem ismételjük meg.

Nem sokan, de azért lehetnek olyan gyerekek 5. osztályban, akik még alapvetően a **kisiskolás korosztályba** sorolhatók. Figyelembe véve azt, hogy a fejlődés mozaikos jellegű – vagyis pszichés funkcióink nem feltétlenül „együtt” fejlődnek, s különösen nem együtt a mentális képességekkel –, bizonyos szempontokból sok tanulónak lehetnek még kisiskolás vonásai. A természetismeret tanítása szempontjából elsődleges fontosságú, hogy a gyerekek ingergazdag körülmények között nőjenek fel, és hogy ezen keresztül kialakuljon bennük a világ érdekességére, sokféleségére és szépségére való fogékonyság.

A kisiskolás eleinte még ugyanúgy utánozva tanul, mint a kisgyermek. Például úgy viselkedik az erdőben – és általában az élőlényekkel kapcsolatban –, ahogyan a felnőttek (többek között a tanárai). Mire 5. osztályos lesz, addigra azonban már valószínűleg nem is kisiskolás, hanem kiskamasz, és kezd áttérni a külső minták szerinti viselkedésről saját belső mintáinak kialakítására és követésére. Erre azért fontos odafigyelni, mert (nagyraért) a pedagógusokon múlik, hogy mifajta gondolkodási és cselekvési minták alakulnak ki benne az élő és élettelen természettel kapcsolatban. Az **ingergazdagság** abban az értelemben is fontos, hogy a természethez való viszonyulás minden rétegét, dimenzióját megéljék a gyerekek. Nézzük,

hogy melyek ezek a dimenziók: hasznos, szép, érdekes, szent (7.1. táblázat). (Megjegyezzük, hogy az alábbi elemzést ugyan a kisiskolásokkal kapcsolatban írjuk, de ugyanilyen fontos ez a többrétegű megközelítés a kiskamaszok, sőt még a kamaszok esetében is!) Fontos, hogy ebben a táblázatban a „szent” nem az európai kereszténység értelmében veendő, hanem abban a jelentésében, ahogyan a hazánk és a becsületünk is szent, s ahogyan például a magyar korona is sokak számára szent.

Hasznos	Szép	Érdekes	Szent
technika	művészet	tudomány	vallás, mítosz
praktikus	emocionális	racionális	transzcendens
felhasználjuk	ábrázoljuk	megismerjük	tiszteljük

7.1. táblázat. *Viszonyulásaink a természethez (Victor A. 2015)*

Ha például a tanítási órán egy fa vagy egy hegy a téma, akkor ne sajnáljuk az időt arra, hogy mind a négy dimenzióval foglalkozzunk! Mit jelent ez konkrétan? A fának praktikus haszna van, mert esetleg táplál a gyümölcse, a faanyagát sokféle célra hasznosítjuk, és még az árnyéka is hasznos, mert megpihenhetünk alatta. A művészek számára egy fa jelenthet egyszerűen megjeleníthető szépséget, de hordozhat akár szimbolikus jelentéstartalmat is. A tudomány számára a fa elsősorban érdekes, a vizsgálat, kísérlet és ezen keresztül a racionális (értelmi) megismerés tárgya. Végül egy fának lehet olyan „üzenete” is számunkra, amely túlmege bármilyen értelmi-érzelmi viszonyon, mert valami ésszel megmagyarázhatatlan a jelentősége (például azért, mert egy számunkra nagyon fontos személy ez alatt szeretetettel üldögélni, amíg közöttünk volt, vagy azért, mert esetleg valaki úgy véli, hogy egy fadarab abból a gerendából származik, amelyre Krisztust fölfeszítették). Érdekes példa lehet „Az Erdő fohásza” c. közismert írás ilyen többrétegű elemzése. A szabad-verset *Hannes Tuch* német erdész írta még 1927-ben „Bitte des Waldes” [vagyis nem fohász, hanem „csak” kérés] címmel:

*Vándor, ki elhaladsz mellettem, ne emelj rám kezet!
 Én vagyok tűzhelyed melege hideg téli éjszakákon,
 Én vagyok tornácod barátságos fedele,
 Melynek árnyékába menekülsz a tűző nap elől,
 S gyümölcsem oltja szomjodat.
 Én vagyok a gerenda, amely házadat tartja,
 Én vagyok asztalod lapja,
 Én vagyok az ágy, amelyben fekszel,
 A deszka, amelyből csónakodat építed.
 Én vagyok házad ajtaja,
 Bölcsőd fája, koporsód fedele.
 Vándor, ki elmegy mellettem,
 Hallgasd meg kérésem,
 Ne bánts!*

A többrétegű elemzés egyik érdekes végeredménye az lehet, hogy – bármilyen szép és lélekre ható a vers, tulajdonképpen a hasznosság keretei között marad. A „hasznos – szép – érdekes – szent” „sorozat” a nem élő természettel (például egy hegygel) kapcsolatban is

végigjárható. Csak röviden utalunk a főbb vonalakra: bányászat, festészet, földrajz, népi hiedelemvilág.

Érdeemes még a **természet szépségét** is alaposan, minden oldalról körüljárni, hiszen sokféle értelme és szintje van ennek a szépségnek is. Nézzük a 7.2. táblázatot! E szépségekre feltétlenül mutassunk be konkrét példákat, és figyeljünk a gyerekek idevágó élményeire, gondolataira is!

Anyag (matéria)	Lény (entitás)		Táj (kompozíció)
	nem élő	élő	
fa	hullám	fa	rét
márvány	kavics	virágos növény	erdő
homok	hópehely	madár	völgy
agyag	sziklaszirt	pillangó	korallszirt
papír	könyv	ember	tengerpart
higany	pohár	ló	tisztás

7.2. táblázat. A természet szépsége (Victor A.)

A kisiskolás korú gyermek – az óvodáshoz hasonlóan – még mindig elsősorban a mesét és a játékot szereti. (Ez egyébként a még részben kisiskolás lelkületű nagyobb gyerekekre is érvényes lehet. Tévedés azt hinni, hogy a prepubertáló gyerekek nem szeretik már a mesét, kinőttek belőle. Persze nem mindegy, hogy miről szól és milyen stílusú az a mese!) Emiatt nem hiányozhat a módszertani eszközök közül a **mese** és a **játék**. Aki még inkább kisgyerek, azt nem igazán érdeklik a tudományos alapelvek, de szívesen hallgatja ugyanazokat az információkat mesés formában. Ebben az életkorban még keveredik a világ megismerésében a játékos és a racionális-értelmi jellegű tevékenység. Ha például a csírázással foglalkozunk, akkor szinte biztos, hogy a gyerekeket egyszerre érdekelheti játékként a csírázás jelensége (mint „csoda”), a tevékenység öröme, ezek mellett azonban már kezdenek érdekelni a csírázás feltételei is. A törvényszerűségek megállapítása és az odavezető oknyomozó vizsgálódás azonban igazán csak majd néhány év múlva lesz a sajátja. Hangsúlyoznunk kell – például a csíráztatással mint tevékenységgel kapcsolatban –, hogy nem arról van szó, hogy egy 10-11 éves gyerek ne értené meg (ha elmagyarázzuk neki), hogy melyek a csírázás feltételei, miért nélkülözhetetlen ehhez a nedvesség, miért nélkülözhető a fény stb. Megérteni képes, de nem ez érdekli. Most nem ez érdekli. Majd fogja. Nem lehetetlen feladat tehát megtanítani egy ötödik osztályos gyereknek, hogy melyek a csírázás feltételei, de nem biztos, hogy erre érdemes fordítani az időt és az energiát. (Ez egy konkrét példa a fent említett „fölfelé figyelő” pedagógiára.)

Kedves tevékenységforma lehet például a növények és állatok megismerése és „**elnevezése**”. A személyes „elnevezés” – vagyis egyfajta játék, hogy ki talál ötletes, az adott faj valamely tulajdonságát jól jellemző (vagy másért érdekes) nevet – is azt szolgálja, hogy ne maradjunk meg a „száraz” tudományos tények megállapításánál és megtanulásánál, hanem adjunk teret

a szubjektitásnak, a kreatitásnak, a humornak stb. Ez az életkor kifejezetten fontosnak tartja annak demonstrálását, hogy mi mindenhez „ért” már. Például ahhoz, hogy hogyan kell bizonyos eszközöket használni. A természetismeret tanításában ezért ilyenkor nagy szerepet kell kapnia az eszközhasználatnak, a távcső, a nagyító, a mikroszkóp, az iránytű (vagy tájoló) stb. használatának, a megfelelő technikai fogások elsajátításának.

Nagyon fontos, hogy a tanulás ebben a fejlődéslélektani szakaszban amennyire csak lehet, **kapcsolódjon konkrét tevékenységhez**. Vagyis nem elegendő „fejben” tanulni; kézzel is kell. Ezért például egy patak vizének a vizsgálata csak akkor lesz érdekes a gyerekek számára, ha valóságos tevékenységekhez kapcsolódik. Az ilyen korú gyerek „csinálni” akarja, nem „megtanulni”. (Ő a „csináláson” keresztül tanul a leghatékonyabban.) Ebből a tevékenység-orientáltságból, meg a játszás és fogalmi tanulás keveredéséből következik, hogy a kézműveskedés rendkívül hasznos tanulási lehetőség. Például a természeti anyagokból való sajátkezü játék- és díszkészítés, vagy a természet utáni (esetleg akár fantázia alapján történő) rajzolás-festés-gyurmázás. Nem jó, hogy némely pedagógus (cseppentett nevelői jó szándékból és a fent említett nevelési paradigmát követve) „megfejeji” a gyerekek játékát (meséjét), és erőnek erejével ismeretek megtanulásává teszi, azaz rontja a jó játékot.

A kiskamaszok sajátosságai

A **kiskamaszok** már nem utánzással tanulják az életet (és önmagukat). Már nem követik egyértelműen a felnőtt társadalom mintáit, hanem kezdik kialakítani **saját, belső mintáikat**. Ezért – ahogyan ezt már a kisiskolásoknál is említettük – kulcskérdés és a pedagógus személyes felelőssége, hogy a tanulók miféle attitűdöket alakítanak ki a természettel szemben. Ennek a fejlődéslélektani szakasznak a legfontosabb jellemzői: az ellenállhatatlan **versenyezhetnék**, a csillapíthatatlan aktivitás és a szenvedélyes gyűjteménykészítés. Egy bölcs (vagy akárcsak jól felkészült) pedagógus többnyire megtalálja azt a tanulásformát, tevékenységformát, amely illik az adott korcsoportához. Ez a kiskamaszok esetében különösen fontos, mert különben – éppen kifogyhatatlan energiájuk révén – rossz irányba fordulhatnak a dolgok.

Fontos például, hogy ha már mindáron versenyezni akarnak (hol a másikkal, hol önmagukkal, vagy akár az egész világgal), akkor ez a versenyezhetnék jó irányt vegyen. Ne (csak) abban vetélkedjenek, hogy ki tudja elmondani a magyar fociválogatottak összetételét egészen a legendás londoni 6:3-as győzelemig, hanem például abban, hogy ki tanul meg több növénynevet (akár latinul is), ki ismer fel több ásványt, ki tudja több veszélyeztetett faj eszmei értékét. Vagy abban, hogy ki tudja felsorolni a Duna összes mellékfolyóját, ki ismer több helyi kulturális értéket, ki tud jobban tájékozódni a terepen stb. Ha megtaláljuk azt a témát és tevékenységformát, amiben kedvükre versenyezhetnek, akkor „a csillagokat is lehozathatjuk velük az égről”. Ezért ajánlott tevékenységformák ebben az életkorban a **vetélkedők**, a környezet-helyreállítási **akciók**, a **csapatversenyek** stb. Külön jó, ha ezekben a

versenyekben, vetélkedőkben, akciókban fizikai tevékenységet is kell végezni, mert akkor azon a téren is kiélhetik ellenállhatatlan versenyzhetnékjüket. Ha a pedagógus nem találja meg a kiskamaszoknak való feladatot, vagy nem tudja azt elfogadtatni velük, akkor a tanulók „haszontalanságokra” pazarolják az energiájukat, a tanár pedig nem bír velük, és negatívumként éli meg az „energia-túltengésüket”.

Ugyanez érvényes a kiskamaszok gyűjtőszennvedélyére is. Vegyük észre, hogy a szenvedélyes gyűjteménykészítés közös tőről fakad a versenyzéssel. Hiszen itt is az a motiváció alapja, hogy kinek van nagyobb gyűjteménye, kinek van a leghosszabb bélyegsorozata, kinek van a legkülönlegesebb tárgy a birtokában stb. Vagyis lényegét tekintve versenyzés ez is. A kiskamasz a gyűjtemény készítéséből nagyon sokat tanul. Ez az ő legintenzívebb tanulási formája. Nem szabad azonban elvárunk a **gyűjtés-tanulástól** azt a fajta áttekintést, rendszer-szemléletet, amely az igazi felnőtt-tanulásnak a sajátja. A gyűjtés-tanulás mozaikos szerkezetű, nem az összefüggésekre figyel, nem irányul rendezett ismeretrendszer kialakítására, hanem mindig konkrét tényekre, adatokra, információkra. Arra, hogy tudod-e, hogy mi a norvég pénz neve, milyen színei vannak az brazil zászlónak, hány méter magas a K2 csúcs, mennyi a versenyautók jelenlegi sebességi rekordja stb. A gyűjtés-tanulás tehát klasszikusan a kvíz-játékok kultúrája.

(Zárójelben megjegyezzük, hogy sok felnőtt is szenvedélyesen gyűjti a bélyegeket – vagy bármi mást –, és a kérdésre, hogy nem sajnálja-e rá az időt, azzal védekezik, hogy így sokmindent megtanul. Ebben igaza is van, de egy felnőtt számára már nem a gyűjtemény-készítés a tanulás leghatékonyabb formája. Már csak azért sem, mert – ahogy említettük – ez a kvíz-kultúra világa, nem a világot áttekintő és megértő tudásrendszer, hanem a minél több különálló tényismeret világa. Igazság szerint nem is felnőttek ezek az emberek, hanem nagykorúak, hiszen fejlődéslelektanilag nem váltak felnőtté.)

A gyűjteménykészítés (és az ebben való versenyzés) lendületét is jól fel lehet használni a természetismeret tanítása során. Csak meg kell találni azt a témát – és meg kell teremteni azt a légkört –, amelyben a gyerekek felvállalják a kapott gyűjtési feladatot. Ha ez sikerül, akkor a kiskamaszok – akár nevelői irányítás nélkül is – szívesen készítenek gyűjteményt (persze a híres autóversenyzők arcképei mellett!) a védett fajok képeiből, termésekből, életnyomokból, lehullott levelekből, kavicsokból, kőzetekből is.

A kamaszok sajátosságai

A kamaszkor híresen bonyolult életszakasz. Nem csoda, hiszen átmeneti állapot: a gyerekkornak már vége, de a felnőtttség még odébb van. A kamaszkor az **elszakadás** kora. A kamaszok elszakadnak saját gyermekkoruktól, „elszakadási hadműveleteket” végeznek a szüleikkel és az eddig tisztelt pedagógusokkal szemben. Vagyis a „már-nem és még-nem” bonyolult kuszasága. Fontos azonban tudnunk, hogy ebben a kialakulatlanságban – a maguk

kusza módján – nagyon kemény „szent elvek” is benne vannak. A kamaszok az abszolútumra (a tökéletesre, a véglegesre) vágnak, a kivételek nélküli igazságra, az élet vezérelveinek megtalálására. Éppen ezért fontosak számukra a tiszta törvények. Keresik a természeti és társadalmi törvényeket is. Ők a környezeti szabálysértők legkönyörtelenebb bírái, a természet legelszántabb védői, az igazság legharciasabb bajnokai. Persze erre is érvényes az az általános jellemzőjük, hogy szélsőségekben gondolkodnak és éreznek. A középút keresése nem az ő stílusuk. A kompromisszumok idegenek az ő lelki világuktól. Ezért hajlamosak a pozitív szent elvek felől a másik végletbe esni, vagyis abból csinálni „szent elvet”, hogy „tök mindegy”.

Minthogy a kamaszok központi problémája az **énazonosság keresése**, ez az életszakasz is döntő lehet a természethez való viszonyulás és értékrend kialakulása szempontjából. Hiszen most fogalmazzák meg, hogy hol van az ő helyük a világban, azon belül a természetben és az emberi társadalomban. Ekkorra érik meg az időészlelésük is annyira, hogy lehetségessé válik jelen életvitelük hatásait a jövő felől vizsgálni, ez pedig lehetőséget ad arra, hogy megvillantuk előttük a fenntarthatóság gondolkodásmódját, a glóbuszban és az évszázadokban való gondolkodást. Azonban csak „megvillantásról” lehet szó, és nem az ökológikus gondolkodás elsajátításáról. Ennek is a szélsőségekben, abszolútumokban való gondolkodásuk az oka. Ebből a gondolkodásmódból ugyanis – az általános pedagógiai nehézségeken túl – a természethez való viszonyukra nézve is adódik egy buktató: míg az ökológikus gondolkodásmód sokszempontú, dialektikus és rendszerszemléletű, addig a kamaszok gondolkodására éppen az egyszempontúság, a leegyszerűsítő túlzások és az „imádom-utálom” szélsőségei jellemzők. Míg a környezeti gondok megoldása a mérlegelő dialektikát, az is-is szemléletet igényli, a kamaszok sokkal jobban szeretik a kizáró vagy-vagyot. Ez egyértelműen távolítja őket a számukra „következetlen” ökológiai szemlélettől.

Mi tehát a teendő, ha némelyik gyermek már kamaszodik 5-6. osztályban? Ne akarjuk erőnek erejével meggyőzni a mi mérlegelő igazságunkról azt a tanítványunkat, aki egymást kizáró szélsőségekben látja a világot, és „abszolút” kategóriákat (szent elveket) fogalmaz meg! Ez egyrészt úgysem fog sikerülni (legfeljebb látszatra), másrészt az is igaz, hogy a szent elvek megfogalmazása akkor is mérhetetlenül fontos, ha a való életben úgysem lehet azokat hiánytalanul betartani. Fontos, mert megalapozza azt, hogy a kamasz merevségből majd felnőttkorában legyen mit dialektikus, természettudományos, ökológikus gondolkodásmóddá „oldania”.

Ne próbáljuk tehát „rászorítani” a kamaszodó gyerekeket a dialektikus, ökológikus gondolkodásra! Még akkor sem, ha tudjuk, hogy felnőttként majd csak ezzel a gondolkodásmóddal tudnak boldogulni a természet igaz megismerésében. Ne higgyük, hogy jót teszünk azzal, ha az adott fejlődéslélektani állapot jellemzői ellenében minden áron erőltetjük a felnőttkori értékek szerinti viselkedést! (Ez is egy konkrét példa a „fölfelé figyelő” pedagógiára.)

7.1.3. Gondolkodási műveletek 10-12 éves gyerekeknél

Az 5-6. osztályos tanulók egyre inkább a formális műveletek szintjén vannak. Eleinte még erős lehet bennük – főleg a még kisiskolás lelkületűekben – az érzelmi azonosulás, de később fokozatosan megerősödik az **értelmi viszonyulás**.

Ilyenkor már **képesek**

- természeti jelenségek viszonylag pontos megfigyelésére és a tapasztalatok szabatos leírására;
- mérések (hosszúság, súly, időtartam stb.) elvégzésére;
- becslésre (bár erre még nem nagyon támaszkodhatunk);
- ábrák értelmezésére;
- adatsorok, diagramok, grafikonok készítésére és értelmezésére;
- könyvek, lexikonok, térképek használatára;
- ismeretterjesztő előadásokból való tanulásra.

E képességeik nagy lehetőséget nyitnak a természetismeret tanításában, de a fentiek között is vannak olyanok, amelyekben nem nélkülözhetik a pedagógus segítségét, például abban, hogy

- a megfigyelt dolgok leírása megfeleljen az adott tudomány szaknyelvének;
- a becslés indoklással történjen;
- a grafikon tengelyeit sikerüljön értelmezni;
- a könyvekből, az előadásokból (az internetről) származó információkat értően tudja szűrni stb.

Ekkor már képesek

- összehasonlításra, sorba rendezésre, csoportosításra, besorolásra;
- szabályfelismerésre;
- egyszerű vizsgálatok és kísérletek megtervezésére és elvégzésére;
- a kísérletekkel kapcsolatban egyszerű hipotézisek (feltételezések, előrejelzések) felállítására, valamint a hipotézis és a tapasztalat összevetésére;
- szerkezetek, struktúrák, rendszerek megértésére;
- analógiás gondolkodásra, és ennek birtokában modellezésre.

Ennek alapján már foglalkozhatunk

- tárgyak, élőlények, fogalmak rendszerezésével;
- a vizsgálódás és a kísérletezés gondolkodásmódjának közelítő megértésén keresztül a tudományos kutatás világába való bevezetésével;
- a hipotézis-alkotásnak az élet minden területén való fontosságával;
- az összetett rendszerek (egyelőre még nem több-szempontú) elemzésével;

- fizikai, kémiai, biológiai, természetföldrajzi modellek értelmezésével (és óvatosan az értékelésével).

Ekkor már rendelkeznek

- a „rész-egész”, az „és-vagy”, a „ha-akkor” és az „arányosság” viszony fogalmakkal, illetve gondolkodási készségekkel;
- az analitikus gondolkodás alapjaival;
- a lehetőségek számbavételének gondolkodásmódjával (kombináció);
- kismértékben a valószínű vagy nem valószínű fogalmával.

Ennek alapján lehetővé válik a tudományos következtetés gyakorlása és megértése.

Hallgatói kérdések és feladatok

1. Keressen példákat arra, hogy valamely emberi sajátságnak a fejlődése folyamatos, és arra is, hogy szakaszos!
2. Keressen példákat arra, hogy hányféle viszonyulásunk van a vízhez (hasznos, szép, érdekes, szent)!
3. Állítson össze ötletgyűjteményt arra, hogy egyes természettudományos fogalmakat hogyan lehet játékosan és, vagy tevékenységen keresztül megtanítani!
4. Állítson össze ötletgyűjteményt arra, hogy a gyűjteménykészítés (mint feladat) miféle természettudományos témák tanulásában lehet hasznos!
5. Keressen példákat arra, hogy ökológiai témákban hol van és hol nincs helye a szélsőségekben való (kamaszos) gondolkodásnak!
6. Keressen minden természettudomány területén „rész-egész” viszonyban lévő fogalmakat!
7. Keressen olyan érdekes példákat, amelyekben gyakorolni lehet a hipotézisalkotás és a becslés készségét!
8. Ön milyen tárgyakat gyűjtött a saját gyerekkorában? Hasonlítsa ezt össze azzal, hogy napjainkban mit gyűjtenek a gyerekek! (iskolalátogatási tapasztalatai)

7.2. A természettudományos megismerés

Írta: dr. Victor András – dr. Makádi Mariann

Kulcsszavak: *motiváció, motivációs stratégiák, természettudományos megismerési módszerek, megfigyelés, mindennapi és tudományos megfigyelés, leírás, összehasonlítás, mérés, rendszerezés, szempont-szelekció, vizsgálat, kísérlet, köznyelv és szaknyelv*

7.2.1. A tanulók érdeklődésének megnyerése

A tudáshoz nagyon hosszú és sokféle út vezet, amit a tanárnak és a tanulóknak közösen kell végigjárnia. A 10-12 évesektől még nem várható el az olthatatlan tudásvágy, ami ismeretszerzésük hajtóereje lehetne. Így tudatos és kitartó tanári tevékenységgel kell megteremteni a **megismeréshez**, az **ismeretbefogadáshoz** és a **természetről való gondolkodáshoz** szükséges **kedvező pszichológiai feltételeket**. Másképpen fogalmazva: vonzóvá kell tenni számukra a tantárgyat, felkeltve és fenntartva érdeklődésüket az egyes témakörök, témák és az azokon belüli problémák iránt.

Amióta van természetismeret tanítás, úgy gondolkodnak a tanárok, hogy könnyű azt vonzóvá tenni az iskolában, hiszen arról szól, ami körülvesz bennünket, és az szép, érdekes, izgalmas, bizonyos mértékben a gyerekek természetszerűen **érdeklődnek** a környezetben megfigyelhető jelenségek, folyamatok, növények és állatok, ásványok és kőzetek iránt, és sok tapasztalatuk van azokról. A fiúkat különösen a természeti katasztrófák, a Világegyetem, a világ működése, a technikai megoldások, a veszélyes állatok érdeklik. A lányok szívesebben foglalkoznak a virágos növényekkel, a kőlyökállatokkal és a táplálékokkal.

Csak hogy ma azt tapasztaljuk, hogy a gyerekek jóval több tapasztalattal rendelkeznek a mobilalkalációk elérhetőségéről vagy az internetes közösségi hálózatokról, mint például a virágok megporzásáról, a patakvíz természetéről. Érdeklődésük az iskolán kívüli technikalizált világból táplálkozik. Már nem magától értetődő számukra a tápláléknövények fejlődése, fogyasztható részük érzési ideje, de még az sem, hogy „mi fán teremnek”, hiszen bármikor frissen is hozzájuthatnak a világ minden részéről származó gyümölcsökhöz, zöldségfélékhez a multinacionális élelmiszerláncok üzleteiben. Azok csak „tárgyak” számukra, amelyekhez nincsen közüik. Keveset járnak a természetben, nincsenek ott szerzett élményeik, pedig többségükben él a vágy a környezetük megismerésére, barangolnak és felfedeznek, „szívják magukba a világot”. Kaland- és ismeretterjesztő filmeket alig néznek, még a vidéken felnövekvő gyerekek sem nagyon látnak gazdálkodást. Az utazási élmények is nehezen felhasználhatók, mert vagy nincsenek, vagy nem hazai tájakon történnek, vagy nem adnak a tanuláshoz kapcsolható maradandó élményt. A világhálón szerzett ismeretek ugyan erősen hatnak a tanulókra, de azokban erősen keveredik a valós és a képzeleti világ.

Hogyan tehető vonzóvá a természetismeret?

Az előzőekből következik annak fontossága, hogy a tanár a természetismeret-tanulás kezdetén megismerje a gyerekek érdeklődési körét és annak mélységét. Erre alkalmasak a tanév eleji bevezető órákon folyó **beszélgetések**, amelyeket megelőzően a természeti környezetből vett problémákat vet fel, érdekes képeket mutat, aktuális híreket, eseményeket mond (vagy kerestet az interneten). A tantárgy vonzóvá tétele szempontjából döntő jelentősége van az első óráknak. Ugyanis ott derül ki a gyerekek számára, hogy mit kínál a tanár (melyek a tantárgy tanulásának céljai, milyen tananyaggal foglalkoznak majd), mit vár el tőlük és milyen munkamódszereket alakít ki. Ezeket világosan kell látniuk ahhoz, hogy ne legyenek közömbösek a tantárgy iránt, és ha vonzóknak találják, hozzáállásnak a tanulásához. Maradandó hatása van annak, ahogyan a tanár mindezt a gyerekek elé tárja.

Nem elég megnyerni a tanulókat a természetismeret tanulásának az első napokban, **érdeklődésüket újra és újra** (témakörönként és minden órán) fel kell kelteni a **pozitív befogadásra alkalmas lelkiállapot** folyamatos fenntartása érdekében. Úgy is mondhatjuk, hogy változatos **motivációs stratégiákat** kell alkalmazni a tanítási-tanulási folyamat során. Az egyes témakörök tanulását **bevezető órákon** (vagy annak hiányában a témakör első órájának elején) a tanár **tájékoztatja** a tanulókat, hogy **mivel foglalkoznak** majd az elkövetkező időszakban. Ezzel tudatosítja bennük, hogy milyen feladatok várnak rájuk, és mi a téma jelentősége a számukra. „A következő órákon az erdőről fogunk tanulni” – ha ezt mondja, kevés a valószínűsége, hogy a tanulóknak felébred a tudásvágy. Ez a mondat ugyanis nem sokat jelent nekik, mert keveset tudnak róla. Az érdeklődés felébredéséhez információkra vagy látványra, élményre, problémafelvetésekre van szükség. **Bele kell lapozni** a tankönyv aktuális fejezetébe vagy más, a témával foglalkozó ismeretterjesztő könyvbe, ha vannak benne izgalmas és figyelemfelkeltő címek és képek, érdekességek vagy a hozzájuk kapcsolódó feladatok. Hasonló célja van egy **szemelvény** felolvasásának is, legyen az egy leírás vagy egy szépirodalmi alkotás részlete (pl. Wass Albert: Mese az erdőről), egy mese (pl. Lázár Ervin: A Négyszögletű Kerek Erdő) vagy egy aktuális hír valamelyik hírportálról. Különös motivációs erejük van a **videofilmeknek** (például Az elvarázsolt erdő), **rajz- és animációs filmeknek** (Dargay Attila: Az erdő kapitánya) vagy a **képregényeknek** (például Bobo, Mesél az erdő). Az információ, a mese behívása a tanterembe mobiltelefon vagy táblagép applikációkkal is történhet (például Momo Rádió, Socratic Student). Így elindul a gyerekek fantáziája, felébred bennük a vágy a látottak megismerésére (legalább elméletben).

Persze **minden természetismeret órán** újra ki kell provokálni a gyerekek érdeklődését. Mivel ekkor kisebb időtartamra akarja megnyerni a tanár a figyelmet, olyan módszert célszerű választania, amely nagyobb erővel készíttet munkára, indítja be a gondolkodást. Erre talán a **problémafelvetés** a legcélszerűbb (például: Miért furakszik az almába a kukac? Hogyan lehet visszaszerezni a homoktól a beleszóródott sót? Miért nem esik a Hold a Földre?). A probléma

felvetése nem feltétlenül a tanár feladata, azt a tanulókra is bízhatja. Kiadhatja például előzetes feladatként, hogy tájékozódjanak a soron következő témában az interneten vagy a könyvtárban, majd a tapasztalataik alapján fogalmazzák meg, hogy mit szeretnének megérteni, mire kíváncsiak.

A tanulók érdeklődésének fenntartása

A tanulóknak a tantárgy iránti folyamatos érdeklődésére van szükség ahhoz, hogy összpontosítsák a figyelmüket, gondolkodjanak és rendszeresen tanuljanak. Ennek egyik legfontosabb feltétele, hogy a tanulás **élményforrás** legyen. Mi biztosíthatná ezt jobban, mint az érdekes tanítási óra? Ha az órán **változatosak a munkamódszerek**, és a gyerekeknek szinte folyamatosan **tevékenykedniük** kell, élményszerűen élik meg a tanulást, és szinte észrevétlenül sajátítják el a tananyagot. Az óra akkor érdekes a tanulóknak, ha **érintettnek érzik magukat benne**, vagyis ha sikerül a tananyagot összekapcsolniuk a saját életükkel, és egyéni képességszintjüknek megfelelően **sikerélményhez** is jutnak.

Az órák sorozata, a folyamatos terhelés azonban csökkentheti a tanulók figyelmét, koncentrálóképességét, aktivitását. Így előfordul, hogy az ismeretszerzést és feldolgozást a fáradtság akadályozza. A tanárnak ezt fel kell ismernie, és változtatnia kell előzetes elképzelésén, hogy **oldja a fáradtságot**. Ha például az előző óra testnevelés volt, a gyerekek fizikailag fáradtak, akkor leginkább szellemi tornára van szükségük, rejtvénymegoldásra, részvételre különböző szellemi didaktikai játékokban stb. Ilyenkor nem célszerű precíz kézmozdulatokat igénylő feladatokat (pl. térképi mérést és szerkesztést, rajzolást) adni nekik. Felmérő dolgozat írása után viszont azt kell érezniük, hogy most olyat kell csinálniuk, aminek nincs közvetlenül tétje. Oldhatja a feszültséget a mesés vagy kalandos feladat, a beszélgetés vagy a drámajáték. A 10-12 évesek számára a 45 perces tanítási óra túl hosszú. A nehéz képességfejlesztő tevékenységek (például 10 percen át szöveget elemeznek, helymeghatározási, menetrend-használati feladattal foglalkoznak) után vagy bonyolult összefüggés megértése után olyan módszerre van szükség, amely nem igényel tényekkel való munkát, inkább csak befogadást. Ilyenkor megtekinthetnek egy érdekes filmbejátszást, rajzolhatnak (például lerajzolhatják, hogy milyennek képzelik az életet az avarban), dolgozhatnak homokasztalon (például modellezhetik a folyó felszínalakító tevékenységét), szó- vagy képkártyákkal manipulálhatnak, mozgást igénylő didaktikai játékot játszhatnak (például szólabdáznak), feladatot végezhetnek (például táplálékláncba, méretsorrendbe állhatnak), vagy valamilyen érzékenyítő feladatot végezhetnek (pl. növényfelismerés bekötött szemmel illata alapján). A számító- vagy táblagépekkel felszerelt tanteremben rajzprogrammal dolgozhatnak, képeket kereshetnek vagy tölthetnek le, térképeket rendszerezhetnek.

A tanulók természetismeret iránti érdeklődése azonban csak akkor marad fenn tartósan, ha érzik, hogy **tanáruknak is fontos a tanulási folyamat** és szívesen végzi a munkáját,

ugyanakkor személyesen is érdekelték a tanulásban. Ám a legfontosabb eszköz a tantárgy hétköznapi életben betöltött szerepének megláttatása. Így a gyerekek felismerhetik, hogy érdekük a tudásszerzés, mert általa tudnak eligazodni a jelen és a jövő világában. Csakhogy ez a felismerés nem feltétlenül várható el a személyiségfejlődésnek ebben a bonyolult időszakában. A tanulásban való érdekeltté tétel közvetlen formája lehet a változatos **ellenőrzési** módszereket követő **értékelés**. A személyre szabott értékelések adnak lehetőséget a tanulóknak összevetni teljesítményeiket a követelményekkel, az elvárásokkal. Így juthatnak sikerélményekhez, fejlődhet önértékelési képességük. Hangsúlyozzuk, az értékelésnek nem csupán a gyerekek tudásszintjéről kell szólnia, hanem különböző képességeikről, munkakészségükről, a tanuláshoz és a tartalomhoz való hozzáállásukról is. Az érdeklődés és az érdekelttség fenntartásának fontos eleme, hogy a gyerekeknek legyen módjuk szorgalmi és gyűjtőmunkát vagy kutatási feladatokat végezni, azokat bemutathassák osztálytársaiknak, tanáruknak, és érdembeli értékelést is kapjanak róluk.

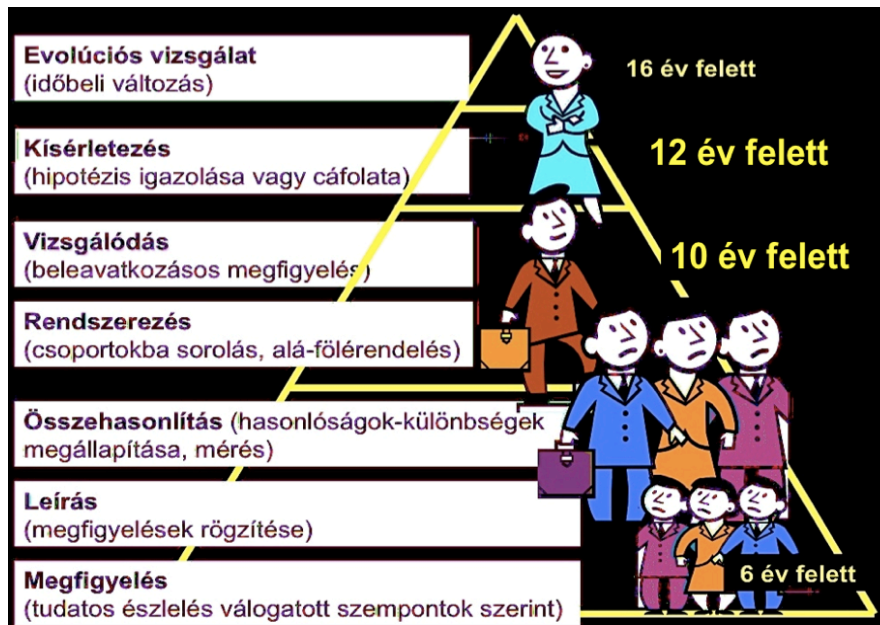
7.2.2. A megismerés alsóbb szintjei

A megismerési módszerek hierarchiája

A természetismeret tanítására való felkészülés idején jó tudatosítani, hogy melyek és milyenek a világ megismerésére használt módszerek, mert ennek ismeretében jobban meg tudjuk tervezni a tanítási folyamatot és az egyes foglalkozásokat. Hangsúlyozzuk, hogy az alábbiakban nem a tanítás-tanulás folyamatában alkalmazott módszerekről van szó, hanem azokról az **általános emberi megismerési módokról**, amelyek minden természettudományos megismerési folyamatban meghatározóak. Az alábbi megismerési módszerek egyrészt – nagyjából az ismertetés sorrendjében – fokozatosan egymásra épülve fejlődtek ki az európai kultúrában, másrészt a gyermeki fejlődés folyamán is közelítőleg **ebben a sorrendben sajátíthatók el** illetve alkalmazhatók a tanítás-tanulás folyamatában. Ugyanakkor még a legösszetettebb megismerési módszerek (például a kísérletezés) is alkalmazhatók a természetismeret tanulásában, persze csak nagyon alapszinten. A legfontosabb **természettudományos megismerési módszerek**: a megfigyelés, a leírás, az összehasonlítás, a mérés, a rendszerezés, a vizsgálat, a kísérletezés és az evolúciós elemzés (7.1. ábra). Vegyük sorra ezeket!

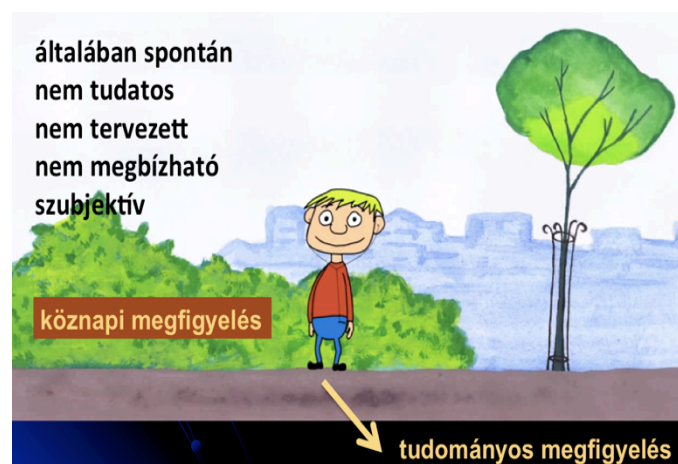
A megfigyelés

Természettudományos megismerő tevékenységünk alapja a **megfigyelés** (a nemzetközi szakirodalomban: observatio). Ez több annál, mint hogy egyszerűen csak megnézünk, meghallgatunk stb. valamit, ugyanis valamilyen szintű tudatosság, célzatosság mindig van benne. Bár a megfigyelés pszichológiailag az érzékelésre épül, de több annál: érzékelés → észlelés → megfigyelés.



7.1. ábra. A megismerési módszerek hierarchiája (Makádi M.)

Világos különbséget kell tennünk a mindennapi megfigyelés (7.2. ábra) és a tudományos megfigyelés között. A **tudományos megfigyelést** az teszi speciálissá, hogy egyértelműen megfogalmazza azokat a szempontokat, amelyek mentén a megfigyelés történik. Lássunk erre egy példát! Ha a gyerekek elé teszünk egy cserép muskátlit, és mindössze annyit mondunk nekik, hogy „figyeljétek meg jól”, várhatóan nagyon sok és sokféle információt gyűjtenek róla (például olyanokat, hogy csorba a cserép, egy virág már elhervadt, meg kellene már locsolni stb.). Ha azonban pontosan megmondjuk, hogy miket figyeljenek meg (például milyen alakú a levele, hogyan kapcsolódik a levél nyele a szárhoz, hogyan helyezkednek el a levelek egymáshoz képest a száron, hány szirma van a virágoknak, hogyan helyezkednek el a virágai stb.), akkor a biológia szempontrendszer alapján végzik a megfigyelést, vagyis tudományos (jellegű) megfigyelés történik.



7.2. ábra. A mindennapi megfigyelés jellemzői (Makádi M.)

A tudományos megfigyelést tehát az különbözteti meg a mindennapi megfigyeléstől, hogy a sok-sok lehetséges megfigyelési szempont közül kiemeli azokat, amelyek az adott tudomány (itt a biológia) sajátos szempontjai. A tudományos megfigyelés lényeges sajátossága tehát a **szempont-szelekció** (szempont-szűkítés) és a szempontok meghatározása. Ha tehát a gyerekekkel meg akarunk figyelteni valamit, első dolgunk, hogy eldöntsük: valamely tudomány szempontrendszer mentén várjuk a megfigyelést, vagy nem akarjuk leszűkíteni a lehetséges megfigyelési szempontok hosszú sorát. Másképpen fogalmazva: el kell döntenünk, hogy zárt vagy nyitott szempontrendszert adunk-e.

A zárt vagy nyitott jelleg más értelemben is megjelenik a megfigyelésben. Ha azt mondjuk a tanulóknak: „keressétek ki a kikészített képek közül azt, amelyik a burgonyát ábrázolja!”, akkor nekiindulnak, és addig keresgélnek, kutatgatnak, amíg meg nem találják, és föl nem ismerik azt az egyetlen konkrét dolgot, aminek a megkeresése a feladatuk volt. Ez nyilvánvalóan **zárt végű megfigyelés**, hiszen egyetlen helyes megoldása van. Lehet azonban a megfigyelés nyitott jellegű is, például „Keressétek a kikészített képek között olyat, amelyik kapcsolatos az evéssel!”. Ha ugyanis sok és sokféle kép van kikészítve, akkor a gyerekek találékonysága is szerepet játszik abban, hogy ki-kik mit választ ki, hiszen sokféle módon lehet valami kapcsolatos az evéssel. Nyitottsága ellenére még ez a feladat is alapvetően objektív jellegű, hiszen viszonylag nagy biztonsággal eldönthető, hogy egy-egy megnevezett tárgy valóban megfelel-e a megadott szempontnak. A **nyitott végű megfigyelés** mint feladat lehet azonban szubjektív is (ekkor végképp nyitott): „keress valamit a kikészített képek között, amelyik meglepő számodra / ami emlékeztet valamire / ami valamiben hasonlít rád stb.!” Ebben a fajta megfigyelésben a tanuló már a teljes személyiséggel, szubjektumával vesz részt. Éppen ezért figyelnie is kell a tanárnak a beszámoló megbeszélésekor arra, hogy mivel a gyerekek személyesen is megnyilatkoznak, sérülékenyebbek.

A tudományos megfigyelés kritériumai

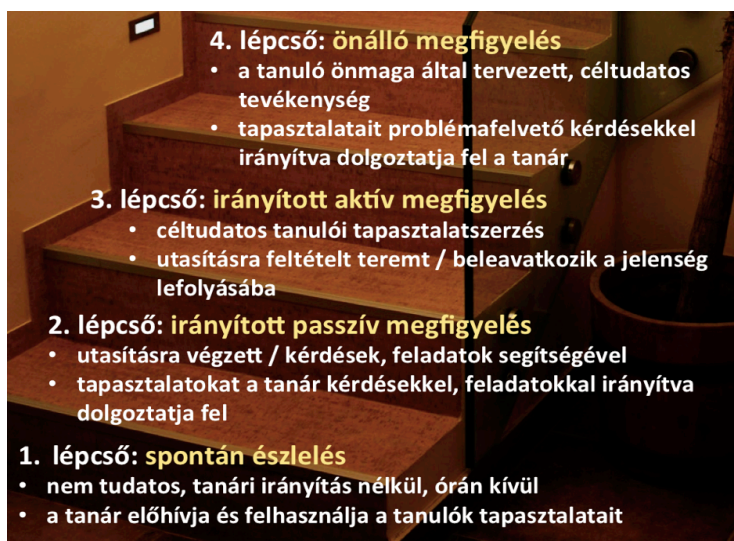
- **céltudatosság:** egy adott kérdés, szempont, probléma megválaszolásáért történik, ezért megelőzi a megfigyelési szempontok előzetes kiválasztása (szempont-szelekció);
- **tervszerűség:** a vizsgálandó jelenség pontos meghatározása, a megfigyelési technikák gondos kiválasztása;
- **objektivitás:** a szubjektív tényezők kiküszöbölése, a megfigyelő előítéleteinek kizárása;
- **megbízhatóság:** ha a megfigyelési eljárás megismétlésekor újra ugyanazt az eredményt kapjuk;
- **érvényesség:** a megfigyelésből származó adatok mennyire kapcsolódnak az adott fogalom elfogadott jelentéseihez.

Mint ahogy a **természettudományos ismereteinknek a megfigyelés az alapja**, súlyos módszertani-didaktikai hiba, ha nem áll megfigyelés a tanított-tanult ismeretek mögött. Optimális esetben ez természetesen a diákokra is érvényes, tehát törekednünk kell arra, hogy amit csak lehet, a tanulók is megfigyelés, tapasztalás nyomán ismerjenek meg, sajátítsanak el. Konkrétan: még azt az anyagot (mondjuk a gipszet) is a maga valóságában érdemes bemutatni, amelyet láthattak már korábban, és amiben úgy mond „nincs semmi érdekes”, mert közönséges fehér por. Vagy még egy háziállatról (mondjuk a kutyáról vagy a nyúlról) való tanulást is gazdagítja, ha jelen van egy élő állat, mert mindig lehet olyan a gyerekek között, aki még nem látott közlő nyulat, s – mivel most a szakszerű megfigyelés a feladat – egy sor olyan sajátosságuk is kiderülhet ezeknek az állatoknak, amelyek a köznapi életben jelentéktelenek.



7.3. ábra. Az irányított passzív megfigyelés sémája (algoritmus) (Makádi M.)

Az iskolai tanulási folyamat során többnyire a tanár által irányított passzív megfigyeléseket végeznek a tanulók, mert az még „viszonylag könnyen szervezhető” (7.3. ábra). Ráadásul – mivel a megfigyelés összetett tevékenység – képessége fokozatosan alakul ki, a tanárnak lépcsőről lépésre kell fejlesztenie (7.4. ábra).



7.4. ábra. A megfigyelés egymásra épülő szintjei (Makádi M.)

A leírás

A megfigyelés nyomán – érzékszerveink működése révén – az agyunkban kialakul a világ adott szeletéről egyfajta lenyomat: ez az elsődleges reprezentáció. Ha ezt szavakkal vagy más egyezményes jelekkel mások számára is közöljük, az már valamiféle absztrakt fogalmi gondolkodást kíván, ez már másodlagos reprezentáció. Lényegében ezt nevezük leírásnak. A **leírás** (a nemzetközi irodalomban: *descriptio*) tehát lehet a szó szoros értelmében mondatok tollal való leírása egy papírra, de történhet élőszóban is, és nemcsak nyelvi jelekkel, hanem másfajta, például matematikai vagy más, egyezményes jelekkel (térképjelekkel, az adott közösségben ismert szóképekkel, kódokkal stb.) is.

Egyáltalán nem mindegy, hogy a megfigyelt dolog leírása a mindennapi kommunikáció részese, illetve tudományos vagy esetleg más jellegű közlésről van szó. Ezt a különbséget a tanulóknak is ismerniük, érteniük kell.

A **köznyelvi leírás** jellemzője, hogy kompromisszumot köt a leírás pontossága és gazdaságossága (az idővel és energiával való takarékoskodás) között. Természetesen az a célja, hogy a másik fél (a hallgató) megértse a közlendőket, de nem törekszik mindenáron való pontosságra; a bízik (többnyire joggal!) abban, hogy a kontextusból (a helyzetből, a szövegkörnyezetből) úgyis megérti a másik, hogy mit akartunk vele közölni. A következő példa jól érzékelteti ezt. Ha a tömött buszon A személy az ajtónál áll és B mögötte megkérdezi: „Uram, leszáll?“, akkor mindketten pontosan tudják, hogy a kérdés a következő megállóra vonatkozik, bár magában a mondatban ez a szóösszetétel nem szerepelt. Vajon hogyan viselkedik B, ha erre a kérdésre A azt válaszolja, hogy „Igen“, de a legközelebbi megállóban (amikor kinyílik az ajtó) mégsem száll le. Az A személy ugyanis elvileg(!) érthette úgy is a kérdést, hogy egyáltalán valamikor leszáll-e a buszról, erre pedig joggal válaszolhatta, hogy „Igen“, hiszen valamikor (legkésőbb a végállomáson) nyilván le fog szállni. Vegyük észre, hogy ez a képzeletbeli konfliktus abból adódott, hogy az egyik személy élt a köznyelv rövidségeire való törekvésével, a másik pedig erről nem vett tudomást. (A teljesen pontos kérdés ugyanis úgy hangzott volna, hogy „Uram! Leszáll a legközelebbi megállóban, az ajtó kinyílása után?“ – ez azonban irtatlanul hosszú, nehézkes és tulajdonképpen felesleges is, ha ráhagyatkozunk arra a megegyezésre, hogy nem kell mindent teljesen pontosan megfogalmazni, mert a helyzet alapján úgyis fogja tudni a másik fél, hogy mit akartunk mondani. A köznyelv szavai gyakorlatilag mindig többjelentésűek (lásd az értelmező szótárakat, hogy mennyiféle jelentést adnak meg egy-egy szó esetében!). Ez azonban az esetek döntő többségében mégsem okoz gondot. Ha kabátról van szó, mindenki tudni fogja, hogy a „fogas“ szó melyik jelentéséről van szó az adott mondatban (hiszen nyilvánvaló, hogy nem a halról és nem a fogaskerekű vasútról).

A **tudományos leírás** nem ilyen, ott nem hagyatkozhatunk arra, hogy a másik úgyis megérti; ott mindent a lehető legnagyobb pontossággal kell leírni. Ennek az az „ára”, hogy egyszerűen minden szónak, szókapcsolatnak csak egyetlen jelentése lehet, valamint az, hogy a leírás módjában a félreérthetlenség feltétlen elsőbbséget élvez a rövidegre törekvéssel szemben. A tudomány szavainak – a szakszavaknak – nem lehet többféle jelentése. Míg a „víz” szó otthon sokféle (bár egymással nyilván rokon) jelentéssel bír, a kémiában csak azt az anyagot jelenti, amely kizárólag H₂O-molekulákból áll. Ha ugyanis valami más is van benne (például oldott ásványi anyag), akkor a kémia szaknyelvén már nem víz, hanem oldat, ha ennek a mennyisége 0,5 gramm/liter felett van, akkor pedig a hidrológia szaknyelvén ásványvíz a neve. A „kocka” a köznyelvben sok mindent jelenthet: kockafejű, kockacukor (amely lehet például téglalakú is), kockakő, dobókocka (amelyből bizonyos játékokhoz négy- és nyolcszögletes is használatos), káposztás kocka, skótkockás szövet stb., a geometria szaknyelvében azonban csak azt a térbeli idomot, amelynek minden éle azonos hosszúságú. A köznyelvben a „virág” jelentheti a kedvesünket is, lehet valaki „élete virágjában”, láthatunk az ablakon jégvirágot, a sziklafalon ásványvirágot, és a cserepes páfrányt is a virágboltban vesszük, pedig a páfrányoknak botanikai értelemben nem is lehet virága. A biológia tudományában azonban a „virág” kizárólag bizonyos növények szaporító szerve, a „szál virág”, ilyen értelemben botanikailag nem is csak virág, hanem virágos-leveles hajtásrészlet. A szaknyelv lényegében „egyetlen jelentésű (nyelvi) jelek rendszere”, s amikor egy köznyelvi szó valamely szakma szakkifejezésévé válik, akkor ennek a változásnak a lényege többnyire az, hogy többjelentésűből egyjelentésűvé válik, szűkül a jelentésköre. A tudományos leírás egyértelműsége, pontossága, félreérthetlensége, objektivitásra törekszik.

Végül érdemes megismerkednünk a leírás harmadik válfajával, a költői leírással is. A **költői leírás** – a tudományos leírással éppen ellentétesen – a szubjektivitásra, a többféleképpen és több szinten való értelmezhetőségre törekszik. A költői leírás a költő (a művész) szubjektív megnyilatkozása, és az olvasó (a műélvező) is saját szubjektumán keresztül szűrve értelmezi a leírást, ugyanaz a verssor mindenkinek kicsit mást jelent saját egyéniségétől, múltjától, emlékeitől függően.

A tudományos leírások esztétikailag többnyire „szárazak”, tele vannak nehéz jelentésű szakszavakkal, és nem törekszenek a nyelvi változatosságra. Van azonban kivétel is. Tudományos, szakmai leírás is lehet (minden pontosságra törekvéssel együtt) szép. Például Herman Ottó A madarak hasznáról és káráról című könyvében így írja le a széncinegét:

„Veréb nagyságú nagyon eleven madár. Feje búbja, tarkója, torka fekete s a fehér pofát szélesen kantározza, a kantártól a has közepén is végig széles fekete szügyellő pászta. Dolmánya eleven zöldes, farcsíkja, farka és szárnya szilvakék; a szárnyon fehéres rovott csík. Hasa a szügyellő pásztától kétoldalt szép elevenen sárga. Csőre rövid, erős, búzaszem alakú, barnás színű; erős lába kékes. Fészket nagyon finoman és leginkább oly odvakba rakja, a melyek szűk bejáróval bírnak, néha elhagyott méhes üres köpűjébe is. Fészkealja nyolcz, tizenkét, nagynéha tizenöt is; a formás tojások tisztafehér alapon szép rozsdaszínű sűrű szeplőzéssel.”

Pedagógiai szempontból hasznos lehet, ha eljátszunk a háromféle leírás kapcsolatával, különbségével, **a különbségek kihegyezése** ugyanis erősíti a tudományos leírás és megértés lényegének világosabb megértését. Vegyük példaként azt a verssort, hogy „Reszket a bokor / mert madárka szállott rá”! Először tudatosítsuk a tanulóknak, hogy ebben a verssorban minden szó jelképes értelmű. A reszket, a bokor, a madárka és a száll is jelkép. A „reszket” nem a hideg miatti cidrizést jelenti, a „bokor” lényegében a költőt magát jelenti, a „madárka” pedig a szerelmét stb.

Feladat

Fogalmazzuk át a fenti költői leírást tudományossá! Írjuk le pontos, egyértelmű szakszavakkal azt a történetet, amit a vers szó szerint leír!

(Valami ilyesmit kapunk: „Egy m tömegű test φ hajlásszögű és I impulzussal ütközik egy ρ rugalmassági modulusú rúddal, amely rezgésbe kerül, mely rezgésnek a frekvenciája...”)

Ez persze csak játék, de arra mindenképpen jó, hogy a tanulók megérezzék belőle a költői és tudományos leírás kontrasztját, és ezáltal világosabban megértsék mindkettőnek a lényegét. (Ne aggódjanak az irodalom szerelmesei, hogy ettől elvész a vers szépsége! Épp fordítva: ebben a játékos kontrasztban még inkább tudatosul a gyerekekben, hogy mitől is szép a szép.)

Feladat

Fogalmazzunk át egy szakmai szöveget verssé! Ez az előző feladat fordítottja, és annál lényegesen nehezebb. Próbáljanak a gyerekek „verset” írni például e mondat alapján: „A víz $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra hűtve megfagy, azaz folyadékból szilárd halmazállapotúvá válik.”

Különösen érdekes lehet annak elemzése, hogy egy költői leírás hogyan lehet egyszerre szép is, pontos is. Arany János: Toldi estéje kezdő sorai mutatnak erre szép példát:

*Őszbe csavarodott a természet feje, / Dérré vált a harmat, hull a fák levele,
Rövidebb, rövidebb lesz a napnak útja, / És hosszúkat alszik rá, midőn megfutja.*

Pontos leírás a dér és harmat viszonya, ugyanis ugyanannak a levegőnek a páratartalma $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatt dér, a fölött harmat formájában csapódik ki. Pontos megfigyelés a Nap őszi-téli útjával kapcsolatban az, hogy „rövidebb” lesz, ugyanis ahogy megyünk az őszbe (azaz a naptárban közelítünk a téli napforduló felé) a Nap látszólagos útja időben is, térben is egyre rövidebb lesz. Foglaljuk össze a háromféle leírás kapcsolatát egy konkrét példán a 7.3. táblázat segítségével!

Költői leírás	Köznyelvi leírás	Tudományos leírás
egyetemes jelképek	nyelvi jelek	egyetlen jelentésű jelek
„Angyal és ördög összezárva feszül kétfelé egy bilincsen: a mindenség szimmetriája.” (Mezei András: Atommodell)	Az elektron azért nem repül ki az atomból, mert vonzza az atommag.	$F = k \cdot Q_1 \cdot Q_2 / r^2$
szép	praktikus	pontos

7.3. táblázat. A leírás típusainak összehasonlítása (Victor A.)

Érdekes aspektusa a leírásnak az ún. **antropomorfizmus**, aminek az a lényege, hogy valamit (állatot, növényt, tárgyat, természeti folyamatot stb.) emberi sajátságokkal ruházunk fel. Az alapja valamiféle analógiás gondolkodás, amely megkönnyíti a dolgok megnevezését, elképzelését és így megértését is. Nagyon általános nyelvi-gondolkodási jelenség, sok példát találunk rá a köznyelvben és a szaknyelvekben is. Nézzünk néhány egyszerű, közismert példát! A kalapácsnak feje van, a bögrének füle, a borosüvegnek nyaka, az asztalnak lába, a nyárnak dereka, a hegynek gerince és lába, a széknek háta, a fűrésznek foga, a cipőnek nyelve és orra, a hajónak orra, a satunak pofája, az ajtónak sarka, a pohárnak talpa, a kabátnak ujja, az ágyúnak torka, a tengernek fenéke. Amikor ezeket a kifejezéseket a mindennapi életben használjuk, már nem igen gondolunk az ember fejére, fülére, nyakára, lábára, fenekére. Furcsa is lenne, ha valahányszor kimondjuk a tengerfenék szót, megjelenne képzetükben egy igazi emberi fenék.

A természettudományos összehasonlítás

Két dolog leírása után gyakran kínálkozik azok összehasonlítása. Az **összehasonlítás** (nemzetközi szakkifejezéssel: comparatio) a leírásnál magasabb szintű megismerési módszer, aminek lényege a hasonlóságok (azonosságok) és a különbségek megkeresése, megfogalmazása, tudatosítása. Itt – ahogyan a leírás esetében – szintén különbséget kell tennünk mindennapi és szakmai összehasonlítás között, és a különbség itt is az, hogy szempont-meghatározás nélkül végeztetünk a gyerekekkel összehasonlítást, vagy az adott természettudomány sajátos szempontjai mentén. Például mondhatjuk általánosságban azt is, hogy „Hasonlítsátok össze a kutyát a báránnyal!”, és azt is, hogy „Hasonlítsátok össze a kutya és a juh táplálkozását és emésztőrendszerének felépítését!”. Az első kérdés teljesen nyitott (nem tudományos irányú); akár szubjektív szempontok és emlékek is beleférnek. A második – a biológiára leszűkített szempontrendszer következtében – már szakmai, tudományos irányú összehasonlítás.

Végtelen sok lehetőségünk van a természettudományok terén az összehasonlítás útján való tanításra-tanulásra. Két élőlény, két hegy, két vegyület, két mozgástípus stb. összehasonlítása nagyon hasznos lehet abból a célból, hogy mindkettőnek tudatosuljon a lényege. Nagyon fontos, hogy miközben összehasonlítunk két valamit, azt is tudatosítsuk a tanulóknak, hogy mi magának az összehasonlításnak a lényege, a szempontja.

Minden konkrét összehasonlítás értelemszerűen magába foglalja azt a gondolatot, hogy a két összehasonlított dolog valamilyen szempontból megegyezik egymással (például a kutya és a bárány is emlős állat). Csakis ezen az alapon lehet azokat összehasonlítani, enélkül értelmetlen az összehasonlítás. Tehát összehasonlításkor kimondatlanul is feltételezzük a két dolog valamiféle rokonságát. Egy állatot össze lehet hasonlítani például egy növényvel is azon az alapon, hogy mindkettő élőlény. Azonban nem lehet összehasonlítani egy kutyát egy népdallal, a mészkövet az éghajlattal (vagy legalábbis csak erőltetetten), mert az egyik kézzelfogható „tárgy”, a másik gondolati produktum.

A mérés

A **mérés** speciális összehasonlítás, a vizsgált dolgot valami egyezményes etalonhoz hasonlítjuk, amelyet a hosszúság, a tömeg, a térfogat, az idő stb. egységének választottunk. A mérés mindig a vizsgált objektum valamely tulajdonságának számmal kifejezhető (kvantitatív) jellemzőjét, mértékét mutatja. Egyáltalán nem biztos, hogy ez a mérhető sajátosság fontos az adott dolog megismerésében, de lehetnek olyan helyzetek, olyan szempontok, amelyekben a számokkal megadható sajátosság jellemző a megismerendő objektumra. Például egy kép üzenete szempontjából általában nem meghatározó az oldalainak a mérete, de ha sok kép esetében megmérjük és kiszámítjuk a hosszabbik és rövidebbik oldal arányát, ki fog derülni, hogy a legtöbb kép esetében ez az arány közel van az 1,6-hoz. És ez már tanulság, mert az 1,6 körüli érték az ún. arany metszés arányszáma, az arany metszés pedig nevezetes arány. Lényeges a méret például egy mamut csontvázának vagy testtömegének esetében (még akkor is, ha nem a tanulók mérik meg ezeket az adatokat).

Fontos tudnunk – és a tanulóknak is tudatosítanunk –, hogy lényegében minden **etalon** önkényes abban az értelemben, hogy emberek valamely (nagyobb) csoportjának meg kell egyeznie abban, hogy a továbbiakban valaminek a megméréséhez mit fognak etalonnak, azaz egyezményes egységnek tekinteni. Jó, ha ez a választott egység nem teljesen önkényes, hanem valami természeti „adottság”, de ez nem nélkülözhetetlen kritériuma az etalonoknak. Nézzük példaként a hőmérséklet mérését! A Celsius-skálára mondhatjuk ugyan, hogy a víz fagyás- és forráspontja közötti „távolság” század része viszonylag „objektív” fizikai létező. Ugyanakkor látnunk kell, hogy a teljesen más skála-pontokon alapuló Fahrenheit-skálával ugyanolyan jól mérik a hőmérsékletet az amerikaiak, mint mi itt Celsius-fokokban.

Más etalonokkal kapcsolatban is viszonylag jól bemutatható az önkényes és egyezményes jelleg kettőssége. Vegyük példának a métert! Ezt a hosszúság-egységet mi természetesnek tartjuk, de csakis azért, mert megszoktuk, és mert a körülöttünk élők számára is ugyanolyan megszokott. A métert a franciák „találták ki” még a 18. század legvégén, úgy döntöttek, hogy a Párizson áthaladó hosszúsági körnek (vagyis a gömbnek tekintett Föld Párizson áthaladó

„kerülete”) a 40 milliommód részen legyen az egység. Mérés és számítás alapján meg is határozták ezt a hosszat. Sikerült, ahogy sikerült a mérés, de volt egy egyezményes egységünk. Az egység logikai megválasztása önkényes volt (más nemzet fiai még hasonló gondolatmenet alapján is nyilván más hosszúsági kört választottak volna), az éppen 40 millió részre való osztás is önkényes, a mérés sem volt pontos, továbbá a Föld nem is igazán gömb, és így tovább. Még sok bizonytalansági tényező van ennek a hosszúságegységnek a meghatározásában, mégis nagyon jól használható. Az egyezményes jelleg viszonylagosságát pedig az jelzi, hogy pl. Angliában és az USA-ban máig nem a métert használják egységként – hiába nyilvánította egy mérésügyi szervezet a nemzetközi mértékegységrendszer hivatalos egységévé –, hanem a mérföldet (mile).

Minden méréssel kapcsolatban fontos kérdés a **pontosság**. Tekintsük át ezt is a méterrel – azaz a távolságméréssel – kapcsolatban! Az ősmétert Párizs mellett (Sevres-ben) őrzik. Ez egy olyan ötvözetből készült rúd, amelynek a hossza nagyon kevésé függ a hőmérséklettől, s amely nem rozsdásodik, nem kopik stb. Ezen a rúdon van két hajszálvékony karcolás, s a kettő közötti távolság a méter etalonja. Ma már azonban olyan pontosan mér távolságot a tudomány, hogy még ezt a két hajszálvékony karcolt vonalat is millió elképesztően vékony gondolati vonalra kellene felosztani, s megegyezni, hogy melyiktől melyikig az 1 m. Ezért persze ma már ez az ősméter – és az annak alapján készült országos etalon (amit Budán őriznek) – inkább csak tudománytörténeti érdekesség.

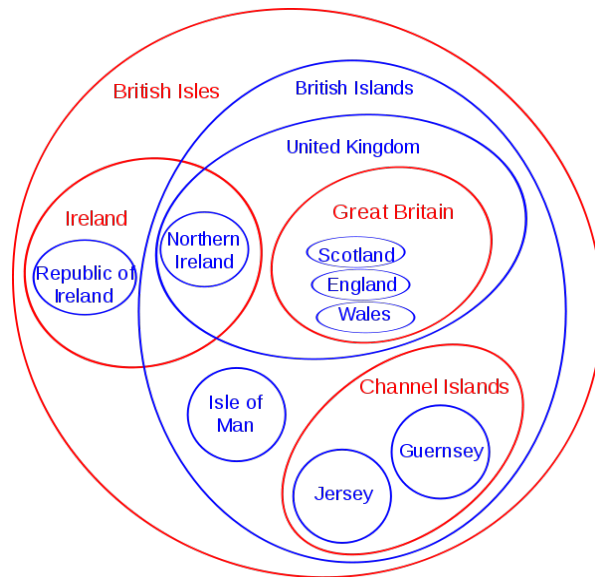
7.2.2. A megismerés dinamikus szintjei

A természettudományos rendszerezés

A **rendszerezés** (nemzetközi szakirodalomban systematisatio) az összehasonlítás folytatásának tekinthető, a rendszer ugyanis úgy születik, hogy bizonyos hasonlóságok alapján különböző dolgokat egy csoportba sorolunk, és a hasonlóság mértéke szerint hierarchikusan egymás alá-fölé rendelt csoportokat kapunk. Például az emberek csoportján belül vannak (más kisebb csoportok mellett) a tudósok, azon belül természettudománnyal foglalkozók, s azon belül az fizikusok. Fontos meglátnunk, hogy a rendszerezést mindig olyan **hasonlóságok alapján** végezzük, amely hasonlóságokat az adott esetben fontosabbnak ítélünk, mint másokat. Például az emberek csoportján belül – egy másik rendszerezési szempont alapján – vannak különböző nagyrasszok (például az europid nagyrassz), azon belül (mások mellett) például a magyarok, majd a székelyek, azon belül a csíkiak és így tovább. A rendszer egymásba illő kategóriái nagyon jól ábrázolhatók halmazokkal, halmazon belüli részhalmazokkal stb. Nézzük meg példaként az alábbi halmazábrát (7.5. ábra)!

Minthogy a természettudományok mindegyikében van rendszerezés – a megismert fogalmak, összefüggések csoportosítása, kategorizálása – a rendszerezés logikájának

gyakorlása kettős célt ér el: egyrészt fejleszti a gondolkodást, gazdagítja a világról alkotott látásmódunkat, másrészt rávilágít az adott tudomány belső logikájára, az odatartozó ismeretek egymáshoz való kapcsolatára.



7.5. ábra. A Brit-szigetek kapcsolatrendszerei (forrás: internet)

A természettudományok – érthetően – gyakorlatilag minden tárgyat, fogalmat, fajt, képződmény-típust, kölcsönhatást stb. rendszerbe foglalnak. Rendszere van a fizikai és biológiai mozgástípusoknak, az energiatípusoknak, a fizikai és kémiai kölcsönhatásoknak, az atomoknak és a belőlük képződött vegyületeknek, az élőlények különböző szintű csoportjainak, a csillagok típusainak, a felszínformáknak, az életműködéseknek stb. Minthogy az 5-6. osztályos gyerekek már képesek rendszerezni, a fent felsorolt rendszerezések mindegyike előkerülhet (alapszinten!) a természetismeret tanítása során.

Célszerű először csak **összehasonlításokat** végezteni, és csak amikor már kellő számú példánk van az adott szempont szerinti hasonlóságokra és különbségekre, akkor térni rá a **csoportosításra**, s a csoportok egymás alá-fölé rendezésére. Kulcsfontosságú, hogy mindig megfogalmazódjanak az adott helyzetben figyelembe vett szempontok, és az, hogy azok fontossága között milyen alapon teszünk különbséget. Ha biológiai szempontból rendszerezük az állatokat, akkor pl. a delfin esetében fontosabb szempont az, hogy emlősállat, mint az, hogy vízben él. Ezért a biológiai rendszerben nem a halakkal tesszük egy halmazba, hanem a szarvasmarhával. Persze nem-biológiai rendszer kialakításakor lehetséges, hogy a delfin és a ponty kerül egy kategóriába.

Amikor pl. a házi körül élő állatokat tanuljuk, akkor azokat rendszerezhetjük is kiválasztott szempontok alapján. Foglaljuk rendszerbe a következő állatokat: macska, ló, sertés, szarvasmarha, csirke, juh, kacska, kutya, fecske. Első lépésként csak összehasonlításokat végezzünk! Például miben hasonlít egymásra a sertés és a szarvasmarha, és miben nem?

Miben hasonlít egymásra a kacska és a ló, és miben nem? És így tovább. A sorozatos összehasonlítások ki fogják hozni azokat a sajátosságokat, amelyek mentén rendszerbe lehet foglalni ezeket az állatokat. Példaként: „Esszük-e valamijét vagy nem?“, „Két lába van vagy négy?“ [Eleinte nem érdemes további szempontokat is bevenni, mert különben nagyon bonyolult lesz a rendszer.] Minthogy ebben az esetben két egyenrangú besorolási szempont 2x2 halmaza szerepel, egyszerűbb Venn-diagram helyett táblázatosan jelölni a rendszer kategóriáit. Így kialakul az alábbi igazságtáblázat:

	2 lába van	4 lába van
esszük	kacska csirke	szarvasmarha sertés juh
nem esszük	fecske	ló kutya macska

7.4. táblázat. A háziállatok rendszere (Victor A.)

Ennek a viszonylag egyszerű rendszerezési példának is több tanulsága van:

1. Vannak a természetben olyan rendszerezési folyamatok, ahol rajtunk múlik a besorolási szempontok kiválasztása (itt például az, hogy hány lába van), de esetleg még az is, hogy a szempontok közül melyiket tekintjük elsődlegesnek (itt például a két besorolási szempont akármelyike lehet első szempont, de ezzel értelemszerűen a másik lesz az „alárendelt” második szempont.)
2. Lehetnek halmazok, amelyek egy másik halmaz részhalmazai, de lehetnek olyanok is, amelyek két másik halmaznak is részei.
3. Ugyanazokat a dolgokat sokféleképpen lehet rendszerbe foglalni. Saját szakmai szempontjai alapján a tudomány ezek közül általában csak néhányat tekint fontosnak és iskolai tananyagának. A biológia legfontosabb szempontja persze nem az, hogy mi, emberek esszük-e vagy sem az adott állatot, hanem az, hogy milyen közeli rokonai egymásnak. Így a fenti állatok estében a biológia elsődleges besorolási szempontja az, hogy emlősállat-e vagy madár az adott egyed.

A természettudományos vizsgálódás és kísérletezés

A természettudományos tantárgyak tanításának egyik legfontosabb törekvése a változás érzékeltetése: a környezeti jelenségek, folyamatok megismertetése, mozgásfolyamataik megértetése és törvényszerűségeik felismertetése a tanulókkal. Ehhez nem elég a legalaposabb megfigyelés sem, az összehasonlítás és a rendszerezés is inkább statikus képet ad a világról. Arra van szükség, hogy a tanulók kérdéseket intézzenek a valósághoz. Bele is avatkozzanak a megfigyelt jelenségbe, folyamatba, vagy egy törvényszerűen végbemenő folyamatot mesterségesen hozzanak létre akár modellen, akár a szabadban, vagy egy kísérleti berendezést természeti folyamatnak vessenek alá, és figyeljék a természet választát

a tetteikre. Rövidebben: vizsgálatot vagy kísérletet végezzenek. A legmagasabb szintű megismerési módszer a kísérletezés. Mivel az igazi természettudományos kísérletezés nagyon összetett és bonyolult folyamat (iskolai körülmények között gyakorlatilag megvalósíthatatlan!), nézzük előbb ennek egy egyszerűbb változatát, amelyet (megkülönböztetésként) vizsgálatnak nevezünk. Előre hangsúlyozzuk, hogy nem az elnevezések fontosak, hanem az, hogy világossá váljék a kettő szintbeli különbsége.

A **vizsgálat** lényege: egy pontosan körülhatárolt „kérdés” a természethez (például valaminek a megállapítása, eldöntése kipróbálás vagy mérés által). Többnyire – és értelemszerűen – azt is jelenti, hogy a megvizsgálandó dolgot körüljárjuk, kézbe vesszük, majd kipróbálunk rajta ezt-azt. Ennyiben mindenképpen több, mint a „szimpla” megfigyelés.

Feladat lehet pl. annak megállapítása, hogy a vas és az alumínium közül melyik keményebb. A kérdés eldöntéséhez megpróbáljuk megkarcolni az alumínium-lemezt vasdróttal, illetve a vaslemezt alumínium-dróttal. Az eredmény szemmel látható lesz. Feladat lehet annak kiderítése, hogy akkor is becsukódik-e a százszorszép virágzata, ha mesterségesen helyezük sötétbe stb. Vizsgálat az is, ha a tanulók kipróbálhatják, hogy a juhar, a bálványfa vagy a kőris termése hogyan repül, ha (egy székre állva) így vagy úgy ejtjük illetve eldobjuk. És még kézbe vétel nélkül is tudunk vizsgálatot végezni, ha pl. megnézzük egy színszűrős zseblámpával, tehát piros, zöld, kék stb. fényvel megvilágítva mennyiben látjuk másmilyennek az ásványokat, mint a normál fényben. Végezhetnek vizsgálatokat a gyerekek a vízzel kapcsolatban. Megvizsgálhatják például azt, hogy ha a csapból frissen kieresztett víz tejfehér (zavaros, opálos), akkor megtisztul-e magától, s ha igen, hogyan. Figyeljék meg, hogy alulról tisztul-e ki vagy fölülről, vagy esetleg mindenhol egyszerre! Következtetni is tudnak az eredményből, miszerint csakis gázbuborékok lehetnek, amelyek a homályosságot okozzák, mert szép lassan felszálltak a víz tetejére, s onnan ki a levegőre. Ha ilyenkor beleszagolnak a kancsóba, akkor az is kiderülhet, hogy a szóban forgó gáznak nincs szaga (tehát nem klór). Végezhetnek vizsgálatokat a megismert kőzetek és ásványok tulajdonságait illetően is. Például megnézhetik, hogy van-e köztük olyan, amelyiket vonzza a mágnes, vagy amelyeknek vízben megváltozik a színe, vagy amelyek ecet hatására pezseg stb.

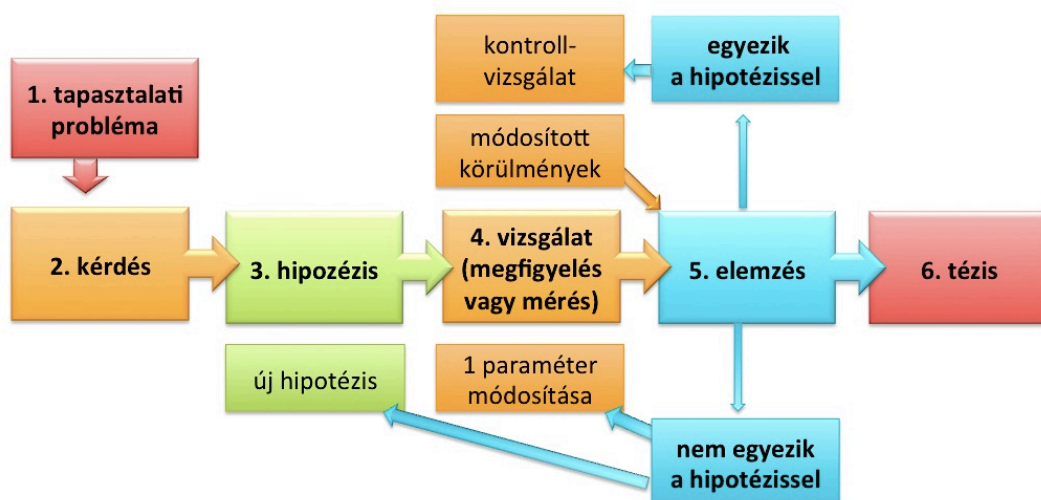
A pedagógusnak akkor is tisztában kell lennie a természettudományos kísérletezés lényegével és jellemzőivel, ha igazi kísérletet nem áll módjában elvégezni, elvégeztetni az iskolában! A **kísérlet** is kérdés a természethez, de bonyolultabb a vizsgálatnál. A kísérlet (nemzetközi szakirodalomban *experimentatio*) „mesterséges körülmények között végzett, provokált megfigyelés”. Lényegi ismérvei, hogy meghatározó paraméterei ismertek és egyenként (egymástól függetlenül) változtathatóak. Ez azért lényegi kritérium, mert ha menet közben két tényezőt változtatunk, nem lehetne tudni, hogy melyiknek a változása miatt lett más az eredmény. Tulajdonképpen ezen követelmény teszi szükségessé, hogy mesterséges körülmények között végezzük a kísérletet, hiszen másképp nem tudnánk

garantálni ennek a követelménynek a megvalósulását. A kísérlet fontos jellemzője az is, hogy tetszés szerint megismételhető, és azonos paraméterek esetén azonos eredményt ad.

Nézzük meg a kísérletezés logikáját, lépéseit egy klasszikus példán. Az 1800-as évek legelején – minthogy Luigi Volta (1737–1798) fölfedezte az (azóta róla elnevezett) Volta-oszlopot –, a természettudósok mindenféle anyagot vizsgáltak úgy, hogy belevezettek elektromos áramot. Érethető, hogy a víz volt az egyik vizsgált anyag, s abban minden tudós egyetértett, hogy a vízből két gáz keletkezik: mai nevükön hidrogén és oxigén. Humphry Davy (1778–1829) azonban arra is fölfigyelt, hogy a bontás után a cellában maradt víz lúgos kémhatású volt. Erre pedig nem volt semmiféle magyarázat. Davy vízbontás kísérletének lépései az alábbiak voltak:

- Tapasztalat: a legtisztább víz elektromos bontása után is lúgos a maradék víz.
- Miből származik a lúg? – Feltételezem, hogy a bontáshoz használt üvegedény anyagából.
- Kipróbálom üveg helyett achátedénnyel. Elemzem a maradék vizet. – Most is lúgos lett.
- Még mindig azt gondolom, hogy az edényből származik a lúg, ezért megpróbálom porcelánnal! – És megint lúgos lett.
- Menjünk biztosra! Próbáljuk meg aranyedénnyel! – Most semleges maradt.
- Beleszórok az aranyedénybe üvegport, s úgy végzem a vízbontást. – Megjelent a lúgosság!
- Kijelentem: tiszta víz bontásakor csak hidrogén és oxigén keletkezik. Ha lúg jelenik meg, az az edény anyagából származik.

Általánosságban megfogalmazva tehát a fenti kísérlet lépései a 7.6. ábrán láthatóak.



7.6. ábra. A vizsgálódás menete (Makádi M. 2013 alapján)

Az 5. pontnál meg kell jegyeznünk, hogy a kísérletező választás előtt áll. Ha nem azt kapta eredményként, amit várt, akkor vagy elveti a hipotézist (és másikat fogalmaz meg), vagy megtartja eredeti hipotézisét, de egy (egyetlen!) tényezőt megváltoztat a vizsgálatban. Davy nagyon bízhatott a hipotézisében, mert többszöri „nem egyezik” után is megtartotta. A fentiek alapján – visszatekintve – már valószínűleg világosabb, hogy a vizsgálat miért és mennyiben kevesebb, mint a kísérlet. Amikor a gyerekek pl. vizsgálják a juharfa és a

bálványfa termésének pörgését, akkor ebben a megismerési folyamatban nem szerepel sem probléma, sem hipotézisalkotás, sem vizsgálattervezés, sem kontrollvizsgálat. Amikor pl. azt vizsgálják meg, hogy mesterséges sötétben is becsukódik-e a virág, akkor az már közelít az igazi kísérletezéshez, mert legalább egy hipotézis (föltételezés) van benne, nevezetesen az, hogy „valószínűleg akkor is becsukódik, de próbáljuk ki!”.

Ha a gyerekek a pedagógus vezetésével és irányításával úgymond „tanulókísérletet” végeznek (pl. mágnesnek az iránytűre gyakorolt hatásait vizsgálják), akkor – bár nagyon fontos, hogy saját próbálkozás útján saját tapasztalatot szereznek a világról – nem igazán kísérletet végeznek a szó tudományos értelmében. Hiszen nem ők vetették fel a problémát, nem ők fogalmaztak meg hipotézist, nem ők tervezték meg a hipotézis bizonyítására (cáfolására) szolgáló vizsgálatot stb. Meg kell jegyeznünk, hogy a szó teljes értelmében vett, igazi kísérletet iskolai körülmények között (30 gyerekekkel, behatárolt időben, korlátozott technikai lehetőségekkel stb.) gyakorlatilag nem is lehet végezni. De nem is a szóhasználat a fő kérdés. Nem baj, ha az iskolában azt is kísérletnek nevezzük, amely csak részben az, mert a teljes kísérletezési gondolatsornak csak egy része. Az azonban fontos, hogy a pedagógus lássa, az iskolai „kísérlet” és a fölfedező tudósok által végzett igazi kísérlet között különbség van.

A megismerés során szerzett tapasztalatok rögzítése és feldolgozása

Akármelyik megismerési módszerről is legyen szó, a tapasztalatok rögzítése és értelmezése tekintetében az **alapelvek** a következők:

- Vizsgálatok, tanulókísérletek esetén a megfigyeléseket minél pontosabban rögzíteni kell. Olyan részleteket is le kell írni, amik nem szerepeltek eredetileg a megfigyelési szempontok között. Ugyanis gyakran utólag derül ki, hogy a nem várt információknak van-e, és mi a jelentősége.
- A megfigyelt dolgok leírásában – az egyértelműség kedvéért – lehetőleg az adott természettudomány szakkifejezéseit, szakszavait kell használni.
- A gyűjtött adatokat, információkat utólag (nyugodt körülmények között) értelmezni kell. Ehhez gyakran szükséges a kapott adatok, információk összehasonlítása, csoportosítása, rendezése és rendszerezése.
- Hasznos lehet, mert segíti a kapott adatok, információk értelmezését a képi, vizuális ábrázolás. Számok esetén pl. a grafikonon vagy diagramon való ábrázolás, szavakkal leírt jellemzők esetében pl. a táblázatba foglalás.

Hallgatói kérdések és feladatok

1. Hogyan függ az életkori sajátosságoktól, és hogyan a témától, hogy adott helyzetben inkább nyitott vagy zárt végű megfigyelési feladatot adunk?
2. Gyűjtessen a tanulókkal példákat arra, hogy a köznapi beszédben elfogadott a „pontatlan” fogalmazás!
3. A mindennapi életben rutinosan használt kifejezésformák (pl. köszönés, kérés stb.) hogyan hangzanának, ha szinte tudományos pontossággal fogalmaznánk meg azokat?
4. Ábrázolja Venn-diagramon az összehasonlítás és a mérés jellemzőit!
5. A mérés-etalonokkal kapcsolatban nyomozza ki, hogy miért vetették el végül azt a javaslatot, hogy a kg etalonja az 1 dm³ 4 °C-os desztillált víz tömege legyen!
6. Készítsen listát arról, hogy az egyes természettudományokban miknek van rendszere! (Pl. az atomoknak, a csillagoknak stb.)
7. A kísérletezés logikai lépései (7.6. ábra) közül melyek azok, amelyek 5-6. osztályban is könnyen megvalósíthatók? Keressen ezekre konkrét példákat!

7.3. Természettudományos megismerési és elemzési algoritmusok kialakítása, alkalmazása

Írta: dr. Makádi Mariann

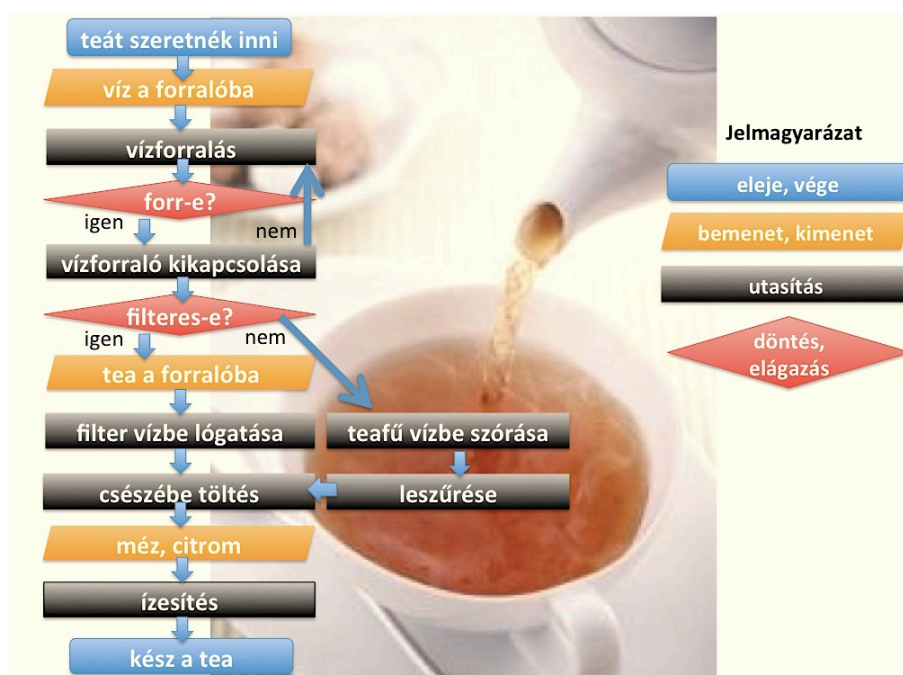
Kulcsszavak: algoritmus, algoritmikus gondolkodás, átalakítási algoritmus, megismerési algoritmus, megtanulandó algoritmus, oktatási algoritmus, tanítási algoritmus, tanulási algoritmus

7.3.1. Algoritmizált élet az iskolában és a mindennapokban

A köznapi algoritmus értelmezése

Mindennapi életünk során számtalan algoritmussal találkozunk, követjük az általa diktált cselekvést vagy gondolkodást (pl. így váltunk jegyet a vasútállomáson, veszünk fel pénzt a bankjegyautomatából, így tudjuk meg hogyan kell meghúzni a vészféket a metróon vagy összerakni a lapraszerelt bútort), de a fogalom csak a számítástechnikai kultúra terjedése nyomán került be a köznyelvbe. Az **algoritmus** megengedett vagy szükséges cselekvések, utasítások sorozata, amely mintegy útmutatásként, receptként szolgál valamely probléma megoldására. Mint ahogyan az iménti példák tapasztalatából felidézhető, a megoldás leírását tartalmazza: mely műveleteket milyen sorrendben kell elvégezni ahhoz, hogy eredményre

jussunk (pl. Tegye a nyílásba a bankkártyát! → Írja be a PIN-kódot! → Válassza ki a kívánt műveletet! stb.). Vagyis az algoritmus tulajdonképpen a probléma, feladat lépésekre bontott megoldása. Ezek az automaták szöveges formában tudatják velünk a teendőket a cél elérése, a probléma megoldása érdekében. Noha rövid és tömör utasításokat adnak, mégis viszonylag terjedelmesek, és csak akkor lesz sikeres a cselekvés, ha a felhasználó pontosan érti a szöveget. A vizuális típusú emberek számára könnyebb a használat, ha ábrák sorozata utasít (pl. a szerelési útmutatók, hardver telepítése számítógépre). Nehézsége, hogy ebben az esetben a rajzelemek értelmezése egyfajta kódfelismerést kíván, ugyanakkor egészben belátható, könnyen áttekinthető az egész tevékenységsorozat. Ugyanez az egyik előnye a folyamatábrával való utasítássorozatnak, cselekvési tervnek is, amelynek különösen akkor vesszük hasznát, ha döntési pontok vannak a folyamatban: „ha ez a feltétel, akkor erre, ha az, akkor arra megyek tovább...” (pl. menekülési terv, gyártástechnológiai program). Ebben az esetben nem az egyes tevékenységek részletei kódoltak, hanem a problémamegoldás lépései vannak jelképesítve, tehát az ábra a gondolkodást teszi könnyebbé. A mindennapjainkban ilyen algoritmusok alapján végzünk megszokott cselekvéseket, még akkor is azok sorozatában cselekszünk, ha nem gondolunk a folyamat lépéseire (pl. öltözködéskor, ital- vagy ételkészítéskor, 7.7. ábra).

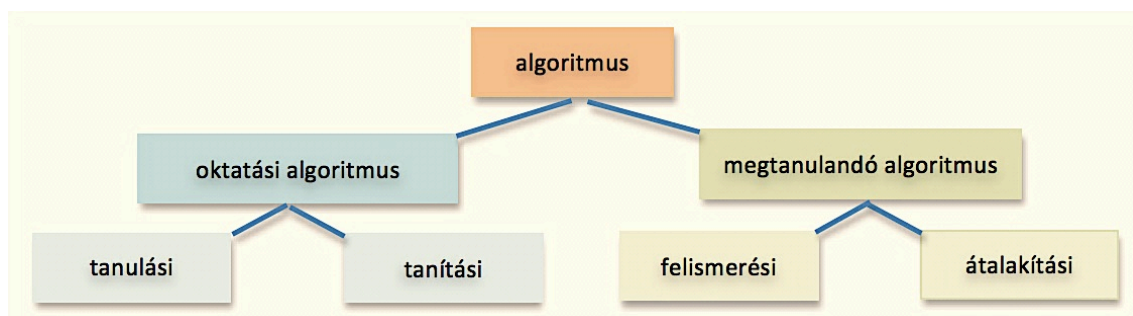


7.7. ábra. A teafőzés folyamatábrája (Makádi M.)

A pedagógiai algoritmus fajtái

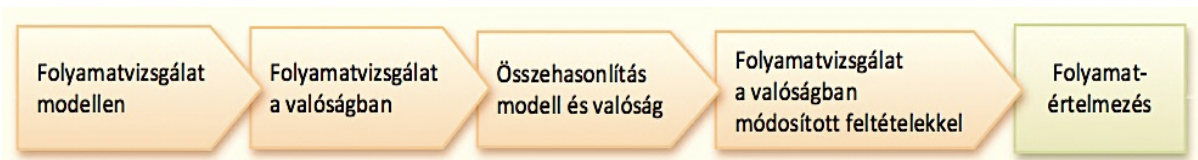
Az iskolai gyakorlatban is széles körben alkalmazunk úgynevezett **pedagógiai algoritmusokat**, amelyek abból a tapasztalásból indulnak ki, hogy a pedagógiai feladatok egy részénél a műveletek sorrendje jól meghatározható és fontos a sorrend betartása (7.8. ábra). Ez a bankautomata, a bútorösszerakás és a menekülési terv analógiája. Egyik csoportjuk az

oktatási algoritmus, ami a tanítási-tanulási folyamatra irányul a tanulók vagy a tanárok szempontjából. Két típusa a folyamat két összetevője alapján különül el. A **tanulási algoritmus** a gyermek tanulását irányítja, meghatározza, hogy a megoldott feladat eredménye függvényében milyen további tanulási műveletet (cselekvést, szempontvizsgálatot, kizárást, analógiakeresést stb.) kell elvégeznie. Erre épült egykoron a gépek által irányított programozott oktatás, de tulajdonképpen ekként fogható fel a munkafüzetek egymásra épülő, de differenciált feladatrendszere, a tanulási feladatterv készítése is. Ebbe a csoportba tartoznak a szempontokkal irányított **leírási, jellemzési, elemzési algoritmusok** is, amelyek azt tanítják a tanulóknak, hogy mely szempontok sorozatán át ismerhetik meg „mindenre” kiterjedően a megfigyelendő tárgyat (pl. az élettelen természet egy darabját, eszközt, az élővilág valamely lényét, egy tájat vagy életközösséget), hogyan juthatnak átfogó szemlélethez. A **tanítási algoritmus** pedig azt határozza meg, hogy a tanár hogyan reagáljon a tanulók különböző műveleteire. Pl. ha sikeresen olvassák le egy pont földrajzi fekvését a fókálózat segítségével, akkor egy vonalszerű térképi elem (pl. folyó, útszakasz) leolvasása lesz a következő lépés, ha nem, akkor vissza kell térni a fókálózat értelmezéséhez. Az eredményes tanításnak éppen ez lehet az egyik kulcsa: a tananyag „leadása” helyett stratégiai alternatívák, bejárású utak vannak a tanár fejében, és a tanulók teljesítményeitől függően halad tovább velük az egyik vagy a másik úton.



7.8. ábra. Az algoritmus fajtái a pedagógiai gyakorlatban (Landa, L. N. 1969 alapján Makádi M.)

A **megtanulandó algoritmus** a tanulók tanulásáról szól. Ennek is két fajtája van aszerint, hogy egy objektum felismerése vagy átalakítása a feladat. A **felismerési algoritmus** olyan elsajátítandó eljárásorozat, amelynek segítségével meghatározható, besorolható az összes adott osztályba tartozó fogalom, jelenség (pl. ásványok, kőzetek, növények felismerése, az anyagok kémiai, talajok genetikai, az élőlények rendszertani besorolása, halmazképzés). Az **átalakítási algoritmus** birtokában viszont a tárgyakkal, objektumokkal, a környezettel kapcsolatban változások idézhetők elő (pl. térelemek elforgatásának, a tárgykészítés, a vizsgálódás és a kísérletezés menetének sémája, 7.9. ábra).



7.9. ábra. A folyamatvizsgálatnak a tanteremből a valóságon át a tanterembe útvonalon haladó algoritmus (Makádi M. 2013)

7.3.2. Az algoritmikus gondolkodás tanulása a természetismeretben

Mindennapi tevékenységeinket is meghatározott, rögzült algoritmusok szerint végezzük, amelyek biztonságot, állandóságot és rendszert visznek az életünkbe. Egy részüket „örököltük” vagy átvettük a környezetünktől (pl. abban a sorrendben végezzük a takarítási mozzanatok, ahogyan édesanyánktól láttuk, olyan szertartással készülődünk a vacsorához, ahogyan nagymamánk tette), más részüket magunk alakítottuk ki. Ugyanakkor észre kell venni, hogy vannak rosszul beidegződött algoritmusaink is, amelyekről nagyon nehéz megszabadulni, minél korábban rögzült, annál nehezebb módosítani, átalakítani. Ezért létfontosságú, hogy a tanulók az oktatás korai szakaszában tanulják az elemi eljárásokat, elemi egységeire bontott algoritmusokat, amelyek megfelelő kombinációja elvezethet a feladatok megoldásához, az eredményes tanuláshoz, a rendszerezett, tervszerű munkához.

Az algoritmikus gondolkodás szintjei

Az algoritmusok elsajátításával a tanulók olyan megismerési módszerek (eljárások, műveletek) birtokába jutnak, amelyek elősegítik a logikus gondolkodás fejlődését, az eredményes és az önálló tanulást. A természetismeret tanulási-tanítási folyamata telis-tele van algoritmusok alkalmazásával, azonban ez ritkán tudatosul a tanároknál, pedig a megismerési folyamatokba való átgondolt beépítésük nélkül aligha képzelhető el az **algoritmikus gondolkodás** fejlődése. Gyakran megelégszenek a készen kapott sablonok alkalmazásával, ragaszkodnak egy merev sémához, mert azt gondolják, a megismerésnek ez a „tökéletes” útja, a kisgyermeknek ezt kell követnie, hogy megtanulja, hogyan juthat összehasonlítható információkhoz, és elsajátítsa a tanulás „helyes” módját. Ezzel szemben az algoritmikus gondolkodás fejlesztésének ez csak az elemi lépése, az a **cél**, hogy a tanulók megtalálják az adott problémának megfelelő eljárást, az adott helyzetnek megfelelően módosítsák, átalakítsák, ezáltal fejlődjön ki a tudatos, tervező magatartás és a gondolkodás, a tanulási folyamat önellenőrzésének a képessége.

Az algoritmikus gondolkodásnak **négy szintje** van (7.10. ábra), amelyek hierarchikusan épülnek egymásra (Szántó S. 2002):

- 1. szint: **alkalmazásos előhívás** – a tanuló képes emlékezetéből felidézni már korábban elsajátított valamely eljárást, aminek a segítségével megoldhatónak látszik az aktuális

probléma (pl. felismeri a mészkövet sav rácsepegtetésével, el tudja választani mágnessel a vasreszeléket a szilárd keverékből) vagy sikerrel alkalmaz egy megadott algoritmust (pl. a hőmérséklet mérésének és az adat leolvasásának folyamata).

- 2. szint: **algoritmus megalkotása** – a tanuló felismeri a szükséges lépéseket, többször ismétlődő események, jelenségek, folyamatok esetén észrevesz szabályokat, általánosságokat, és ezeket valamilyen formában képes rögzíteni (pl. patak vizsgálatokor többször megtapasztalja hogyan kanyarog, és „tudja”, hol kell keresni a legapróbb szemű hordalékot).
- 3. szint: **tudatos kiválasztás** – a tanuló tudatosan törekszik a megfelelő algoritmus kiválasztására, újabb hasonló esetben egészében vagy kissé módosított formában felidézi, követi, használja az adott probléma megoldásakor (pl. ha a boglárka meghatározásakor így haladtunk, akkor ennek a cserjének a meghatározásakor is hasonlóan kell tenni).
- 4. szint: **kreatív átalakítás** – a tanuló a kiválasztott algoritmust rugalmasan átalakítja, átírja az adott problémára, új eljárást alkot az alapul vett algoritmus alapján (pl. a kőzet vizsgálatokor alkalmazza az ásványok fizikai tulajdonságainak megállapításánál alkalmazott technikák közül a célravezetőnek tűnőket).



7.10. ábra. Az algoritmikus gondolkodás szintjei (Szántó S. alapján Makádi M.)

Az algoritmikus gondolkodás szintjei összefüggenek a mentális fejlődéssel is, ezért az alapfokú oktatásban és a középiskolában eltérő módszerek kapcsolódnak hozzá. A természetismeret tanulásának időszakában alapvetően két út járható. Egyfelől a tanár kiépítheti azokat az általános, elsősorban felismerési algoritmusokat, amelyek a tananyagra épülnek, ahhoz kötődnek. Másfelől általánosan törekszik a sémaalkotásra, ösztönzi tanítványait, hogy ismerjék fel minden cselekvésben, feladatmegoldásban az eljárás módszerét, rögzítsék és tudatosuljon is bennük a lépések sorozata. Noha ezek alapvetően az algoritmikus gondolkodás 1. és 2. szintjét jelentik, a fejlesztés érdekében a tanulókat folyton problémahelyzet elé kell állítani. Másként megfogalmazva, újabb és újabb problémával kell

szembekerülniük, de az újonnan tanultakat a már meglévőkhöz kell kapcsolni.

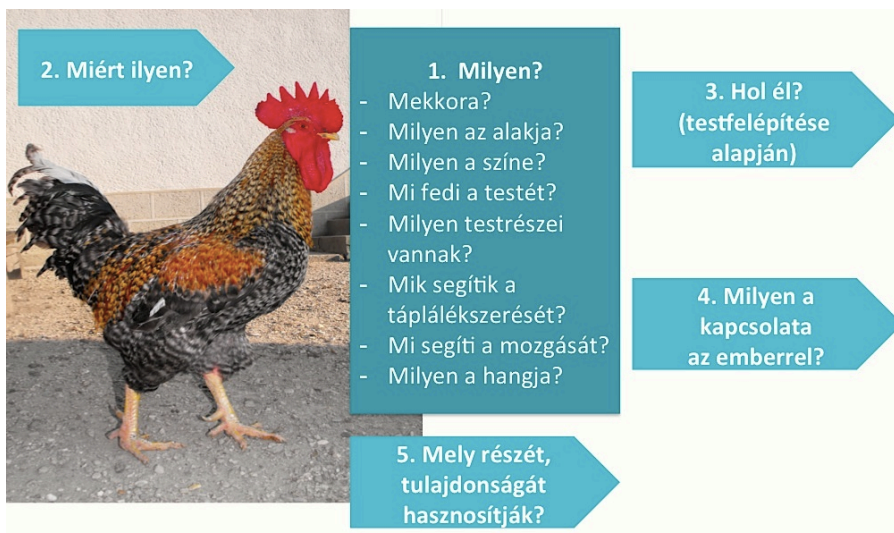
Az algoritmikus gondolkodás **kialakításának** (tanítási algoritmus) legfontosabb **elemei** az alábbiakban foglalhatók össze (Göncziné 2010):

- a tudatos tervező magatartás kialakítására való törekvés: a tanulók számára „megfoghatóvá” kell tenni a sorrendbe fűzött gondolatokat, mintegy példát mutatva arra, hogy ők maguk is csinálhatják így (pl. hangos gondolkodással, az egyes mozzanatok lerajzolásával);
- megfelelő idő biztosítása az átgondolásra: a tanulóknak végig kell gondolniuk a problémát, megkülönböztetniük, osztályozniuk, rendezniük kell az elképzeléseiket;
- a tanulók önellenőrzési lehetőségének biztosítása: mivel a tanulóknak terveket kell kigondolniuk, azokat mérlegelni szükséges, és átgondolt következtetéseket kell levonniuk.
- a folyamat tudatosítása értékeléssel: kulcsfontosságú mozzanat, hiszen ez biztosítja, hogy a tanuló teljességében lássa a megoldásra kijelölt problémát, a végigjárt folyamatot (a tévutakat, az eredményre nem vezető próbálkozásokat is).

Megadott algoritmusok alkalmazása

A természetismeret tanulása során a tanulók először olyan algoritmusokat ismernek meg, amelyek segítik a megismerési tevékenységet, deduktív gondolkodást igényelnek. Egy részük a bemenet oldaláról közelíti meg a folyamatot, tehát segítenek kiemelni a lényegét a valóság megismerése során azzal, hogy szempontokat adnak hozzá, így ha azokon megfelelő sorrendben végighalad a tanuló, nem maradnak ki fontos jellemzők, esetleg összefüggések, tehát biztonságos fogódzkodót jelentenek (pl. tárgy, élőlény, táj, életközösség jellemzése). Más részük technikai jellegű iránymutatást ad a megismeréshez: hogyan csináld? milyen sorrendben haladj? (pl. ábra- és képelemzés, tárgyalgotás, egy konkrét vizsgálat elvégzése).

Ezekkel az elemzési eljárásokkal a tananyagba ágyazottan ismerkednek meg a tanulók kétféle logika mentén. Részben mindig újabb módszert tapasztalnak (pl. 5. osztályban a háziállatokhoz kapcsolódóan az állatok, 6. osztályban az életközösségek vagy a tájak jellemzésének algoritmusát, 7.11–7.13. ábrák). Részben pedig megerősítik és kiegészítik a korábban megismerteket, ezáltal segítik a felidézésüket alkalom, szükség adtán, illetve mélyítik azokat (pl. egyszerű ábra, majd összetett, azután folyamat mozaik ábra értelmezése; egy objektumot, tárgyat, eszközt bemutató kép, majd az objektumot a környezetében bemutató kép, képsorozat, végül mozgókép elemzése).



7.11. ábra. Az élőlények jellemzésének algoritmus (Makádi M.)



7.12. ábra. Az életközösségek jellemzésének algoritmus (Makádi M.)



7.13. ábra. A tárgyak jellemzésének algoritmus (Makádi M.)

Új algoritmusok összeállítása

A természetismeret tanulásának életkori szakaszában nem várható el a tanulóktól, hogy teljesen új algoritmusokat konstruáljanak, de egyszerűbb folyamatokat már képesek kisebb lépésekre bontani, ha azokat többször tapasztalhatták, megfigyelhették. Az egész részekre bontását gyakorolhatják a tanulók például:

- **képregény készítésével**, ahol rögzíteni kell a folyamat, jelenség részmozzanatait, azoknak az előző állapottól való eltérését rajzban, de lehet, hogy a mozzanatok címének megfogalmazásával vagy beszédbuborék készítésével (pl. vulkáni működés, emberi egyedfejlődés);
- **fotómontázból folyamatábra készítésével**, amikor a részmozzanatok megjelenítő képelemeket kell kiemelni és logikai sorba rendezni (pl. a víz körforgása, tápláléklánc az életközösségben, a növény fejlődési fázisai);
- **cselekvési terv** részfolyamatainak kártyákkal történő applikálásával, tárgyakkal való modellezésével (7.14. ábra), vagy egy megvalósított cselekvéssor lépéseinek utasításos megfogalmazásával utólag (pl. adatok gyűjtése méréssel, faültetés, madáretető készítése, 7.15. ábra).

Ezekben a műveletekben a tanulók alkalmazzák az „így láttam másoktól” analógiát is.



7.14. ábra. Cselekvési terv modellezése tárgyakkal (Makádi M. felvétele)



7.15. ábra. Tárgykészítési algoritmus – madáretető készítése tejes dobozból

Hallgatói kérdések és feladatok

1. Keressen konkrét példákat a természetismeret tananyagából, amelyek algoritmikus gondolkodást igényelnek! Rendezze ezeket a pedagógiai algoritmusok csoportjaiba!
2. Gyűjtse össze az algoritmikus gondolkodással kapcsolatos követelményeket a természetismeret kerettantervből! Keresse meg azok előzményét a környezetismereti követelményekben!
3. Tanulmányozza a 7-8. évfolyamra vonatkozó kerettanterv biológiai, fizikai, természetföldrajzi és kémiai anyagát! Keresse meg, hogy mely tartalmi és módszerbeli elemek épülnek a természetismeretben megfogalmazott algoritmikus követelményekre!
4. Készítsen rendszerező algoritmust a természetismeret tanulási folyamatáról!

7.4. A konstruktivizmus elemeire épülő természetismeret tanulási-tanítási folyamat

Írta: dr. Radnóti Katalin – dr. Makádi Mariann

Kulcsszavak: előzetes tudás, fogalmi váltás, gyermektudomány, konstruktivizmus, metakogníció

7.4.1. A konstruktivista tanulászemplélet

A természetismeret tanításának egyik lehetséges elméleti háttere a **konstruktivista didaktika**, ami szerint a tudás a megismerőrendszer és a környezet kölcsönhatása folytán alakul, formálódik, az ismeret nem csupán a környezet lenyomata. E tanuláselmélet filozófiai alapvetései elsősorban *Thomas S. Kuhn* által megfogalmazott megközelítésmódban láthatók. Nézeteinek alapját a tudományos fejlődés általa megkülönböztetett két szakasza, a normál és a forradalmi szakasz adja. E tudományos folyamatnak megfelelő, a gyermeki megismerésben jelentkező sarkalatos gondolkodásmód átalakulásra a didaktika a fogalmi váltás kifejezést használja. A tudományos fejlődés normál szakasza gyakorlatilag halmozódónak, összegződőnek tekinthető. Ellenben a forradalmi szakaszok olyan epizódok, amelyek rálátást nyújtanak a tudományos megismerés egy központi összetevőjére, például az olyan felfedezések, amelyek nem illeszthetők be a korábban kialakult képzetbe, a megelőzően használt fogalmi keretbe. Egy ilyen felfedezéshez meg kell változnia a természeti jelenségek leírási módjának, a róla való gondolkodásnak. A forradalmi változások *Kuhn* szerint holisztikusak, vagyis nem hajthatók végre részletekben, lépcsőről lépésre,

továbbá „megváltozik az a mód, ahogy a szavakat és kifejezéseket hozzákapcsoljuk a természethez, ahogy meghatározzuk a referenciát”, valamint a hasonlóságok régi mintázatát el kell vetni, és újjal helyettesíteni. A napjainkban oly divatos paradigma kifejezést is ő vezette be az olyan, általánosan elismert tudományos eredményekre, amelyek egy bizonyos időszakban a tudományos kutatók közössége számára problémáik és problémamegoldásaik modelljeként szolgálnak. A konstruktivista pedagógia térnyerése a közoktatásban egyfajta paradigmaváltás.

Más ismeretelméletek szerint az új tudás a régi ismeretekhez való hozzáadódásként keletkezik. Ezzel szemben a konstruktivizmus azt vallja, hogy a tanulók fejében nem információ-felvétellel formálódik a tudás, az nem közvetítődik a fejükbe, hanem maguk alkotják meg, és ebben a folyamatban meghatározó szerepe van az előzetes tudásuknak. Valójában a tanulóknak minden témával kapcsolatban van valamilyen, „jó” vagy „rossz” előzetes elképzelésük, amely meghatározza a tanulás folyamatát, és sajnos nem egy esetben nehezíti azt. Ezért fontos, hogy a pedagógus fokozottan figyeljen ezekre, hiszen ellenkező esetben félő, hogy a tanulóban nem alakul ki az új tudás, csak megtanult versike lesz az adott törvény, tétel, összefüggés.

A gyerekekben kialakult természeti világ „vetülete” sok esetben nem fedi a tudomány által elfogadott tételeket. Vagyis ha egy gyerekkel megbecsültetjük egy esemény végeredményét, akkor a legtöbb esetben más következtetésre jut, mint ami ténylegesen be fog következni. Cél tehát annak elérése, hogy a tanulók olyan elképzeléseket, elméleteket alkossanak, amelyek megfelelnek a tudomány eredményeinek. Ennek a konstrukciónak a folyamatát **fogalmi váltásnak** nevezzük. Fogalmi váltás például, amikor a tanulók a folytonos anyagkép szemléletéről áttérnek a részecskeszemléletre, vagy amikor a teret a téri pontok halmaza helyett viszonyítási rendszerben érzékelik. Szomorú tény, hogy a fogalmi váltással nem gyökerestül „szabadulunk meg” a régi gondolkodásmódtól, az nem tűnik el végleg. A tudomány egyre „jobb” modelleket alkot, hogy az majd egyre pontosabban megfeleljen a tapasztalatoknak. (Szép példa a modellalkotásra a csillagászat fejlődéstörténete: a kör alakú pályákkal leírt bolygómozgási elméletet a megfigyelések nem támasztották alá, ezért azt pontosították, még jobban „körösítették”, és csak később tette meg *Kepler* a nagy lépést, miután ellipszis alakú bolygópályákról beszélt, amit már a mérési eredmények is alátámasztottak.) A **fogalmi váltást elérni** nem könnyű, az egy hosszabb-rövidebb ideig tartó folyamat (7.16. ábra):

1. lépés: a tanulóknak látniuk kell saját gondolkodási mechanizmusukat, majd ütköztetniük kell olyan jelenséggel, amire már nem ad magyarázatot eddigi „elméletük”. Erre kitűnő lehetőség a gyerekek beszélgetése vagy vita generálása az osztályban egy kérdés kapcsán.
2. lépés: meg kell ismertetni a tanulókkal az új elképzelést, amit esetleg először elutasítanak, de fokozatosan belátják, hogy azzal a régi jelenséget (amit még a régi

elképzelés is megmagyarázott) éppúgy, mind az újabb jelenséget (ami az ellentmondást kiváltotta) magyarázni lehet.

3. lépés: az új elképzeléssel sikerélményre kell jutniuk, megtapasztalniuk, hogy azzal már magyarázhatók olyan jelenségek is, amelyeket a régi elv nem tudott.

A gyerekek az őket körülvevő világ jelenségeire képesek nehéz és elvont elméleteket is kidolgozni magukban, amelyek sokszor teljesen különböznek attól, amit a tudomány „aktuális állása” képvisel, illetve ezek annyifélek lehetnek, ahány gyerek van. A tanár célja éppen ezen kialakult nagyon stabil elméletek bázisán az új tudás megkonstruálása. Azonban ez nem mindig sikerül, így a tanuló sokszor felnőtt korában is pl. az arisztotelészi világkép lelkes „képviselője” marad.



7.16. ábra. A fogalmi váltás folyamata (Makádi M.)

A gyermekeknek a természeti jelenségek magyarázatára használt fogalomrendszere leírható néhány fogalomhalmaz fokozatos differenciálódásaként. Van például egy inkább a statikus viszonyok jellemzésére használt fogalomhalmaz, ami a mennyiséggel áll kapcsolatban, amibe a sok, a nehéz, a nagy, a sűrű, a kemény és ezek ellentétei találhatóak. A másik nagy fogalomhalmazt nevezhetjük dinamikusnak, ide tartozik a mozgás, az erő, a gyorsaság (ez nagyon nehezen differenciálódik sebességre és gyorsulásra), a nyomás, a hő, a hőmérséklet, a savasság. A tanulók erősen keverik az úgynevezett extenzív és intenzív fizikai mennyiségeket, vagyis a folyamatok során összeadó, illetve kiegyenlítő, illetve kiegyenlítő mennyiségeket, pontosabban a kiegyenlítő mennyiségeket is összeadóként kezelik. Ennek legjobb példája a hő és a hőmérséklet fogalmak keverése (e két fogalom a tudomány története során is viszonylag későn vált ketté). Több kutató vizsgálatának eredményei azt mutatják, hogy a gyermeki elképzelések sokszor követik a tudománytörténet főbb állomásait, elképzeléseit. Ez a sor *Arisztotelész* világképétől kezdve a lapos Föld-képen át haladva tartalmazhatja a tudománytörténet valaha volt tudományos rangú elméleteit is.

A tanulói ismeretekre alkalmazott kifejezések

(Korom E. 2005 nyomán)

<i>eredeti angol elnevezés</i>	<i>magyar megfelelője</i>
misconception	tévképzet
preconception	előzetes elképzelés
alternative conception	alternatív elképzelés
naive belief	naiv meggyőződés
naive theory	naiv elmélet
children's science	gyermektudomány
conceptual frameworks	fogalmi keretek

„Küzdelem” a tévképzetek ellen

A jelenlegi hazai iskolarendszerben azt tapasztaljuk, hogy mire elkezdődik a fizika, a kémia, a biológia és a természetföldrajz szakrendszerű tanítása, addigra sok tévképzet meggyökeresedik a tanulóknál. Például a fizikai ismeretek alapját jelentő, a mozgásokkal kapcsolatos elképzelés, hogy a mozgás fenntartásához állandó külső erőre lenne szükség; az erdő nem más, mint sok fa; a földrészek összeérésével alakultak ki a hegyek; a páradús levegőrészecske nehezebb, mint a száraz. Mit lehet tenni a tanulói tévképzetek megszilárdulása ellen? Az egyik lehetséges megoldás az, hogy a jelenleginél korábban kezdünk el foglalkozni az élettelen és az élő természet jelenségeinek elemzésével, természetesen az életkori sajátosságoknak megfelelően. Leküzdéséhez sok beszélgetésre, a jelenségekre való rácsodálkozásra, a fogalmak kialakításának elkezdésére van szükség már az 1-6. évfolyamokon. Ahhoz, hogy eredményesen számolhassa fel a tanár a tévképzeteket, ismernie kell tanítványai elképzeléseit a világnak mindig arról a szeletéről, amellyel épp foglalkoznak. Gyakran mondjuk, hogy ez szinte lehetetlen sokfős (30-35 fő) tanulócsoporthoz. Az infokommunikációs eszközök azonban a tanár segítségére lehetnek. A témával való foglalkozás előtt a tanár által tesztjellegűen megfogalmazott kérdésekre a gyerekek egy szavazórendszer megfelelő gombjának lenyomásával válaszolnak, szavaznak. Ennek az az óriási előnye, hogy a tanár gyakorlatilag azonnal látja az interaktív táblán vagy csak számítógépének a monitorján, hogy miként is gondolkodnak a tanulók egy adott kérdéssel. Természetesen tájékozódó kérdések a feldolgozás közben is feltehetőek, így a tanulási-tanítási folyamat közben figyelemmel kísérhető a tanulók elképzelésének, tudásának alakulása. Ezen túlmenően célszerű elemezni az ellenőrző dolgozat kérdéseinek megoldási arányait, és azokból következtetéseket levonni, amelyek kijelölhetik a tanári munka folytatásának irányait.

7.4.2. A tanulási folyamat elősegítése a természetismeret tanítása során

A modern kognitív pszichológia úgy gondolja, hogy az információfeldolgozás tudástartalomhoz és konkrét helyzethez (kontextushoz) kötött. Képességeink vannak, de azok nem valamilyen elkülönült, minden szituációs és tartalmi kötöttségtől mentesíthető megismerési operátorok, hanem erősen tartalom- és helyzetfüggő „valamik”. Úgy képzelhetjük el, hogy az információ feldolgozását mindig konkrét tartalomhoz és szituációhoz kötött, specifikus tudásrendszerek végzik, és e tudásrendszerek minőségétől függ valójában a működés eredményessége. Például amit a feladatmegoldó képességrendszer működéseként „érezünk”, az – ezen elképzelés szerint – nem más, mint a konkrét feladatokhoz köthető tudásrendszerek működése. Különös figyelmet érdemelnek azok a tudáselemek, amelyek összességét a kognitív pszichológiában metakogníciónak neveznek. A **metakogníció** azon tudásunkat jelenti, amit saját magunk és mások gondolkodásával, tanulásával, problémamegoldásával, kommunikációjával kapcsolatban birtokolunk. Tudhatjuk például, hogy milyen úton, módon szoktunk feladatokat megoldani, tudhatjuk, hogy milyen gondolkodási trükköket érdemes bevetni egy-egy nehezebb probléma megoldása során. Lehet arról is ismeretünk, hogy elsősorban milyen tanulási stílus felel meg nekünk a legjobban, s mindenfajta tanulás során követhetjük ezt a stílust.

A tanulási folyamat során a konstrukciós folyamatok közben az **előzetes tudás** változik, formálódik, átstrukturálódik, és ebben nem a kívülről érkező ingerek játsszák az irányító szerepet, hanem maga ez az előzetes tudás. A jelenségeket mindig a meglévő tudásunknak megfelelően értelmezzük, a jelenségek (a tapasztalati világunk elemei) kiszolgáltatottak az értelmezési mechanizmusoknak, s nem fordítva. A tanulók képesek a vizsgálatok eredményeit másképpen látni, mint ahogyan azt a pedagógus értelmezi. Például az ugyanolyan magasról elengedett, különböző tömegű testek közül a tanulók döntő többsége minden életkorban a nehezebbet látja leesni hamarabb, még akkor is, ha azok műszerekkel kimutathatóan észlelési határon belüli időkülönbséggel érnek talajt. (A levegő ellenállása miatt a nehezebb testek valóban hamarabb érnek le valamivel, de kifejezetten nagy tömegű, vagyis kilogrammos nagyságrendű testek esetében a különbség az észlelési határ alá kerül.) Az alsó tagozatos gyerekek megdöbbenve tapasztalják, hogy két pohárból ugyanakkora mennyiségű, egyaránt 30 °C-os víz összeöntésekor a közös hőmérséklet 30 °C lesz, és nem 60 °C, ahogyan ők gondolták, és elkezdik vizsgálgatni a hőmérőt, hogy nem hibás-e az. Az itt említett jelenségeknek nem az az oka, hogy a tanulók valamit nem tanultak meg jól, rosszul gondolkodnak, nem elég alaposak vagy valami hasonló, csupán arról van szó, hogy előzetes tudásuk, meglévő kognitív rendszereik állapota, tartalma határozza meg a gondolkodásukat.

Szinte minden témában létezik előzetes tudás, ami döntő meghatározója a tanulási folyamatoknak. A tanár hiheti azt, hogy a gyerekek tudata egy üres lap, amelyre most az okos magyarázatok segítségével kell felírni a természeti világra vonatkozó ismereteket, és cselekedhet is ennek megfelelően, de akkor számolnia kell azzal, hogy nemsokára

konfliktusok jönnek létre a tanulók világlátása és a magyarázatok között, a gyerekek képtelenek lesznek megalkotni az új tudást (átalakítani meglévő elképzeléseiket), mert a tanítás a tanulás itt jellemzett dinamikáját nem veszi figyelembe. Az eredmény lehet az, hogy nemsokára a gyerekek egy jó része belefárad abba, hogy hiábavaló erőfeszítéseket tegyen a tanár magyarázatainak értelmezésére, a tudásrendszer olyan átalakítására, amelyben a tanár tudományos látásmódja a meghatározó. Nem sikerül ez az egyeztetés, mert a tanuló egészen másképpen gondolja. Neki a mozgás fenntartásához mozgató hatásra van szükség, a hőmérséklet – mert szorosan összekapcsolódik az energia, a hő fogalmaival – összeadódó és nem kiegyenlítő menynység. Miközben tehát az előzetes tudás alapvető jelentőséggel bír, amennyiben „az az a hely”, ahol a konstrukciós folyamatok zajlanak („az előzetes tudás az, ami konstruál”), eközben nagyon sokszor gátja lehet a tudományos elképzeléseknek megfelelő konstrukciók kialakulásának. Ezért elengedhetetlenül fontos a tanulók előzetes tudásának ismerete.

A tanítás célja lehet az, hogy **a tanulóban konstruálódjanak meg olyan elképzelések, elméletek** is, amelyek a tudományos látásmódhoz hasonló következtetéseket, magyarázatokat, cselekvéseket eredményeznek. Az a folyamat, amiben ilyen alternatív elképzelések jönnek létre, és amelyben ezek az elképzelések, elméletek a megfelelő helyzetben működésbe is lépnek, a fogalmi váltás. Az tehát egy radikális gondolkodási átalakulás, a világ egy részét, egy jelenség együttesét „elkezdjük másképpen látni”, mint korábban. Fogalmi váltás, amikor a diákok megtanulják és el is fogadják (meggyőződésükké válik), hogy a Föld kering a Nap körül, nem pedig fordítva. Ugyanúgy fogalmi váltás a newtoni mozgáselmélet valódi elsajátítása, tehát amikor tudatosan alkalmazzuk azt a komolyabb megfontolást igénylő mechanikai problémák megoldása során, legyenek azok iskolai problémák, feladatok, vagy az egyéni élet során felmerülő, gyakorlatiasan megválaszolható kérdések. Fogalmi váltásokat jelent az anyagszerkezet szemléletmódjainak lépcsőzetes kialakulása, vagyis amikor elfogadjuk, hogy az anyag nem folytonos, hanem kis golyókból áll; azután amikor elfogadjuk, hogy ezek a részecskék valójában nem is mindig golyók és van belső szerkezetük, atomokból állnak; azután amikor az atomokat kis bolygórendszerekként képzeljük el. Ezt az anyagszerkezeti modellekkel kapcsolatos sort mindenki tudná tovább folytatni. A természetismeret tanulása (de ez így van minden tantárggyal) telis-tele van fogalmi váltásokkal, egész tantervek vázát alkotják ezek a lényeges szemléletmódbeli váltások.

A **gyermektudomány** azoknak a rendszerré szerveződő tudáselemeknek az összessége, amiket a gyerekek a világról alkottak meg magukban. Azért kapta a „tudomány” megnevezést, mert valóban a tudományos ismeretrendszerekéhez hasonló funkciói vannak: előrejelzi az eseményeket, folyamatokat, magyarázza mindazt, ami a gyermek tapasztalati világában megjelenik, végső soron irányítja a cselekvést. Ugyanúgy tételekből, elméletekből áll, mint a „nagy tudomány”, csak formalizáltságuk nem éri el a tudományos ismeret formalizáltságát. A gyermektudomány meglehetősen alaposan vizsgált jelenségvilág,

kutatását már *J. Piaget (1972)* elkezdte. Könyvtárnyi irodalma van annak, hogyan gondolkodnak a gyerekek a Világegyetemről, a mozgásokról, az elektromosságról, a fényről, az anyagszerkezetről, a víz körforgásáról, az anyagcseréről stb. A gyerekek nagyon sok esetben szinte pontosan követik azokat a tudomány történetében is létezett elképzeléseket, amelyeket ma már legfeljebb érdekeseeknek, túlhaladott elméleteknek tekintünk. Ezért fontos tudás a tanár számára a tudomány története, a fogalmi rendszer formálódása az éppen feldolgozni kívánt témakör esetében.

A tanítás során ki kell alakítani azokat a feltételeket vagy azoknak egy megfelelő részét, amelyeket az előbb felsoroltunk. Beszéltetni kell a tanulókat meglévő elképzeléseikről. Ütköztetni kell az egymásnak ellentmondó vélekedéseket például viták rendezésével. **Kétséget kell ébreszteni** a gyerekekben azzal kapcsolatban, hogy vajon minden esetben beválnak-e az elgondolásaik. Láttatni kell, hogy létezik más lehetőség is az adott témában való gondolkodásra, és amennyire lehet, tisztán el kell magyarázni ezt az új elképzelést (itt bátran használhatunk hagyományos módszereket is). Ki kell alakítani a tanulóknál olyan attitűdöt, amely lehetővé teszi, hogy ugyanarról a jelenségvilágról képesek legyenek többféleképpen is gondolkodni, fogadják el, hogy az elméleteink modellek, és ilyen modell is több létezhet. Sok-sok megfigyelés, mérés, vizsgálat, kísérlet szükséges ahhoz, hogy a tanulók egyre közelebb jussanak annak belátásához, hogy az újonnan elsajátított értelmezés tényleg hasznos lehet. Ez ne iskolás, kilúgozott mintafeladatokkal történjék, hanem életszerű, a gyerekek életét is közvetlenül érintő példákkal. Semmit nem ér az olyan „fogalmi váltás”, amely esetében az újonnan elsajátított elképzelés alkalmazása a gyerekek számára csakis a pedagógiai szituációkban (válaszadás egy tanári kérdésre, felelés, dolgozatírás, vizsga) indokolt. Ilyenkor a tudás csak iskolás szituációkban és nem az „életben” lesz adaptív, a fogalmi váltás nem úgy ment végbe, ahogyan a tanár szeretne volna. Tehát a természetismeret tanítása során a tanár és a tanulók végezzenek sok vizsgálatot, mérést, gyakorolják az elméletalkotást, a kutató módszerek alkalmazását érdekes problémák megoldásán keresztül, és lássanak sok alkalmazási példát az életből.

Hallgatói kérdések és feladatok

1. Keressen olyan jellegzetes előzetes tanulói elképzeléseket, amelyek gyakran felmerülnek a tanítás során, de nem egyeznek meg a jelenleg elfogadott tudományos világgéppel! Emlékei szerint Önnek is voltak-e ilyen elképzelései?
2. Készítsen egy választott témakörhöz tartozó, a gyerekek sajátos elképzeléseinek feltárására alkalmas feladatokból álló „tesztet”!
3. Keressen olyan jellegzetes természetismereti témaköröket, amelyeken keresztül bemutatható, hogy a tudomány fejlődése során alapvetően megváltozott a leírásmód!
4. Keressen 5-6. osztályosok számára érdekes, kutatásra alkalmas témákat! Tervezzék meg a feldolgozás lehetséges módját!

5. Válasszon ki egy tanítási egységet, és tervezze meg a tanulók tanulása érdekében szervezendő tevékenységeket! Gondoljon arra, hogy nagyon különböző előzetes tudással rendelkező tanulók lehetnek az osztályban! Törekedjen sokféle, egymástól lényegesen különböző tevékenységre!

7.5. Tanulás kérdésekkel

Írta: dr. Makádi Mariann

Kulcsszavak: kérdés, kérdésfajta, kérdezés, kérdezési technika, kérdésösztönző módszer, természettudományos kommunikáció

7.5.1. A világ megismerésének útja a kérdezés

Kommunikáció a rajtunk kívüli világgal

Ha az életet úgy fogjuk fel, mint megválaszolandó kérdések és megoldandó problémák sorozatát, akkor az iskolai munka egyik alapvető célja a világhoz intézett helyes kérdésfeltevés és a kérdésnek megfelelő válaszadási módszerek megtanítása a tanulóknak. Kicsit tágabban értelmezve, az iskolában kell a gyerekeknek elsajátítaniuk a **környezettel való kommunikáció képességét**. Ebben a természetismeret tantárgynak azért van jelentős szerepe, mert tanulása során alakul ki a természettel való kommunikációs készségek, illetve itt tanulják meg a gyerekek, hogyan kell kérdéseket intézni a természethez úgy, hogy azokra adekvát és valóság-hű válaszokat kapjunk. Azt gondolhatjuk, hogy ez nem nehéz, mert a tízévesek folyton kérdeznek a társaiktól és a felnőttektől, amellyel kommunikációt kezdeményeznek, beszélgetésre hívnak. Csakhogy az iskolai légkör és attitűd hamar leszoktatja őket a kérdezésről. Ahogyan haladnak előre az évfolyamokon, egyre kevesebb beszélgetést kezdeményeznek, azt inkább a tanáraik indítják, de ők is többnyire csak beszélnek hozzájuk, mintsem beszélgetnek velük. Pedig kérdezés nélkül nincs eredményes tanulás, hiszen a kérdések nyomán nemcsak válaszokat kapunk a problémáinkra, hanem megismerjük egymás gondolatait, felismerjük saját határainkat és megismerjük önmagunkat.

A tanítási-tanulási folyamat annál eredményesebb, minél jobb kérdéseket tesznek fel egymásnak a résztvevők. A kérdések megismerési, elmélyítési, felelevenítési, alkalmazási szempontból egyaránt jó és nyelvtanilag is szabatos megfogalmazása, valamint a velük való helyes bánásmód elsajátítása azonban hosszú és nehéz folyamat. Felfigyelt már arra, hogy milyen gyakran adnak szabatos válaszokat a tanulók hibás vagy rossz tanári kérdésekre? Ők

már hozzászórtak a rossz kérdésekhez, kitalálják, hogy mire gondolt a tanár. Ez azonban csak abban a közegben, ugyanolyan körülmények között működik. Már a frontálistól eltérő óravezetés, egy új tanuló vagy új tanár bekapcsolódásakor sem értik egymást, hát még az iskola falain kívül! A gyerekek azonban hatékonyan képesek alakítani tanáruk munkáját, mert számára szokatlan dolgokat és módon kérdeznek meg, ezáltal rávilágítanak arra, hogy mi nem volt világos, vagy mit szeretnének megtudni. A tanítási-tanulási folyamat során együtt fejlődik a tanár és tanítványainak a kérdezőskultúrája. A **tanárok** alapvetően azért kérdeznek, hogy felkeltsék a gyerekek érdeklődését a tananyag iránt és kérdéseikkel új tudáshoz vezessék őket, más megközelítésben: segítsék a helyes természettudományos gondolkodásuk kialakulását, no és persze ellenőrizzék a tudásukat. Tehát a kérdezőskultúrának az ő részükről az a szerepe, hogy **működésbe hozzák és aktív állapotban tartják a gondolkodást** a tanulási folyamat során (7.17. ábra). A valóságban azonban sokszor épp az ellenkezője történik. A rosszul, rossz időben feltett, vagy a túl sok apró kérdés akadályozhatja a tanulók gondolkodását, összezavarhatja önálló gondolatmenetüket. A kérdéssorozattal kézben tartott tudásszerzési folyamat felmenti a tanulókat a gondolkodási erőfeszítések alól, így lassan leszoknak a gondolkodásról és a kérdezőskultúráról is.



7.17. ábra. A tanári kérdezőskultúra funkciói a tanítási-tanulási folyamatban (Makádi M.)

A kérdések megfogalmazásakor a tanár tartalmi, didaktikai és pedagógiai célokat érvényesít, ennek megfelelően a kérdések sokfélék lehetnek és többféle módon rendszerezhetők (7.5–7.8. táblázat).

Kérdéscsoport	Jellemzője	Példa
Zárt kérdés	Csak egy vagy néhány jól körülhatárolt, rövid válasz adható, általában csak a tanuló korábbi ismeretének felidézését igényli	Milyen halmazállapotú a puding? Milyen magas a Kékes?
Nyitott kérdés	több jó válasz lehetséges (vagy nincs is igazán minősíthető válasz), bő, kifejtő választ kíván, amelyhez nem ad konkrét irányvonalat	Mi a véleményed a Marsra való utazásról? Mit tudnál mondani a szű védelmében?

7.5. táblázat. A kérdések fajtái az elvárható válasz szerint (Makádi M.)

Kérdéscsoport	Kérdésfajta	Mit kíván?	Példa
Ismeretelemekre irányuló kérdések	Ténymegállapító	tényközlést	Mik a talaj alkotói? Milyen halmozállapotai vannak az anyagnak? Melyek a vitaminban gazdag táplálékok?
	Adatmegállapító	adatközlést	Milyen hosszú a Duna? Hány cm vastag a talaj?
	Tulajdonságmegállapító	tulajdonság felsorolást	Mi jellemzi a szárazföldi éghajlatot? Melyek az emlősök tulajdonságai? Milyen a víz?
Logikai műveletekre irányuló kérdések	Felsoroltató	tények felsorolását	Melyek a Duna jobb oldali mellékfolyói?
	Fogalommeghatározó	definícióalkotást	Mi a zivatar? Mi a kérődzés?
	Rendszerező	csoportosítást, részekre osztást, osztályozást vagy sorba rendezést	Melyek a felszín alatti vizek típusai? Mely szempontok szerint csoportosíthatók az anyagok?
	Következtető	ítéletalkotást, bizonyítást, előrejelzést, hipotézisalkotást	Mi bizonyítja, hogy élőlények nélkül nem képződik talaj? Mi történne a Földön, ha eltűnne a Nap?
	Oksági	ok-okozati összefüggés felismerését	Mitől függ a vízgyűjtő terület nagysága? Miért van sok giliszta és csiga eső után a kertben?
Gondolkodási műveleteket analizáló kérdések	Megértési	visszajelzést a tartalom megértéséről	Hogyan érted azt, hogy...? Mivel magyarázod, hogy...?
	Analizáló	elemzést, vizsgálatot	Miért csúszik le a kiskocsi a lejtőn? Mi bizonyítja, hogy az üres pohárban van levegő?
	Szintetizáló	összegzést	Hogyan lehetne tisztázni a levegő fontosságát?
	Összehasonlító	hasonlóság és különbség megállapítását	Miben különböznek az egy- és a kétszikű növények? Miben hasonló a fa égése és rothadása?
	Általánosító	konkrétumból általánost	Mi jellemzi a nyár időjárását? Következtess az adatsorból!
	Konkretizáló	általánosból konkrétumot	Hogyan keletkezett a Kiskunság homokbuckavidéke (a homoksivatag ismeretében)?
	Viszonyító	mennyiségi, minőségi összehasonlítást	Hányszor nagyobb a Föld a Holdnál? Melyik a legszínesebb évszak?
Komplex kérdések		fogalomértelmezést, feladatmegoldást, problémamegoldást	Hogyan lehet szétválasztani alkotóira a keveréket?

7.6. táblázat. A kérdések fajtái a gondolkodási tevékenység irányultsága szerint (Makádi M.)

Kérdésfajta	Jellemzője	Példa
Motiváló kérdés	érdekes vagy szokatlan megközelítéssel, a tanuló számára motiváló elemmel ráirányítja a figyelmet a tartalomra	Hogyan szeretnéd megismerni...? Miért nem esik le a Hold a Földre?
Ellenőrző kérdés	az ismeretelemről, a megértésről vagy a tudás mélységéről tájékozik	Bármely tananyag- vagy logikai műveletekre irányuló kérdés
Informálódó kérdés	a tanulási folyamatban aktuálisan hiányzó ismeretelemre mint információra irányul	Mivel kell még kiegészíteni...? Mi hiányzik?
Véleményt kérő kérdés	a tanulóknak a dologgal kapcsolatos érzelméről vagy tartalmi megítéléséről tájékozik	Szerinted jó ez a megoldás? Mi a folyamat pozitív-negatív oldala?
Szervezési kérdés	a tanulási folyamat aktuális tevékenységére irányul, világossá teszi az aktuális mozzanatot vagy ellenőrzi megtörténtét, megértését	Elolvastad a szöveget? Megértetted a lényegét? Mehetünk tovább?
Gondolkodtató kérdés	a témával kapcsolatos összetevők számbavételére, a közöttük lévő kapcsolatok feltárására, további eszmeftuttatásra sarkall	Mikor lehet igaz ez az állítás? Mit kellene még megvizsgálni ahhoz, hogy ismerjük a jelenség természetét?

7.7. táblázat. A kérdések fajtái céljuk szerint (Makádi M.)

Kérdésfajta	Példa
Tényismereti kérdés	Mely égtáj irányában látható a delelő Napot? Melyek az Alföld határai?
Fogalmi tartalmat feltáró kérdés	Milyen a deltatorokolat? Melyek az emlősök tulajdonságai?
Folyamatismereti kérdés	Mitől olvad a jég? Hogyan keletkeznek a gyűrthegységek?
Összefüggési kérdés	Mitől függ az anyag halmazállapota? Melyek a medencejelleg természeti következményei a Kárpát-medencében?
Ismeretalkalmazó kérdés	Hogyan tudnál visszatérni a helyes útra a terepen a terület turisztikájához? Hogyan határozható meg egy autó sebessége?

7.8. táblázat. A kérdések fajtái követelménycsoportok szerint (Makádi M.)

A siker kulcsa a jó kérdés

Noha a gyerekek természetüknél fogva kérdéseket intéznek a környezetükhöz, a tanulás szempontjából nem biztos, hogy kérdéseik mindig célravezetőek. Ezért a szaktárgy igényeinek megfelelő kérdezést meg kell tanítani, amiben nagy szerepe van a tanári mintának. A tanulók természetismereti kérdésfeltevései tükrözik tanáruk kérdéskultúráját, gondolkodásmenetét, hiszen azt követik. Ha arra kérdésre akarunk válaszolni, hogy milyen a jó kérdés, nyelvtani, tartalmi és gondolkodásfejlesztési (a tanulási folyamatot előremozdító) szempontból egyaránt gondolkodni kell róla.

A magyar nyelvben nincs olyan kötött szórend, mint számos idegen nyelvben, de a bővített kérdő mondatok alapesetben kérdőszóval kezdődnek.

A kérdő mondat szerkezete

Kérdőszó + állítmány + alany + tárgy + határozók ?
(pl. *Mikor rakták le a folyók a homokot a Kiskunság területén?*)

A példamondatban a kérdés lényegét a kérdőszó fejezi ki, a folyamat időbeli elhelyezését kívánja a tanulóktól. Ugyanakkor a mondandó tartalmától függően, nyomatékosítás vagy hangsúlyozás céljából a szórend megváltozhat. Ha az előbbi példában arra irányul a kérdés, hogy a homokot (nem a kavicsot!) mikor rakták le a folyók, akkor így hangzik a kérdő mondat: Mikor rakták le a homokot a folyók a Kiskunság területén? (kérdőszó + állítmány + tárgy + alany + helyhatározó ?) Ha pedig a helyre irányul a kérdés, tehát az a lényeg, hogy a Kiskunságban (nem a Nyírségben!), akkor: Mikor rakták le a Kiskunságban a folyók a homokot? (kérdőszó + állítmány + helyhatározó + alany + tárgy?) A nyelvtani szempont rámutatott arra, hogy az bizony a tartalommal is összefügg.

Milyen tehát a **jó kérdés**?

- Mindenki számára világos és egyértelmű, pontos és rövid.
- Nyelvezete megfelel a tanulók kommunikációs képességszintjének, ugyanakkor a szaknyelvet használja. A szaknyelv nem azt jelenti – ebben az életkorban különösen nem –, hogy idegen szavakat kell használni, hanem a magyar szakkifejezéseket (pl. nem meridián, hanem hosszúsági kör; nem ökoszisztéma, hanem életközösség), de szükség esetén a feladatkörnyezetben tisztázza a benne lévő szavak (köznyelvi és szakszavak) jelentését.
- Tartalma megfelel a tanulók értelmi színvonalának: nem túl könnyű, mert az nem igényel szellemi erőfeszítést, nincs készletelés a válaszadásra; nem túl nehéz, hogy valamennyi tanuló gondolkodása elinduljon és legyen esélyük válaszolni.
- Tényleges természettudományos problémát vet fel, ezáltal gondolkodásra készíti a tanulókat.
- Alkalmas arra, hogy megválaszolása során végigjárják a gondolkodási folyamat egymást követő lépéseit (pl. Honnan tudod...? Mi van akkor ha... / ha nem...?).
- A kérdés megválaszolása vélemény megfogalmazását, álláspont melletti érvelést kíván a tanulóktól (pl. Mi a véleményed...? Miért így gondolsz?).
- A kérdés az állításokban, az elsőként felmerülő válaszokban való kételkedésre ösztönöz (pl. Mindig így van? Lehet más oka is? Hogyan tudod bizonyítani? Mondanál más módszert erre?).

A kérdezési folyamata

A vállalati életben a kérdezés (a kérdések az azokra adott válaszok rendszerét) mint a sikerhez vezető utat értelmezik. Ebben az összefüggésben a kérdezés nyolc alapelemből áll: Mit tudunk? Mit nem tudunk? Mik a céljaink? Mit kell tudnunk ahhoz, hogy elérjük a céljainkat? Kitől fogjuk megtudni? Mit várunk az információktól? Mit teszünk a válaszok birtokában? (*Fadem, T. J.*) Az iskolában is hasonló folyamat zajlik, a tanórai kérdezés csak

akkor éri el a célját, ha a tanár a kérdéseket a tananyag vagy a fejlesztési folyamat szempontjainak alárendelve találta ki és pontosan fogalmazta meg, átgondolta, hogy mely kérdések mikor hangzanak el a tanítási-tanulási folyamat során. Ezért a kérdéseket és az azokhoz kapcsolódó tanulási folyamatot gondosan meg kell tervezni (7.18. ábra). Természetesen lehet a kérdezésnek spontán összetevője is, hiszen csak akkor életszerű a tanítás, ha a tanulók aktuális állapotához, problémáihoz igazodik.



7.18. ábra. A tanórai kérdezés folyamata (Makádi M.)

Az elmondottakból következik, hogy a kérdéseken alapuló tanulás nemcsak azt feltételezi, hogy a tanár egyre magasabb szintre juttatja tanulóinak kérdezési képességét, hanem azt is, hogy saját maga kérdezési technikáját és stratégiáját is folyamatosan fejleszti, hiszen a természetismeret tanítása-tanulása során sokféle összefüggés vár felfedezésre, ok-okozati kapcsolatokon alapuló logikai láncok épülnek fel, és a megismert dolgokból következtetések levonásával, prognózisok alkotásával szereznek új tudást a tanulók.

A kérdezés során betartandó legfontosabb módszertani szabályok

Az általános didaktikai szempontokon túl a természetismeret tanítási-tanulási folyamatában az alábbiak megfontolását ajánljuk!

- A túl elaprózott, csak a memóriát mozgósító kérdések kizárólagos alkalmazásakor kikapcsol az agy, a gyerek „elveszíti a fonalat”, így a kérdések sorozata nem vezet eredményre.
- Érdemes a tananyagot úgy átgondolni, hogy előre megfogalmazzuk az óra fő kérdését, majd kb. három alkérdést, amelyek mind a fő kérdés megválaszolását szolgálják, segítik. Szükség esetén az alkérdések is további kérdésekkel felbonthatók.

- A kérdésnek a tanulási folyamatban aktuálisan betöltött funkciója szerint változzon a kérdésekben lévő tartalom mérete! A szűkebb tanári kérdések tények felidézésére, összefoglalására szolgálnak, a tágabbak inkább elemzésre, értékelésre, kreativitásra irányulnak, tehát fejlesztik a gondolkodást, motiváló és aktivizáló hatásúak.
- Inkább kevesebb tanári kérdés hangozzon el a tanítási órán, de az tartalmas legyen!
- A kérdések és a válaszok között legyen megfelelő idő (körülbelül 5 másodperc), hogy a tanulóknak megindulhasson a gondolkodás, és legyen esélyük a válasz megtalálására és megfogalmazására! A kérdések között is tartsunk szünetet, hogy a tanulók lezárhassák magukban az előző gondolatsort!
- A kérdések sorozatát úgy állítsuk össze, hogy azok egyre növekvő kihívást jelentsenek a tanulási folyamat során, egyre magasabb szintű kérdésekkel egyre bonyolultabb gondolkodási-értelmi követelményeket támasszon a tanár a tanulókkal szemben!
- A tanár bátorítsa a gyerekeket arra, hogy minél többet kérdezzenek!
- Helytelen vagy nem azonnali válasz esetén a tanár ne szó szerint ismétlje meg a kérdést, hanem lehetőleg másként kérdezze ugyanazt a dolgot!
- A tanár ne azonnal reagáljon az egyes tanulói válaszokra, mert azzal gátolja a további gondolkodást! Inkább hallgassa meg mások válaszát is, és azt követően válogasson közülük!
- A tanár értékelje és használja fel a kérdésekre adott válaszokat!

A tanulói kérdés ösztönzése

A gyerekek csak akkor tartják meg kérdezési hajlandóságukat, ha a tanítási órákon **bátorító** közeg veszi körül őket. Ez azt jelenti, hogy bármit megkérdezhetnek, és kérdéseikre megfelelő időben megfelelő választ kapnak, amit persze a tanítási idő és a tananyag szorításában nem könnyű megvalósítani. A legtöbb tanár nyugtalan, ha a tanulók kérdései miatt elcsúszik a tananyag „leadásával”, ezért igyekszik minimálisra szorítani a kérdezést. Csakhogy ebben az esetben épp a tanítás és a tanulás lényegéről feledkeznek meg: a kíváncsiság kielégítéséről, a kreativitás és a gondolatok alkotó felhasználásáról. Lássuk csak, hogy mely módszerekkel serkenthetők a kérdezésre és jobbnál jobb kérdések megfogalmazására a tanulók!

- Mivel az eredményes tanulás alapfeltétele a feldolgozandó anyag lényegének a megértése, megtalálása érdekében a tanulók kiscsoportokban egy információhordozó (tankönyvi szövegrészlet, ábra- vagy térképrészlet, füzetükben lévő jegyzet stb.) által közvetített tartalom lényegére irányuló kérdéseket alkotnak, amelyek közül **közösen kiválasztják a legjobbat**.
- Ugyancsak közösen választanak abban az esetben is, amikor egy tanuló a többiek által ismert, tanult személyiség (pl. felfedező, tudós), tárgy (pl. tereptárgy, eszköz), hely (pl. város, táj, életközösség) vagy egy környezetre irányuló fogalom (pl.

talajpusztulás, felmelegedés) helyébe képzelettel magát, és a többiek kérdésekkel (lehetőleg nyitott kérdésekkel) bombázzák, amelyre gyorsan kell válaszolnia.

- Egy frissen tanult jelenséggel, eseménnyel vagy történéssel kapcsolatban tanuló párok alkotnak információt kérő kérdéseket. A kérdések mellett meg kell fogalmazniuk, hogy milyen típusú kérdést alkottak: a sorokból kiolvasható, a sorok között rejtőző vagy a sorok mögött meghúzódó információra irányuló. A tanulási gyakorlatban általában a kérdés hangzik el előbb, amelyre válaszolnak, de a sorrend meg is fordítható: a tanulók egy adott válaszhoz alkossanak kérdéseket (többet és többfélet).
- Hosszabb időtartamú, de annál érdekesebb és hasznosabb az **online kérdés-válasz módszer**, amely azzal indul, hogy egy 6-8 fős csoport egy tagja elküld egy az épp aktuális tananyaggal kapcsolatos kérdést az egyik osztálytársának valamelyik csethelyen. Olyan kérdést kell feltennie, amelyre nem hangzott el válasz a tanítási órán és nincs benne a tankönyvben sem. Ha a címzett helyesnek találja, segédeszközök használatával megválaszolja azt, és visszaküldi a feladónak. Ha hibásnak tartja a kérdést, akkor kijavítja, és elküldi egy újabb osztálytársnak. Az nyer, akinek a legtöbb válasza gyűlik össze.
- A tanár folyamatosan felírja kis cédulákra a tanulási folyamat (pl. egy témakör feldolgozása) során elhangzott **jó (érdekes, felfogós, szokatlan) tanuló kérdéseket**, és egy dobozban gyűjti. Az összefoglaló órán kihúznak egy-egy kérdést a dobozból, amit az osztály megpróbál megválaszolni. A kérdések szét is oszthatók a kutató szellemű gyerekek között azért, hogy otthon, segédeszközök, különböző információforrások (például könyvtári vagy médiatári források, világháló) felhasználásával keressenek választ azokra.

A tanórai kérdés közvetlenül vagy közvetve, de irányítja a tudásszerzési folyamatot. Az apróbb kérdések inkább az információk összegyűjtését és tartalmi, logikai rendezését, szükség esetén a felelevenítést segítik, az átfogóbbak vagy a problémafelvetők inkább a gondolkodási műveletekre irányulnak. A gondolkodás azonban nemcsak kérdésekkel irányítható, hanem azáltal is, hogy a tanár példát mutat, hogyan kell azt csinálni. Egy probléma felvetését követően hangosan gondolkodik, azaz bemutatja, hogy milyen gondolati utat járna be a probléma megválaszolása során. A gondolati utat kérdések sorozatára építi, vagyis bemutatja gondolkodása sémáját. Persze kérdések nélkül is végigbeszélheti önmagával a problémát.

7.5.2. A természettudományos kommunikáció szabályainak érvényesítése a tanulás során

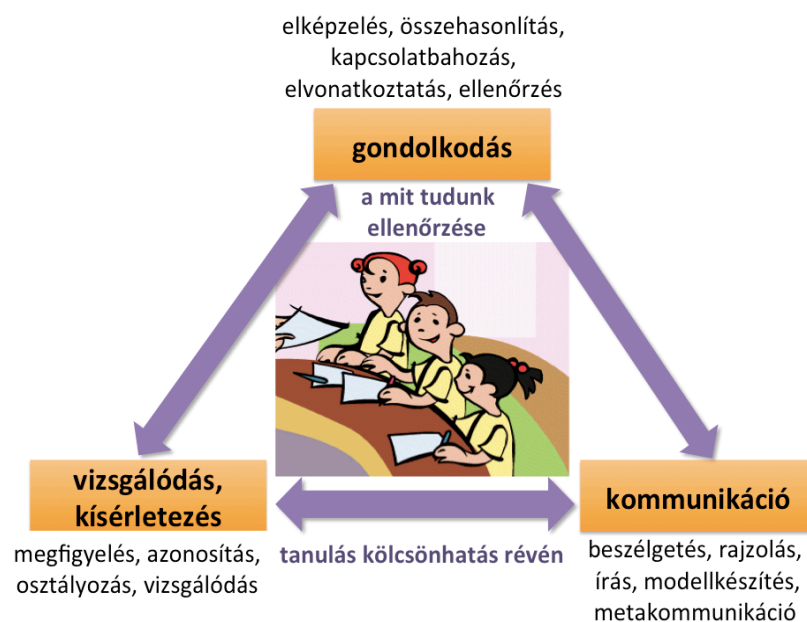
A természettudomány tanulása a természeti környezethez, **a valósághoz intézett kérdések és válaszok sorozatában** valósul meg. Ez az új megközelítés azt mondja: figyeljétek meg a tárgyakat, az élőlényeket, a természeti jelenségeket lehetőleg minél többféle szempontból, és gondolkodjatok közösen a tapasztalatokról! Ha elegendő számú valós tapasztalatot szerezhetnek a tanulók a sokszínű világról, és tudnak érdemi, lényegi kérdéseket intézni ahhoz (pl. célirányosan megfigyelni vagy vizsgálni), azt fogják látni, hogy még a látszólag nagyon eltérő jelenségekben is vannak közös elemek, szabályszerűségek (*Mans, 2005*).

A **természet kikérdezése** olyan tevékenységek végzését foglalja magában, mint...

- a. tárgyak, jelenségek, változások és problémák különböző nézőpontokból történő **megfigyelése**, amelyek lehetővé teszik a tanulók számára annak felismerését, hogy a dolgok közötti kapcsolatok nem fedezhetők fel tudatos és közvetlen megfigyelés nélkül. A természettel való effajta párbeszéd rádöbbeníti őket annak összetettségére, és lehetővé teszi a különböző tudományágak, tantárgyak által nyújtott tudás összerendezését. Ehhez úgy kell irányítani a tanulási folyamatot, hogy a kérdések a már tanultakra épüljenek, a tapasztalatokból levont következtetések pedig oda vezessenek vissza. Noha a tanulóknak is vannak elképzeléseik a jelenségekről, de csak akkor érthetik meg azokat a maguk teljességében, ha „tudományosan” feltárják nagyobb mélységben, és együtt kiokoskodják, hogyan modellezhető az;
- b. különböző **gondolkodási műveletek** a tapasztalt jellemzőkkel és jelenségekkel (pl. csoportosítás, hasonlóságok és különbségek keresése, besorolás, a rendszeres jellemzők felfedezése, analógiák keresése, kapcsolatkeresés, felidézés). Azon túl, hogy a gondolkodási műveleteken keresztül mélyül a tanulók tudása, e tevékenységeknek üzenetük is van a tanulók felé: mivel születésünktől egyaránt részei vagyunk a természeti és a társadalmi környezetnek, kognitív tapasztalataink mindkettőből származnak. A természeti környezetből eredők és a gondolati tapasztalatok egyaránt felhasználhatók új természettudományos és társadalmi ismeretek szerzésére.
- c. **kommunikációs gyakorlatok**, a megértés és az ötletek, az érzések, a kétségek és a vélt bizonyosságok megfogalmazására. A nyelv eszközével határozzuk meg a problémákat, cserélünk információkat és gondolatokat a közös döntéshozatal megelőzően stb. Elképzeléseink elmagyarázása érdekében le kell írni, elbeszélni, magyarázni, érvelni mellette vagy ellene, modellt készíteni, kommunikálni a testünkkel, amelyek során meghatározzuk és változtatjuk azokat, más szóval: tanulunk. A kommunikációs gyakorlatok segítik, hogy a tanulók felismerjék, a

tudomány segítheti minden elképzelés, ötlet lehetőségeinek és korlátainak felismerését, különböző oldalainak és problémáinak megértését, ami lehetővé teszi számukra, hogy megismerjék a tudomány természetét.

- d. **új ötletek, elméletek, struktúrák megfogalmazása**, ami azt üzeni a tanulóknak, hogy a természettudomány megfigyelések, vizsgálódások, kísérletek sorozatán át állandóan változott, hosszú fejlődésen ment keresztül addig, amíg megértette az emberrel a természetben lejátszódó körforgásokat, változásokat, egyensúlyokat, az élőlények, közöttük az ember működését. Képzett emberekre van szükség, akik képesek értelmezni a tudomány és a technológia vívmányait, döntéseket hozni, és ötleteikkel hozzájárulnak egy jobb világ megteremtéséhez. Azt is látniuk kell ezekben a példákban, hogy a megismerési, tanítási idő és a tanulási idő nem mindig esik egybe, és nem is azonos időtartamú.



7.19. ábra. A kérdésekre épülő természetismeret-tanulás funkcionális háromszöge (Makádi M. 2015)

Hallgatói kérdések és feladatok

1. Gyűjtse össze azokat az okokat, ami miatt nehéz kérdeznie a tanárnak!
2. Hogyan segíti elő a kérdezési stratégiákra épülő tanulási folyamat a tanulók tudásának fejlődését?
3. Mit tehet annak érdekében, hogy a zárt kérdéseket felváltsák a gondolkodásra és a probléma-megoldásra készítő kérdések a természetismeret órákon?
4. Milyen módszerekkel ösztönözheti a tanulókat a minél több tartalmi kérdésre?
5. Készítsen rendszerezett gyűjteményt hibás kérdésekből hospitálási jegyzetei alapján!

6. Gyűjtse össze saját tanítási gyakorlatának legjobb tanári kérdéseit! Mutassa be azok módszertani vagy pedagógiai értékét!
7. Gyűjtse össze a tanítványai által feltett legjobb kérdéseket! Indokolja, hogy miben látja az értékeiket!

7.6. Természetismeret-tanulás eltérő utakon és együttműködésben

Írta: dr. Makádi Mariann – dr. Radnóti Katalin

Kulcsszavak: differenciálás, metakognitív tudás, elemző-vizsgálódó problémamegoldás, aktív tudásépítő folyamat

7.6.1. A differenciális pedagógia alkalmazásának szükségessége

Igazodás a tanulókhöz

A gyerekek különböző adottságokkal születnek, ezek a különbségek a szocializációs folyamat során tovább növekednek. A természet egyes területeiről is különböző előismeretekkel rendelkeznek, így ugyanaz a természeti jelenség, folyamat vagy összefüggés más-más értelmet kap számukra. Ez a tény a természetismeret tanításának szempontjából nagyon fontos, különösen, ha arra gondolunk, hogy milyen nagy szerepet kapnak a tantárgyban a jelenségmegfigyelések, az anyag- és folyamatvizsgálatok és a hozzájuk fűződő magyarázatok, elméletalkotási folyamatok (M. Nádasi, 2001, 1998; Báthory, 1992). Mivel a célunk a jelenleg elfogadott elméleteknek leginkább megfelelő, korszerű tudás kialakítása, akkor – tekintetbe véve a tanulók különböző gondolkodási útjait, érdeklődést és előzetes tudását – nem tehetünk mást, minthogy a differenciálás pedagógia módszereit alkalmazzuk a természetismeret órákon.

A **differenciálás** olyan szemlélet, ami természetesnek veszi a tanulók között meglévő különbségeket, illetve azt, hogy a különböző tanulók számára (a lehetőségek és korlátok figyelembe vételével) megfelelő tanulás-szervezéssel biztosítani lehet az egyéni fejlődéshez szükséges kedvező feltételeket. Azt jelenti, hogy a tanulási folyamatban lehetőség szerint mindenkinek azt nyújtjuk, amire saját fejlődéséhez szüksége van.

Differenciálni különbözőképpen lehet:

1. **érdeklődés szerinti (tartalmi) differenciálás:** annak lehetőségét jelenti, hogy bizonyos határok között a tanulók érdeklődése szerepet játszhatson a tananyag

megválasztásában (például projekt munka során, amikor a közös feladatból mindenki azt a részfeladatot választja, ami őt érdekli, vagy a csoport munkában, amikor a különböző csoportok különböző témákat dolgoznak fel);

- b. **differenciálás eltérő utak bejárásával:** annak lehetősége, hogy a végeredményhez, ugyanahhoz a tudáshoz különböző módszertani utakon is el lehessen jutni, amelyek az egyes tanulók különböző igényeihez igazodnak (pl. egyenletesen változó mozgások bemutatásához különböző példák tanulói érdeklődés szerint, mint lejtőn lesikló síelő, vagy autó forgómozgáshoz, piruettező, Föld forgása). Akkor kap mindenki tényleges esélyt, ha a tanár nem ragad le egyetlen tipikus módszernél (amely egyeseknek előnyös ugyan, de másoknak hátrányos), hanem váltogatja azokat (*Knausz 2005*).
- c. **differenciálás eltérő követelményekkel:** az egyik tudásterületen felszabaduló energiák egy másik tudásterületen való hasznosulásának lehetősége (pl. részecskekép esetében, ha megértik az oldás fogalmát néhány példa esetében, majd a részecskeképet használják a halmazállapot-változások értelmezéséhez). Nem tekintjük követendő „differenciálási módnak” azt, ha az ún. „gyengébb” tanulóknak kevesebbet, a „jobbaknak” többet nyújtanak, mert ez nem fejleszt, hanem egyértelműen a lemaradás fokozásával jár.

A megfelelő és az eredmény szempontjából kívánatos differenciáláson elsősorban nem azt értjük, hogy a tantárgy iránt érdeklődő, abban jó eredményt mutató diákokat valamilyen módon különítsük el az aktuálisan kevésbé eredményesen teljesítőktől. Akkor válik igazán eredményessé a gyerekek egyéni tanulási folyamata, ha minél többféle elképzelést, modellt ismerhetnek meg, és a feladatok, problémák megfogalmazásakor, megoldásakor kialakuló beszélgetéseken, vitákon egyre pontosabbá válhat saját tudásuk. Ebből a szempontból alapvető jelentősége van annak, hogy az oktatás minél tovább differenciáltan történjen (*M. Nádasi 2001*).

Az aktuális tudás megítélése és kezelése

Mivel a differenciálás alapja a gyerekek gondolkodásának, tudásának naprakész ismerete, az egyes tanítási egységek előtt meg kell ismerni azt. Ehhez többféle lehetőség kínálkozik. A 10-12 éves életkorban legkevésbé javasolt a teszttel, „röpdolgozattal”, „felmérővel” való tájékozódás, mert az írásbeli kifejezési képesség, a definícióalkotás ekkor (és ezekben a feladathelyzetekben) még meglehetősen nehéz. Helyette viszont lehet beszélgetést kezdeményezni a soron következő témakör alapvető kérdéseiről vagy a téma tanulásához elengedhetetlenül fontos ismeretekről. Lehet felvetni egy problémát, és arra beszélgetésben, manipulációban, tervezésben választ keresni. Például az anyagszerkezet tanítása előtt a „Hogyan képzeld el a levegőt?” kérdésre kaphatunk érdekes válaszokat. Ha

a beszéddel nehezen boldogulnak, akkor készítsenek rajzot vagy modellt (pl. Képzeld el, hogy egy varázslattal láthatóvá vált számodra a levegő! Rajzold le, hogy mit látsz!)

Ha jól dolgozik a tanár, akkor a tanulók tudása és szemlélete folyton változik a tanulási folyamat során. Ebből következik, hogy azt folyamatosan nyomon kell követni, és szükség esetén módosítani kell a tanítási terven. A feladatok megoldása során a gyerekek beszélgetéseinek, vitáinak megfigyelése aktuális láttelepet adhat.

Már látta az 1. Fejezetben is, hogy a tudás igen összetett konstrukció. Miképpen jellemezhető **a tanulók előzetes tudása**?

- **A tudás mennyisége:** a legkönnyebben mérhető elem, de a természettudományos tudás szempontjából ebben az életkorban a legkevésbé lényeges. A „nagyobb” mennyiségű (több tudáselemből álló) tudás elvileg alkalmasabb további tanulásra vagy problémamegoldásra, de ez az összefüggés nem automatikus, hiszen a tudás szervezettségének is fontos szerepe van.
- **A tudás minősége:** nehezen meghatározható és bonyolult a tudáselemek közötti kapcsolatok erőssége és sűrűsége, azaz, hogy milyen képzeteket alkotnak magukban a tanulók egy-egy tudásrendszerrel összefüggésben. (Például a részecskekép esetében hihetik azt, hogy a hőtágulás hatására megnőnek a részecskék, de ez nem helyes képzet, mert a hőtágulást a megnövekedett mozgás okozza.)
- **A tudás alkalmazhatósága:** az adott tudásterület elérhetősége, adott szituációkban való előhívhatósága függ attól, hogy a tudásterületnek milyen kapcsolata van a köznapi szituációkkal.

A sikeres tanulás szempontjából alapvető kérdés, hogy sikerül-e a diákoknak megfogalmazniuk a tanulandó témával kapcsolatos **elképzeléseiket**. Ez nem is olyan egyszerű, hiszen a megfelelő nyelvi formák megkeresése, valamint a gyerek és a tanár közötti ilyen típusú beszélgetések vezetése, a gyerekek válaszainak értelmezése egyaránt nehéz. A belső képzetek megfogalmazása részben azért jelent nehézséget a gyerekeknek, mert általában nem rendelkeznek olyan szókinccsel, amely megfelelően segíthetné őket ebben. Emellett az effajta feladathelyzetekben benne rejlik a **„hibázás” lehetősége**, ami erősen visszaveti a megnyilatkozást. A tévedések számukra általában a szégyellni és rejtegetnivaló dolgok kategóriájába tartoznak.

Mi is állhat ennek a háttérében? Ha a gyerek előzetes tudása nem felel meg annak, amivel a tankönyv, a tanár és az osztálytársak egy része magyarázza a jelenségeket, akkor a gyerek a saját elméletrendszerében alkothat ugyan koherens magyarázatokat, előre jelezhet történéseket, ezek azonban gyakran különbözni fognak a „másként gondolkodók” által megfogalmazottaktól. Az ilyen válaszokat gyakran „hibásnak” minősítik, hiszen nem kerül

felszínre a válasz mögött működő gondolkodási rendszer. A gyerek helyzetét nehezíti, hogy többnyire nem érti meg, miért nem fogadják el a számára logikusnak tűnő választ, és többnyire arra sem képes, hogy a tanár, vagy az osztálytársak által "jónak" minősített magyarázatot megértse. Ha a gyerekek ahhoz szoknak hozzá, hogy tévedéseik, hibáik minden szituációban valamiféle megtorlást, rossz osztályzatot, stb. vonnak maguk után, akkor egy idő után már meg sem fogalmazzák gondolataikat, és ilyen esetekben szülehetnek például az üres papírok a dolgozatok helyett. A tanulási folyamatban talán semmi sem olyan természetes, mint a tévedések, a rontások, a hibák és az újrakezdés vagy a hibakeresés.

Ha a tanárnak nem sikerül megismernie a tanulók előzetes tudását, akkor fennáll annak a veszélye, hogy a tanítás során a köznapi szituációkban alkalmazott tudástól független másik, „iskolás” tudás kialakításán fáradozik, ami az iskola elhagyása után viszonylag gyorsan semmivé foszlik. Ebből következik, hogy minden eszközzel segítenie kell a gyerekeket abban, hogy a tanulási folyamat során bátran fogalmazzák meg a gondolataikat, meg kell értetnie velük, hogy ez a megtanuláshoz vezető út.

A metakognícó szerepe a tanulásban

A tanulási folyamat akkor fejlődik hatékonyan, ha a tanulónak van képe a saját tudásáról. Ez a saját gondolkodásról, problémamegoldásról, kommunikációról alkotott és a megismerési folyamatokat jelentősen befolyásoló tudás a **metakognitív tudás**. Ezért a tanulás kezdeti szakaszát úgy kell megtervezni, hogy a tanulók megfogalmazzhassák a témakör legfontosabb elemeivel kapcsolatos elképzeléseiket. Ez alapvetően fontos ahhoz, hogy utána ténylegesen megindulhassanak a gyerekekben azok a konstrukciós folyamatok, amelyek eredményeképpen a gyermektudomány azon elemei átalakulnak, amelyek nem felelnek meg a mai elfogadott tudományos elképzelésnek. E folyamatnak nemcsak az lesz az eredménye, hogy a tanulók helyesen fogják értelmezni és magyarázni a jelenségeket, de az is, hogy olyan tanulási stratégiát alakítsanak ki, amelynek segítségével később is képesek lesznek új ismeretek feldolgozására, jelenségek értelmezésére.

Amikor a gyerekek egy-egy tévedésük, rossz megoldásuk kijavításán dolgozhatnak, nagyon értékes gondolkodási folyamatok zajlanak bennük. Egyrészt szembe kell nézniük azzal, hogy az általuk korábban helyesnek vélt válasz nem megoldás a problémára. A tényleges hiba megtalálásához sokkal nehezebb algoritmikus módszereket adni, mint egy-egy típusfeladat kiszámítására. Ha a gyerekek megpróbálják kijavítani, elemezni hibás gondolamenetüket, először is világosan meg kell fogalmazniuk, hogyan gondolkodtak, keresni kell másfajta magyarázatot, elemezni kell a legalább kétféle megoldási út egyes lépéseit, a gondolkodási út logikai kapcsolatait, és így tovább. Ha ilyen **elemző-vizsgálódó problémamegoldásra** lehetőségük van a gyerekeknek, akkor várható, hogy kiderül számukra, hogy az elképzelésük, tudásuk hol és miféle korrekcióra szorul.

Az elemző-vizsgálódó tanulási stratégia elemei

- Törekedjenek a tanulók elképzeléseik lehető legpontosabb megfogalmazására, a bennük rejlő tények belső összefüggések feltárására.
- A tapasztalattal szerzett információkat tisztelettel kezeljék, ugyanakkor legyenek tudatában, hogy más gondolkodási rendszerek ugyanarra a tényre más-más magyarázatot is adhatnak, és a gondolkodási rendszerek lényeges különbsége magát az észlelést is megváltoztathatja.
- Legyenek kritikusak a maguk és a mások elképzeléseivel, állításaival szemben, és ugyanakkor nyitottak az újszerű ismeretek befogadására.
- A tanulók bátran vállalják saját véleményüket, és érveljenek mellette.
- Képesek legyenek a másik véleményének tiszteletben tartására, és más érvelése alapján az övéktől esetenként különböző gondolati rendszer alkotására.
- Váljon világossá számukra, hogy a tudás nem azonos az ismeretek egy-egy csoportjának a visszaadásával, típusfeladatok megoldására alkalmazható algoritmusok ismeretével vagy bizonyos vizsgálatok ismételt elvégzésével.

A gyerekeknek tehát folyamatosan mintegy reflektálniuk kell saját tudásukra: honnan indultak, hogyan gondolkodtak az adott témakör kezdetén, majd pedig hová jutottak általa. Látniuk kell, hogyan alakult át a gondolkodásuk, és mely tapasztalatnak volt ebben szerepe. Egy ilyen **aktív tudásépítő folyamat** eredményeként a tanulók „sajátjuknak” érzik az új tudást, miáltal az tartósabb, többféle helyzetben és könnyebben előhívható lesz.

7.6.2. A kooperatív természetismeret-tanulás

Tudásszerzés együttműködéssel

A hagyományos tanulás az egyéni tanuláson alapul. Vagy úgy, hogy a tanár az osztálynak beszélve feltételezi, hogy mindenki követi a gondolatmenetét, teljesíti az utasításait, vagy úgy, hogy azt hiszi, a tanulók a csoportokban „együtt” dolgoznak. Csakhogy a világ ma már alapvetően a csapatmunkára épül (pl. alkotói team-ek, nyílt és közös véleménynyilvánítás és gondolkodás az internetes csatornákon, workshop-ok). A természetismeret tanulási környezetének is fontos elemei lettek a gyerekek közötti együttműködések, a megtervezett és spontán közös tanulási szituációk, a tanulók egymás közötti és a tananyaggal való **interakciói**. A **kooperatív tanulás** lényege nem a csoportokba szerveződés, hanem az **együttműködés, együtt gondolkodás** a tanulók között. Anélkül, hogy részleteznénk, tekintsük át a kooperatív tanulás alapvető jellemzőit!

- Építő egymásrautaltság: a tanulók vagy a csoportok sikere és fejlődése összefügg egymással.
- „Betyárbecsület”: a csoportcélok megvalósítására törekszenek, de nem minősítik, hogy ki mennyi részt vállalt benne, milyen minőséget tett hozzá.
- „Egyenlő” részvétel a munkában a munka felosztásával vagy szereposztással.
- Több szálon futnak a dolgok (párhuzamos interakciók).

A **gyermek együttműködésén alapuló munkaformát** még mindig nehezen fogadják el a tanárok. Többféle érvet sorakoztatnak fel ellene, amelyeket az azokra adható ellenérvekkel együtt mutatunk be (*Wagner 2002*).

Ellenérvek a kooperatív tanulással kapcsolatban

Az ellenérvek cáfolata

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - A gyerekek fegyelmezetlenek, nemcsak arról beszélnek, ami az aktuális feladathoz tartozik. - Nem tudják egyedül megoldani a feladatot, esetleg lemásolják egymásról a megoldást. - A különböző csoportok nem tudják ugyanazokat a feladatokat megoldani, egyesek mindennel elkészülnek, mások pedig alig néhány feladattal boldogulnak. - A kooperatív munka általában lassú, gyakran még a jobb csoportok sem készülnek el a tanítási óra végére. - A csoportos munkavégzéskor sok a „mellék-vágány”, a gyerekek sok mindent megkérdéznek, elolvasnak, amit a frontális órán nem. - A kooperatív munka előkészítése a szokásosnál több munkát igényel a pedagógustól. - A csoportmunka túlzottan eszköz-igényes. | <ul style="list-style-type: none"> ↔ A frontális órákon ilyesmi sohasem fordul elő? ↔ A frontális órán ez mindig így van, hiszen a megoldást a tanár írja a táblára, a többiek pedig másolják. ↔ A frontális tanítás során nem kell külön foglalkozni a jobbakkal ahhoz, hogy az osztály számára tervezett tananyagnál többet kaphassanak? Nem kell a tanítási órán kívül korrepetálni a lemaradókat? ↔ Mi a fontos: az, hogy mennyi tananyagot tud a tanár elmondani az órán, vagy hogy mennyi ragad meg a gyerek fejében? ↔ Vajon hogyan tanuljon a gyerek, ha nincs lehetősége megkérdézni, végiggondolni azt, ami foglalkoztatja? Tényleg elveszett idő, amit erre fordítunk vagy a tényleges elsajátítást szolgálja? ↔ Ez igaz. De gondoljuk végig, hányszor kell újra meg újra visszatérni a már „tanult” ismeretekhez! Nem lenne érdekesebb először tényleg megtanítani, és ezzel megtakarítani az újratanítást? ↔ Forgószínpadszerű óraszervezésnél vagy differenciált órák szervezésekor az eszközökből elég egy (pl. a tanári bemutató vizsgálatához használt eszköz is). |
|---|--|

A kooperatív munkaforma ténylegesen másfajta helyzetet teremt, mint a hagyományos frontális iskolai tanóra. A gyerekeknek nem tilos, hanem egyenesen kötelező megbeszélni a problémákat, és emiatt természetesen van kis alapzaj. Az is előfordulhat, hogy másról is szó esik, mint a feladat, és az is valószínű, hogy a gyerekeknek kezdetben problémáik vannak az együttműködéssel. A csoportos munkaforma során azonban egy-egy probléma felmerülése esetén nem áll meg az egész osztály munkája, hanem csak az egyik csoport vagy néhány gyerek igényli a tanár figyelmét.

A kooperatív munka során olyan kommunikációs helyzeteket teremtünk, amelyekben a gyerekeknek lehetőségük van gyakorolni, megszokni az „**együtt egy célért dolgozunk**” helyzetet.

1. Lehetőségük van megfogalmazni különböző elképzeléseket és megvitatni gondolataikat a társaikkal.

Csoportmegoldás módszer

Egy megkezdett mondatot kapnak a tanulók (pl. A természet védelme azért fontos, mert...), amellyel kapcsolatban a csoport (4 fő) minden tagjának el kell mondania a véleményét úgy, hogy befejezi a mondatot, felírja a cédulára. Aztán összevetik a mondatokat, és közösen alkotnak egy „csoportválaszt”, amely mindannyiuk véleményét tükrözi. Majd minden csoport felolvassa a mondatát, amelyet az egész osztállyal megvitatva megfogalmazzák az „osztályválaszt”.

2. Megtanítja a tanulókat arra, hogy véleményt átgondoltan fogamazzanak meg.

Kupactanács módszer

A feladatot először mindenki magában értelmezi, majd megbeszéli a párjával. A közösen kialakított álláspontjukat megismertetik a csoport másik párosával, így alakul ki a csoport közös véleménye. Például: épüljön-e szélkerék a falu határában, mely biztosíthatja a falu villamos-energia szükségletét? – miközben beszélgetnek róla, érveket és ellenérveket gyűjtenek.

3. Konkrét helyzetekben közösen gyakorolhatják a szaknyelv használatát.

Színháló módszer

Az éppen feldolgozandó fogalommal (pl. földigiliszta, Duna, csapadék, árvíz, vízkörforgás) kapcsolatban közösen fogalomhálót (gondolattérképet) készítenek. A csoport minden tagja más színű tollal írhat szavakat egymás után a csomagolópapírra a kulcsfogalom köré. Lehetőségük van egymás szavait helyesbíteni is. A csoportok a kész papírokat rögzítik a táblán, és bemutatják a többieknek.

4. A megoldások keresése során különösebb következmények nélkül tévedhetnek, és tévedéseiket ki is javíthatják. A bátortalanabbak is kipróbálhatják önálló ötleteiket

„kisebb tétellel” kiscsoportokban, vagy megerősítést kaphatnak, ha mások is úgy gondolják, vagy mások is eltérően gondolják.

Találj valakit! módszer

A tanulók egy témával kapcsolatban megfogalmazzák a gondolatukat, és beírják a táblázatba. (Például: kitegyünk-e madáretetőt az iskola elé?, Miért baj, ha az erdő helyén lakóparkot építenek?) Majd keresnek előbb a saját csoportjukban, majd más csoportokban is olyat, aki hasonlóan gondolja, és aláírta velük a sort.

Téma	Az én véleményem	Egyetértek a véleménnyel

5. Értékelhetik mások gondolatát, véleményét, tervét. Csakhogy ez nem annyira könnyű a 10-12 évesek számára, mert a két szélsőség, hogy a „nagyon jó” és az „elutasítom” között sokféle árnyalat van.

Véleménykártya módszer

Felvetnek egy problémát, amelyről véleményt kell formálniuk a tanulóknak (pl. Mi a véleményed a hibrid- és az elektromos autók terjedéséről? A parlagfűvet minden eszközzel irtani kell. Fontos ismerni, hogy milyen természeti jelenséggel állapítható meg az északi irány.) Megállapodnak abban, hogy egymás állításainak „minősítésére” milyen kategóriákat fognak használni. Olyanokra van szükség, amelyek meghatározzák a vélemény jellegét, és olyan mondatszerkezetekre, amelyek ezt tükrözik (pl. Elutasítom ezt a gondolatot – Tetszik, amit mondtál – Elfogadom, de kiegészítem – Csak részben értek vele egyet – Elfogadom, de kiegészítem – Ugyanezt gondolom). Amikor közösen megállapították a mondatokat, arról is megállapodnak, hogy melyik kártyát hány példányban készítik el.

6. A gyerekek megtanulják megtervezni és megszervezni a saját munkájukat.

A kooperatív munka és a tanári szerep megváltozása

A kooperatív munka alkalmazása a tanítási gyakorlatban a hagyományos tanári szerep megváltozását igényli. Mivel a gyerekek együttműködnek, és a különböző feladatok megoldása, vizsgálatok során általában sokféle forrást használhatnak, megszűnik a tanár a tudás egyedüli forrása lenni. Viszont a tanárnak pontosan ismernie kell azokat a célokat, amelyeket a munka során a gyerekeknek el kell érniük, figyelnie a csoportokban zajló munkát, a munkamegosztást, a gyerekek közötti kapcsolatokat, az egyéni érdeklődéseket. Folyamatosan nyomon kell követni a gyerekek fejlődését, fel kell deríteni a megértést és a tanulást akadályozó legfontosabb problémákat. A tanárnak a magas szintű szaktudományi és szakmódszertani tudáson túl, olyan pedagógiai tudással is kell rendelkeznie, mint a gyerekek tudásának, gondolkodási útjainak ismerete. A tananyag feldolgozása csak akkor lehet eredményes, ha a tanár onnan indul ki, ahonnan azt a gyerekek aktuális tudása éppen lehetővé teszi, és elegendő időt szán az alapvető elméletek megértésére. A pedagógiai munka a tanár számára minden tanulócsoporthoz más, a gyerekek aktuális tudásának ismeretéből kiindulva (diagnosztizálás), az egyes témakörök tervezésén és a terv

megvalósításán át az újabb tervezési folyamatig vezet. Ahhoz, hogy a gyerekekből a megfelelő csoportokat létre lehessen hozni, szinte napra készen tudni kell, hogy a diákok hol tartanak a fontosabb elvek megértésében, milyenek az osztályban a társas kapcsolatok, melyek az éppen az érdeklődés középpontjában álló kérdések, és így tovább. Az elvégzett diagnózis alapján egyénekre (illetve inkább kisebb csoportokra) kell tervezni a folyamatot. Fel kell vállalni, hogy esetenként az osztályban egészen különböző feladatokon dolgoznak a gyerekek, míg máskor természetesen együtt haladhatnak.

Hallgatói kérdések és feladatok

1. Készítse el egy természetismereti témakör tematikus tervét, amelyben kizárólag differenciált munkaformákat alkalmaz! Indokolja, hogy melyik feladatot mely szakmódszertani cél érdekében és miért úgy alkalmazta!
2. Vesse össze a differenciált és a kooperatív tanulásszervezés pedagógiai és szakmódszertani értékeit! Készítsen összehasonlító táblázatot az előnyeik bemutatására tartalmi példákkal!
3. Gyűjtse ki a tantervből azokat a tartalmi és fejlesztési területeket, amelyek különösen indokolják a kooperatív tanulásszervezést! Indokolja is az összeállítását a cél és a tartalom egysége szempontjából!
4. Melyek a kooperatív és a differenciált tanulásszervezés hátrányai? Hogyan lehetne ezeket ellensúlyozni?

A fejezetben felhasznált és ajánlott irodalom

1. *Allport, G. W. (1980): A személyiség alakulása. Gondolat Kiadó, Budapest, 599 p.*
2. *Antalné Szabó Á. (2008): A tanári beszéd kérdésalakzatai. (<http://www.c3.hu/~nyelvor/period/1292/129204.pdf>)*
3. *Bakó B. – Simon K. (2010): Kooperatív tanulás. ?????? 81 p.*
4. *Bruner, J. (2004): Az oktatás kultúrája. Gondolat Kiadói Kör, Budapest, 192 p.*
5. *Chi, M.–Slotta, J. D.–deLeeuw, N. (1994): From Things to Process: A Theory of Conceptual Changes for Learning Science Concepts. Learning and Instruction. 4. pp. 27–43.*
6. *Cole, M – Cole, S. R. (2003): Fejlődéslélektan. Osiris Kiadó, Budapest, 806 p.*
7. *Cortina, V. C. – Solé T., P. – Tarín M., R. (2010): The Role of Thinking. Experimenting and Communicating in the Science Lab. eLearning Papers. ICDECT Nursery and Primary Education Team, Barcelona. www.elearningpapers.eu*
8. *Csapó B. – Szabó G. (szerk., 2012): Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 179–311. http://www.edu.u-szeged.hu/~csapo/publ/Termesztudomany_tartalmi_keretek.pdf*
9. *Csányi V. (2006): Az emberi viselkedés. Centrál Média csoport Zrt., Budapest, 392 p.*
10. *Domokos Lné (2005): Az alkottató tanítás. OPKM, Budapest, 138 p.*
11. *Falus I. – Szivák J. (szerk., 2004): Didaktika; Elméleti alapok a tanítás tanulásához. Comenius Oktató és Kiadó Bt., Budapest, 108 p.*
12. *Cormen, T. H. – Leiserson, Ch. – Rivest, R. L. – Stein, C. (2007): Algorithmen – Eine Einführung. 2. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 685 p.*
13. *Fadem, T. J. (2009): A kérdezés művészete. Jobb kérdések, jobb válaszok, jobb eredmények. HVG Kiadó Zrt., Budapest, 223 p.*

14. Fisher, R. (2002): Hogyan tanítsuk gyermekeinket tanulni? Műszaki Könyvkiadó, Budapest, pp. 29–48.
15. Fóti P. (2009): Útmutató rebellis tanároknak. Saxum Kiadó, Budapest, 218 p.
16. Fülöp J. (1998): Rövid kémiai értelmező és etimológiai szótár. Pauz-Westermann Kiadó, Celldömölk, 160 p.
17. Göncziné Kapros K.: Algoritmikus gondolkodás és fejlesztésének lehetőségei. ppt
18. Inzelt Gy. (2003): Kalandozások a kémia múltjában és jelenében. Vince Kiadó
19. Inzelt Gy. (2012): Mély kútforrása a bölcsességnek. L'Harmattan
20. Kagan, S. (2004): Kooperatív tanulás. ÖNKONET Kft., Budapest, 170 p.
21. Karácsony S. (2002): Ocsúdó magyarság. Széphalom Könyvműhely, Budapest, 415 p.
22. Kontra Gy. (2003): Karácsony Sándor, a nagy hírű professzor. Books in Print Kiadó, Budapest, 214 p.
23. Kontra Gy. (2009): Ezerszer ember: gyermek. Gondolat Kiadó, Budapest, 198 p.
24. Korom E. (2005): Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 190 p.
25. Korom E. – Nagyné – B. Németh M. – Radnóti K. – Makádi M. – Adorjáné – Revákné – Tóth Z. – Csíkos Cs. – Wagner É. (2012): Részletes tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez. In: Csapó B. – Szabó G. (szerk.): Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 179–311.
26. Kuhn, T. S. (2002): A tudományos forradalmak szerkezete. Osiris Kiadó, Budapest, 262 p.
27. Landa, L. (1969): Algoritmizálás az oktatásban. Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 339 p.
28. Liedloff, J. (2013): Az elveszett boldogság nyomában – A kontinuum-elv. Kétezerregy Kiadó, Piliscsaba, 196 p.
29. Makádi M. (2005): Földönjáró. Módszertani kézikönyv 1. Stiefel Eurocart Kft., Budapest, pp. 181–187.
30. Makádi M. (szerk. 2013): Vizsgálati és bemutatási gyakorlatok a földrajztanításban. ELTE-Prompt, Budapest, 375. p. <http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/VizsgalatiEsBemutatasiGyakorlatokAFoldrajztanitasban/index.html>
31. Makádi M. (szerk., 2013): Tanítási-tanulási technikák a földrajztanításban. ELTE-Prompt, Budapest, <http://elte.prompt.hu/sites/default/files/tananyagok/TanulasiTanitasiTechnikakAFoldrajztanitasban/book.pdf>. 4. fejezet
32. Makádi M. (2009): A kompetenciaú pedagógia lehetőségei a tanítási-tanulási folyamatban. Mozaik Kiadó, Szeged, pp. 115–129.
33. Montessori M. (2002): A gyermek felfedezése. Cartaphilus Kiadó, Budapest, 306 p.
34. Nahalka I. (2003): Túl a falakon. Az iskolán kívüli nevelés módszerei. Gondolat Kiadói Kör, Budapest, 99 p.
35. Nahalka I. (2012): Hogyan alakul ki a tudás a gyerekekben? Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 143 p.
36. Neill, A. S. (2009): Summerhill – A pedagógia csendes forradalma. Kétezerregy Kiadó, Piliscsaba, 400 p.
37. Orosz S. (1977): A tananyag elemzése. Országos Oktatástechnikai Központ, Veszprém, 108 p.
38. Orosz S. (1987): Korszerű tanítási módszerek. Tankönyvkiadó Vállalat, Budapest, 249 p.
39. Oroszlány P. (1998): A tanulás tanítása. Tanári kézikönyv. AKG Kiadó, Budapest, 323 p.
40. Pentelényi, P. (2005): Algoritmikus szemléletű tanítás-tanulás az információs társadalomban – következtetések a pedagógusképzésre. In: Falus I. – Kelemen E. (szerk.): Tanulmányok a neveléstudomány köréből. Műszaki Kiadó, Budapest, pp. 453–467.
41. Piaget, J. (1972): La représentation du monde chez l'enfant. Presses Universitaires de France, Paris, 82 p.
42. Radnóti K. – Nahalka I. (szerk.) (2002): A fizikatanítás pedagógiája. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 330 p.
43. Radnóti K. (szerk., 2008): A projektpedagógia, mint az integrált nevelés egy lehetséges eszköze. *Educatio. Budapest*, 327 p.
44. Radnóti K. (2010): A fizikai fogalmak alakulása. *Fizikai Szemle*, LX. évf. 7-8. pp. 255–260.
45. Réti M. (szerk., 2011): Kívül-belül jó iskola. Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, Budapest, 240 p.
46. Bacskay B. – Lénárd S. – L. Ritók N. – Rapos N. (szerk. 2008): Kooperatív tanulás a hátrányos helyzetű tanulók integrált nevelésének elősegítésére. *Pedagógus-továbbképzési kézikönyv. Educatio Társadalmi Szolgáltató Kht., Budapest*, 333 p.
47. Rogers, C. R. (2003): Valakivé válni. A személyiség születése. Edge 2000 Kiadó, Érd, 518 p.
48. Szántó S. (2002): Az algoritmikus gondolkodás fejlesztése általános iskolában. In: Új Pedagógiai Szemle, 5. pp. 84–175.
49. Szilágyi E. (szerk., 2005): Például. Példák, ötletek a fejlesztésközpontú szemlélet iskolai megvalósítására. SuliNova Kft, Budapest
50. Vekerdy T. (2004): Az iskola betegít? Saxum Kiadó, Budapest, 158 p.
51. Wagner É. (2009): A gyermeki elképzelésekkel és változásaikkal kapcsolatos ismeretek és alkalmazásuk a konstruktivista szemléletű fizikatanítás során. PhD értekezés. ELTE PPK Neveléstudományi Doktori Iskola