



## 5.1. A térszemlélet és alakítása a természetismeret tanulása során

Írta: dr. Makádi Mariann és dr. Róka András

**Kulcsszavak:** tér, magasság, mélység, 2D és 3D, „téridő” térkép, térbeli koordinátarendszer, térbeli intelligencia, téri képesség, gondolati tér, térbeli gondolkodás, statikus és dinamikus téri gondolkodás, térismereti szintek, térképi tájékozódás, térrajz, térképvázlatszerű ábrázolás, útvonalrajz, természet közeli táj, átalakított táj, kultúrtáj, szemléleti térképolvasás, tájleírás, tájleírás

Mindennapi életünk során a térnek fontos szerepe van – bizonyos nézőpontból a legfontosabb –, hiszen életünk színtere, abban mozgunk, dolgozunk, kommunikálunk, örülünk és fejlődünk. Gondoljuk csak meg, mennyi szavunkban szerepel a tér szóelem (például játszótér, piactér, élettér, térkép, virtuális tér, térerő, eltér)! Szűkebb értelemben a **tér** a tárgyak befogadására azok létezésétől függetlenül létező üres hely, az emberi tapasztalat szerint a három irány (előre-hátra, balra-jobbra, fel-le) által kifeszített helyek összessége. A késő középkorig a tér fogalma nem létezett, Arisztotelész (Kr. e. 384–322) világképében például a helyet a testnek egy másik testhez, illetve az egész világhoz (annak középpontjához) való viszonyaként értelmezte. Miután felismerték, hogy a világ végtelen, tehát középpontja sincs, az abszolút értelemben vett hely fogalma értelmetlenné vált. Isaac Newton (1642–1727) abszolút térfogalma, majd Immanuel Kant (1727–1804) munkássága következtében a tér új értelmezést nyert, a teret velünk született szemléleti kategóriának értelmezték. Csak Albert Einstein (1879–1955) alkotta meg azt a térfelfogást, amelyet ma is követünk: a tér nagyon is valós, anyagainak tulajdonságaitól függenek a tulajdonságai, amelyek mérhetőek, és hatások kiváltására, elszívására egyaránt képes. A tér az anyag létezési formája. A természetismeret tanítás az ebben a térben zajló változásokkal, jelenségekkel, folyamatokkal foglalkozik.

### 5.1.1. A téri dimenziók és szemléletük fejlődéstörténete

#### Az ember tapasztalati tanulása a térről

Nyugodtan kimondhatjuk, hogy átlagemberként fogalmunk sincs arról, hogy mi a tér. Hosszú fejlődés kellett ahhoz, hogy kellő mennyiségű tapasztalatot szerevezve ügyesen tudjunk élni benne. Kövessük nyomon, hogy napjainkban hogyan veszi birtokba a teret egy ember a csecsemőkortól a felnőtt korig!

A történet minden bizonnyal akkor kezdődhetett, amikor folyton beleakadt a kezünk a kiságy rácsába. Sehoggy sem tudtuk áthúzni a kezünket a rácson, kárpótlásul viszont bele tudtunk kapaszkodni. A levegőt sokáig azért nem tekintették anyagnak, mert amellet, hogy láthatatlan, megfoghatatlan is. Persze a víz sem megfogható, mert „kicsúszik” (kifolyik) a kezünkből (kivéve az a kevés, ami rátapad), de legalább láthatóvá válik. Hiszen amikor a gőz cseppfolyóssá válik, felület képződik, amiről visszaverődve már megcsillan a fény. Sok-sok igyekezet árán kénytelenek voltunk megtanulni, hogy az építőkockák nem rakhatók egymásba, csak egymás mellé, alá, fölé, mert az egyik elfoglalja a helyet a másiktól. A testek a vízbe is csak látszólag helyezhetők bele, hiszen kiszorítják a vizet! Gondoljunk csak *Arkhimédész* felhajtóerejére, amikor azt mondja: „...test által kiszorított víz...”! Amikor a test már a vízben van, akkor a víz csak körülveszi. Hasonlóképpen történik még a talajjal is: egy helyen egyszerre csak egy van, vagy a föld, vagy a vakond, vagy a gyökérzet. A vakond kitérja, és még a palánta gyökérzete is kiszorítja a talajt. A „kítaszítás” miatt nem lehetnek egy helyen. A Matryoska babák is csak azért férnek meg „egy helyen”, mert belül „üresek”, és egymásba rakva az egyik kiszorítja a levegőt a másiktól. Idézzük csak fel *Van Helmont* meghatározását: „amit nem lehet látható testté alakítani, új néven gáznak nevezem” (1652).

Amikor nem tudtunk valamibe belehatolni, megtanultuk, hogy a hely foglalt. Valami elfoglalja a „helyet”, de nemcsak szélkében és hosszában, hanem a magasságában is. Kialakul bennünk, hogy a hely mindhárom irányra vonatkozik, ezért a testeknek térfoglalása, térfoglalata, térfogata van. Megtanuljuk, hogy mindennek van helye, sőt mindennek „helye” van, hiszen nap mint nap halljuk, hogy: „rakd a helyére”, vagy „ez nem helyénvaló!”. Megszokjuk azt is, hogy a helyek összeadódnak, ezért a tér nagy, és minden belefér. Nem úgy, ahogyan Micimackó gondolta: „Nagyszerű – mondta (Füles) – A léggömböm éppen belefér.” – Az nem, Füles – mondta Mackó. – A léggömbök sokkal nagyobbak, mint a csuprok.” ... – De az enyém nem olyan – mondta Füles büszkén. ... óvatosan beleeresztette a csuporba: megint kivette, visszatette. Ezt többször megismételte.” Ugyanis a kiságyba beleférnek a játékok, a kiságy belefér a szobába, a többi bútor elfér a többi szobában, a házban, az utcán elfér az a sok ház, az összes ország összes építménye elfér bolygónk felszínén (csak a népek nem férnek össze). A tér képzeletünkben, majd meggyőződésünkben függetlenné válik a benne lévő anyagtól, és annak minden változásától. Hiszen ha a környezetünkben van olyan hely, amiben nincs anyag, akkor logikusnak tűnik, hogy a térnek anyag nélkül is léteznie kell, és csak helyenként kerül bele anyag. Az emberiség azonban csak lassan vette birtokba még ezt a mindentől, még az időtől is függetlennek tűnő teret.

### **A magasság és a mélység születése a földtörténet során**

A Föld jelenlegi állapotának ismeretében próbáljunk meg visszakövetkeztetni a bolygónk kialakulásakor uralkodó ősi állapotra! Az olvadákbolygót éppúgy a **felületi erők** húzhatták gömb alakúra, mint a súlytalanságban a vízcseppet. Az olvadéköceán zavartalan kis felülete éppúgy síknak tűnhetett, mint szélcsendben a tavak felülete. Azt nem tudjuk pontosan,

hogyan alakították ezt a kétdimenziós (2D) világot a felszín közeli folyamatok. A magas felszíni hőmérséklet ellenére a bolygóközi tér akkor is hideg volt. A hőmérséklet-különbség akkor is áramlást indíthatott a felszín és a világűr között, amelyek hullámzásba hozhatták még a víznél nagyobb viszkozitású olvadékokat is. Napjainkban a nagy tengeri viharok és a partokig terjedő mélytengeri rezgések (cunamik) 20-40 méter magas 3D-s hullámokat is keltenek. A hőmérséklet csökkenésével a túlhűlőben lévő olvadék a hullámzás közben éppúgy megdermedhetett, mint a tengerhullámok Boston környékén 2015 februárjában a tartósan nagy hidegben. A fagyáspontja alá hűlt (túlhűlt) folyadék állapota rendkívül instabil. Már rázkódás hatására is beindul benne a halmazállapot-változás, és a fagyás-kristályosodás sebessége sokkal nagyobb a hullám terjedési sebességénél. Ezért egy pillanatfelvételen hasonlóan hullám alakjában fagy meg a mozgásban lévő víz. Ilyen módon már a szilárdulásnak induló földkéreg felületén is **képződhetnek felszínformák**, 3D-s mintázatok. Azt nem tudjuk, hogy milyen szinten jelent meg a magasság ebben az időben, de az joggal feltételezhető, hogy gömbszerű Földön kialakulásának kezdetén sem volt kiegyenlített a hőmérséklet. Ezért valószínű, hogy a kristályosodás nem egyetlen helyen kezdődött, és a kéreg nem egyszerre szilárdult meg. A növekvő szilárd kéregdarabok (kőzetlemezek) hasonlóan úszhattak az olvadéktengerben, mint napjainkban a jégtáblák és a jéghegyek. E hatalmas tömegű lemezeknek olyan nagy volt a mozgási energiájuk, hogy ütközésük során meggyűrődhettek. Ezáltal egyre magasabb felszíni mintázatok jöhettek létre.

Az atom- és ionrácsos kőzetek olvadáspontja (1000-1500 °C) és a víz forráspontja (~100 °C) között akkora a hőmérséklet-különbség, hogy mire a légkör hőmérséklete az aktuális nyomáson a víz forráspontja közelébe hűlt, a kéreg már az egész felszínen megszilárdulhatott. Így az „özönvíz” jellegű esőzés már egy 3D-s felszínt ostromolt. A víztömegek kialakulásával áthelyeződött a viszonyítási-vonatkoztatási szint. A víz szintjéhez képest a **magasság** mellett megjelent a **mélység**. Ettől kezdve a szél és a víz együtt formálta a felszínt. Az esővíz először a vízben is oldódó anyagokat oldotta fel, majd a megváltozott kémhatású ásványvíz folytatta az „kilúgozást”, a kioldást. A korábban kőzetekké dermedt ásványok egy része vándorlásba kezdhetett, majd az oldhatóság határáig dúsulva, új helyen, más formában vált ki (migráció). A kultúra egysége még az ember előtt megjelent, mert amíg az erózió „művészien” formázta a felszínt („szobrászat”), a kristályosodás „tudományos” alakzatokat hozott létre (kristálygeometria).

### **A geoszférák meghódítása**

Keressünk példákat vízben és szárazföldön a tér egy-, két- illetve három dimenzióját kihasználó élőlényekre (5.1. táblázat)!

Az ásványok és a kőzetek 3D-s alakzatai után a fejlődésnek induló élet kezdte meghódítani a teret. Korunkban a légkör oxigén-utánpótlásának felét a fitoplanktonok termelik, amik a tengerek felszín közeli vízrétegeiben élnek. Annak ellenére, hogy a fény – a minőségétől



függően – 200–400 méter mélyre lehatol a vízben, a fény energiája csak 40 méterig hasznosítható fotoszintézisre. Elképzelhető, hogy az élet a geotermikus energia segítségével is elindulhatott, de a fejlődése mindenképpen a **fotoszintézisnek** köszönhető. A fény hasznosítása érdekében a cianobaktériumok (vagy kéalgák) és a rájuk épülő tápláléklánc egyedei a felszín közeli vízrétegekben élhettek. Ezért a kezdeti élet színtere – a tengerek mélységekhez viszonyítva – szinte 2D-re korlátozódott. A mélységet először az aljzaton élők (például a tengeri uborkák) foglalhatták el, amik elhalt és leülepedett maradványokkal táplálkoztak. A tengeri evolúció a sokféleség kialakulása mellett egyúttal a víz birtokba vételéről, a mélység meghódításáról szól. A mélység élővilága után kutatók 5000 méter mélyen is találkoztak halakkal. Piccard még a Mariana-árok mélyén is egy lapos halat és egy ismeretlen rákfajt vélt felfedezni. Ez azért megdöbbentő, mert a hadászati tengeralattjárók biztonságos merülési mélysége legfeljebb 500-600 méter. Az ettől mélyebbre történő merülés végzetessé válik, mert az óriási nyomóerő már összeroppantja a hajótestet.

Térirányok (dimenziók) száma	Példák
1D	gepárd száguldása az áldozat üldözésekor
2D felszínen élők, mozgók; kis szintkülönbség	vándorlás felszínen, vízen, vízben, aljzaton; kígyók hullámmozgása, nyulak cikk-cakk futása, molnárka
3D nagy szintkülönbség vízben	mélytengeri élőlények, halak, rákok, aljzaton élők
3D nagy szintkülönbség szárazföldön	fák, mamutfenyők; rovarok; sikló repülésre képes hüllők, madarak; a fákon élő élőlények (mókusok, majmok)

5.1. táblázat. Példák az egyes dimenziókat kihasználó élőlényekre

A szárazföldre terjeszkedő élet még sokáig csak a felszínt vette birtokba. Az első **magasba törő** élőlények a 30-40 méteresre növő őspáfrányok és az ősfák lehettek úgy 350 millió évvel ezelőtt a karbon időszakban. A növényi nedvkeringés ekkor már le tudta győzni a gravitációt, hiszen a légnyomás csak 10 méter magas vízoszlopot tud fenntartani. A víz magasabbra történő szállítása még akkor is csoda, ha sejtről sejtre, szinte molekulánként történik. A magasban, a zöld színtestek által szintetizált szőlőcukor hozza létre azt a koncentrációkülönbséget, ami hajtóerővé válik a gravitációval szemben. A ma élő legmagasabb, és egyúttal legöregebb fák a mamutfenyők. A néhány ezer éves példányok magassága a 110 métert is meghaladja. Az ember számára nem véletlenül vált szimbólummá a magasba törő fa. Az életfa köti össze a mélységet a magassággal, a túlvilágot az égi országgal. A légteret meghódító, a levegőben már manőverező első élőlények a rovarok lehettek, majd jöttek a siklórepülésre, később repülésre képes hüllők. A levegőt igazából a kifinomult mozgású madarak (például kolibrik, fecskék) vették birtokba, akiknél a gyors irányváltoztatással a magassági rekord vetélkedik. Szinte hihetetlen, hogy az indiai ludak vonulásukkor átrepülnek a Himalája felett. Karvalyokat pedig még a polgári repülés magasságában is észleltek (kb. 10 000 m). Az ember esetében óriási teljesítmény oxigénpalack nélkül megmászni a Himalája bármelyik csúcsát. Ezek a madarak olyan speciális oxigénhasznosítással és izomzattal rendelkeznek, hogy még repülni is tudnak ilyen extrém körülmények között.

## Az ember térhódítása – a felszín birtokba vétele

Történelmi ismereteink alapján kövessük nyomon, hogyan vette birtokba az emberiség a Földdel a teret! A Föld meghódítását sokáig a felszín birtokba vétele jelentette. A „lakóhely” a gyűjtögetés, a vadászat, majd a vándorlás során ugyan fokozatosan tágult, de az élettér – a kis szintkülönbség miatt – alapvetően 2D-s maradt. A kicsi és a nagy terület hasonlatossága, annyira a kétdimenziós világot sugallta, hogy a Földet sokáig korongnak képzelték (lásd a mitológiai ábrázolásokon). Az egyiptomi rajzok alakjai is a 2D-be „kényszerített”, préselt lenyomatokat idézik. A rajzszerű térképek kezdetben a domborzat érzékeltetése nélkül, felülnézetből, 2D-ben ábrázolták a megismert felszínt (például partvonalak, szigetek ábrázolása). A 2D-s ismeretek az időszámításunk előtti századokban fejlődnek tudománnyá. Talán a csillagokat képzeletben összekötő vonalak, talán a felszínen talált kristályok síkidomai nyomán indul fejlődésnek a geometria, aminek eredményeit *Thalész* és *Püthagorasz* után *Eukleidész* (Kr.e. 300–?) foglalta össze. Az euklideszi geometria fogalmai az optikában öltének testet: a fényforrás pontszerű, a fény egyenes vonalban terjed, a párhuzamos fénysugarak sem találkoznak, és nemcsak az egymást keresztező, hanem a tükröződő és megtörő fénysugarak is szöveget zárnak be egymással. A tükrözés, a fénytörés és a képalkotás törvényei ma is az ókori geometriai ismereteken alapulnak.

Az optikai eszköz szerepét kezdetben az emberi szem töltötte be. Elég volt a képzeletbeli „fényegyenesek” által bezárt szöveget mérni. A görög matematikusok ilyen egyszerű módszerrel és a hasonlóság törvényeivel határozták meg a Föld kerületét, a Hold és a Nap átmérőjét, és az égitestek Földtől mért távolságát. A lencse felfedezésével bővül a 2D ábrázolás lehetősége, hiszen a művész szemlencséje helyett az üveg lencse feszíti síkba a 3D testeket és a teret, amit a fényérzékeny anyagok felfedezésével a fényképészet már rögzíteni is képes (*Niepce, 1826, Daguerre 1838*). A 20. század elején érdekes fordulatot vesz a művészet története. Az avantgárd törekvésekben a síkidomokra bontással és a vetületi síkok egymásra vetítésével újra a 2D hangsúlyra elevenedik meg (kubizmus, *Picasso, 1907*). Talán éppen ez a szokatlan művészi ábrázolás ösztönözte a geometria további fejlődését. Kiderül, hogy a sík nemcsak a szabályos síkidomokkal fedhető le hézagmentesen, hanem szokatlan 2D-s alakzatokkal is kirakható (periodikus és aperiodikus csempézés, *Escher* és *Penrose*). Hasonlóan meglepő felfedezés volt, hogy léteznek olyan kétdimenziós „vonalak” (matematikai nyelven függvények), amelyeknek bármilyen kicsiny kinagyított részlete hasonló marad az eredetivel, és nem „simulnak ki” a megszokott módon (*Mandelbrot, fraktálok, önazonos szerkezetek*).

Az elszaporodó emberiség fokozatosan ismerte meg a Föld felszínét. A vadászatot, a kalandozást a kedvezőbb élettér megtalálása vagy elfoglalása érdekében felváltotta a tömeges vándorlás és a hódítás. A kereskedelmi és felfedező utak a növekvő igények kielégítése mellett a felszín megismerését is jelentették. A Föld teljes birtokba vétele

azonban csak a 20. század első évtizedeiben fejeződött be, amikor sikerült meghódítani az extrém körülményeket rejtegető Déli-, majd Északi-sarkot is (*Amundsen, Scott 1911, illetve Amundsen 1926*).

Az élőlények megjelenésével már nemcsak az erózió formázott 3D-s alakzatokat, hanem a molekulák önrendeződésével megjelent az élet, egyelőre mikroszkopikus „**3D szobrászata**” is. Az első élőlények közé tartozó kovamoszatok váza még az ásványi kristályokhoz hasonló euklideszi formákat hordozta. Hajtogatott, gyűrt, 3D-s felületek kezdetben csak a sejteken belüli membránok formájában jelentek meg, majd az eukariótáktól kezdődően kialakultak a sejt-szervecskék (kloroplasztisz, mitokondrium) is. A változatosan görbülő makroszkopikus felületek a vízben a meszes váz, a szárazföldön a kitinpáncél kifejlődésével alakultak ki (csigák, kagylók, rákok, rovarok). A csontokkal és az ízületekkel nemcsak a mozgás lehetősége gazdagodott, hanem a rendkívül változatos 3D formák a nagyobb testet is elbírtak. A csontváz növekvő teherbírásával az őspáfrányok és ősfák mellett a szárazföldön a magas állatok (például dinoszauruszok, mamutok, elefántok, zsiráfok) is megjelentek.

### **A tér tágulása és meghódítása**

Az ember esetében a kívánt alakra történő 3D-s alakítás a pattintással kezdődött, ami a zsírkö csiszolásával és az agyag formázásával az őskori szobrászattá finomodott. A magasságot az emberiség sokáig csak az építészettel hódította meg. A piramisok kitöltött tere után az áthidalási technikával jelenik meg a templomok szabdaltsága (parthenon), és a rómaiak kupolájával születik meg az első osztatlan belső tér (pantheon). Az egyiptomi gízai Kheopsz-piramis mai 139 méter körüli magassága mellett 42 méterével szinte eltörlődött Chicago 1885-ben épített első „felhőkarcolója” a Home Insurance Building. A 10 emeletes vasbeton épület több mint 1700 év után is legalább 1 méterrel elmarad a többször is újjáépített Pantheon mellett. Egészen 1889-ig, az Eiffel-torony megépítéséig (301 méter) csak a sorra épülő katedrálisok versengenek a Kheopsz-piramis magasságával. 1931 és 1971 között 381 méterével 40 évig őrizte a magassági rekordot az Empire State Building New Yorkban. Napjaink legmagasabb toronyháza a 828 méter magas Burdzs Kalifa Dubajban, de a Bakuban épülő Azerbajdzsán torony már túllép az 1000 méteren.

Az ember gyalog teljesített magassági rekordjait a hegycsúcsok meghódítása jelentette. A sarkokhoz hasonlítható zord körülményeket először a Kilimandzsáró (5895 m) esetében sikerült 1889-ben legyőzni (*Ludwig Purtscheller, Hans Meyer*). A Csomolungma (8850 m) meghódítása 1953-ig váratott magára, míg a K2 (pakisztáni) hegycsúcsot 1954-ben sikerült elérni. A világtenger mélységét is fokozatosan „győzte le” az ember. Az Ausztrália közelében élő tuamoluk mindenféle segédeszköz nélkül(!) 25-30 méteres mélységből hozzák fel a zsákmányaikat. A mélytengeri búvárok rekordja meghaladja a 200 métert. Az amerikai haditengerészet által kifejlesztett, belül atmoszférikus nyomást biztosító speciális „ruhában”, a kaliforniai partok közelében sikerült a harcászati tengeralattjárók biztonságos mélységéig,

610 méter mélyre hatolni. Ettől mélyebbre csak a 1-2 személyes kutató tengeralattjárók merülhetnek. A Mariana-árok legmélyebb pontját a Challenger Deep-et (11 034 m) eddig kétszer, 1960-ban és 2012-ben érték el.

Keressünk arra példákat, hogy hogyan hódította a meg az emberiség a felszínt, a magasságokat és a mélységeket (5.2. táblázat)!

<b>2D</b> a felszín felfedezése és meghódítása szigetek, kontinensek tengerek, óceánok, átjárók	népvándorlás, hódítás; kereskedelmi és felfedező utak szárazon, vízen (a Római birodalom terjeszkedése, hunok, gótok, germánok, vikingek, tatárok, törökök hódításai) Marco Polo utazása Kínáig (1271–1295), Amerika felfedezése (Kolumbusz, 1492), India elérése Afrika megkerülésével (Vasco Da Gama, 1498), hajóval a Föld körül (Magellán és társai, 1519–1522)
<b>3D</b> a magasság meghódítása, hegymászás sztratoszféraugrás repülés repülési magasság űrrepülés	Kilimandzsáró, Kibo-csúcs (5895 m, 1889) Himalája, Csomolungma (8850 m, 1953) 34 km magasságból (2014) repülés – Wright fivérek sztratoszféra Gagarin – 1961; Apollo – Holdutazás – 1969
<b>3D</b> a mélység meghódítása mélytengeri merülés	tengeralattjárók merülési mélysége (Kurszk -420 m, „945A” 800 m) Mariana-árok, Challenger Deep, (11 034 m, 1960, 2012)

5.2. táblázat. Példák a tér birtokba vételére

Nem kevesebb példát találunk a tudomány és a művészet területén a jelentősebb kétdimenziós és háromdimenziós eredményekre (5.3. táblázat).

Kor, felfedezés	Tudomány, modell	Képzelet, művészet
2D a felszín birtokba vétele	2D – térképek, csillagképek, euklideszi geometria, tapétázás, fraktálok 3D – kristályformák, síkidomokkal határolt testek, domborzat	2D – egyiptomi ábrázolás, korongnak ábrázolt Föld, fényképészet, kubizmus 3D – felszíni kristályok, szobrászat, megalit építészet, Föld-középpontú világmindenség „gömb”
3D magasság és mélység	„3D” – a gömb leképzése, földgömb, domborzat, szintvonalas térképek, képek a magasból, nem euklideszi geometria, holográfia, ultrahangos mélységmérés	„3D” – térábrázolás, perspektíva, Leonardo da Vinci: Mona Lisa, Salvador Daly, életfa, Verne: Utazás a Föld középpontja felé, hologram, 3D fraktálok, 3D nyomtatás
3D a Föld elhagyása	a Naprendszer modellje,, „téridő-térkép”, űrfelvétel, műholdas térkép	Verne: Utazás a Holdba, sci-fi

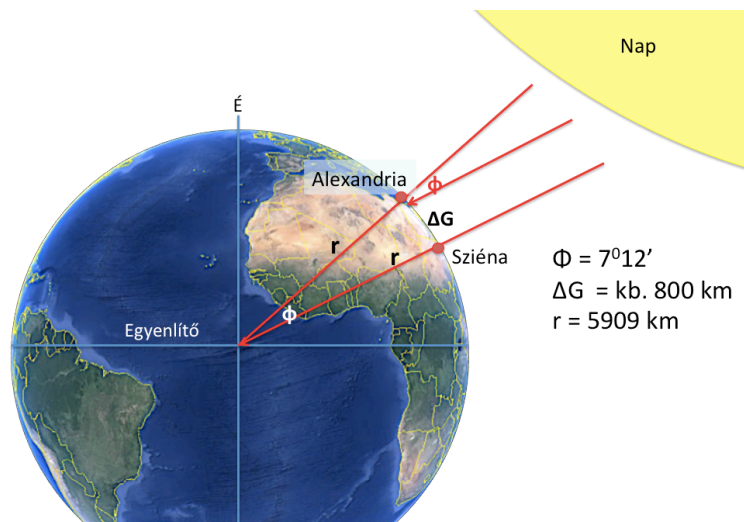
5.3. táblázat. Példák a dimenziókkal kapcsolatos emberi eredményekre!

## A Föld elhagyása – még magasabbra!

Az emberiség nagy vágya, a repülés sokáig váratott magára. *Leonardo da Vinci* megálmodott repülő szerkezete csak a 1903-ban, a Wright fivérek repülőgépével válik valóra. A rakétatechnika fejlődésével, az űrhajózás megjelenésével a magasság fokozatosan **távolsággá** alakult. A Hold és a Föld távolságát 1946-ban *Bay Zoltán* vezetésével magyaroknak sikerült először a legpontosabban meghatározni. A radar visszhangon alapuló méréssel 396 168 km-ben határozták meg. *Jurij Gagarin* 1961-es első űrrepülése után az Apollo-11 expedíciójával *Neil Armstrong* 1969-ben lépett a Hold felszínére („kis lépés egy embernek, de hatalmas ugrás az emberiségnek”).

## A világgép fejlődése

A táguló felület görbülő felszínné vált, amikor kiderül, hogy a „korong” gömbölyű! A görög mitológiában *Atlasz* már gömböt cipelt a vállán, az emberiség tehát már rég óta sejtette, hogy gömb alakú. *Eratoszthenész* (Kr.e. 276–195) abból az egyszerű megfigyelésből kiindulva, hogy a Föld különböző helyein ugyanabban az időpontban más és más az árnyék hosszúsága, arra következtetett, hogy a Földnek gömbölyűnek kell lennie. Az év leghosszabb napján, a Nap delelésekor az Asszuánhoz közeli Sziénában nem jelent meg árnyék, míg Alexandriában a testek 7,2 fokos szöggel árnyékot vetettek. A két város közötti távolság, vagyis a „körív” hosszúságának (kb. 5000 sztadion) ismeretében, egyenes arányossággal kiszámította a 360°-os szöghöz tartozó teljes kör hosszát. A Föld kerületére 250 000 sztadion (kb. 40 000 km) adódott (5.1. ábra).



5.1. ábra. Eratoszthenész mérése a Föld sugaráról

*Arisztarkhosz* (Kr.e. kb. 320–250) holdfogyatkozásakor, a Föld Holdra vetülő árnyékából következtetett arra, hogy a Föld körülbelül háromszor akkora lehet, mint a Hold. Mivel a Nap és a (teli) Hold közel azonos nagyságúnak látszik az égbolton, a hasonlóság törvénye alapján

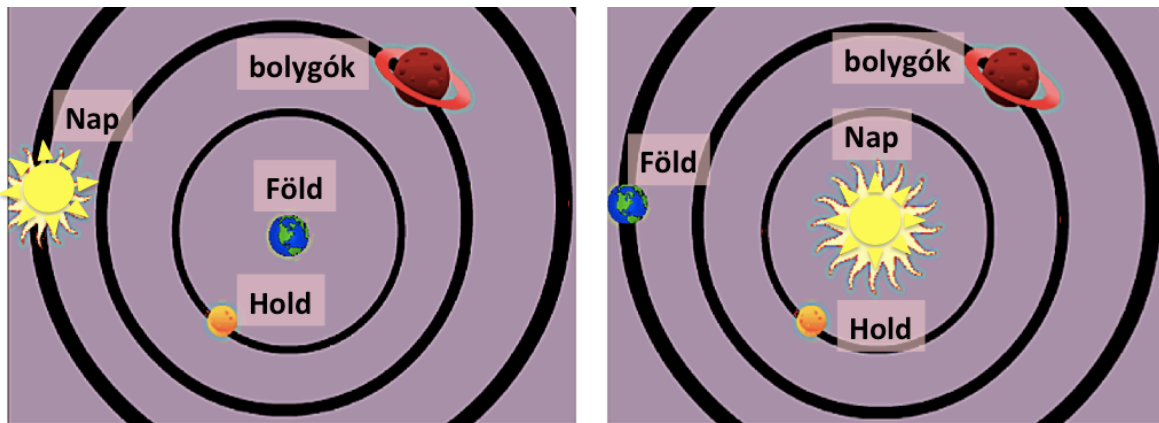
kiszámította, hogy a Holdhoz képest közel húszszoros távolban lévő Nap átmérője legalább hatszorosa a Földének. Ezen alapul korát megelőző elképzelése, hogy nem a nagyobb égitest kering a kisebb körül, hanem fordítva, a Föld kering a Nap körül. Ezzel nemcsak a heliocentrikus világgépp korai képviselője, hanem több mint 1800 évvel *Newton* előtt a tömegvonzás lényegére is ráértett.

A logikus érveléseket előbb-utóbb a **személyes tapasztalat** erősíti meg. Amikor *Magellán* expedíciójának sikerül körbe hajózni a Földet, bebizonyosodik, hogy nyugat felé hajózva is lehet kelet felől érkezni. A Föld tehát tényleg gömbölyű. Amíg *Magellánék* 16 km/óra körüli sebességgel három évig hajóztak (1519–22), az első úrhajós 8 km/s sebességgel 108 perc alatt kerülte meg a Földet (1961). *Gagarin* (1934–1968) volt az első, aki személyesen győződhetett meg a Föld gömbölyűségéről. Az Apollo-program úrhajósai pedig a Hold „magasságából” már csak korongnak látták a Földet.

*Ptolemaiosz* (?–K.sz. 168) több mint háromszáz évvel *Arisztarkhosz* után még mindig ragaszkodott a látszathoz. A világmindenséget a Földdel együtt gömbszimmetrikusnak képzelte, aminek a nyugalomban lévő Földet hitte a középpontnak. Ezáltal nemcsak a **Világegyetem 3D-s modellje** született meg, hanem a geocentrikus világgéppel az első „**téridő**” térkép is. Hiszen a körpályák a bolygók különböző időpontokban elfoglalt helyét, és ezzel az időbeli változást is érzékeltették. A térképészetben *Ptolemaiosz* oldotta meg először a gömbfelület síkra történő leképzését (mai fogalommal a sztereografikus projekciót). Északi tájolású „koordináta rendszerében” már ívelt hosszúsági és szélességi köröket alkalmazott. Ezzel megalapozta a térbeni ábrázolás tudományát. Térképei a nagy földrajzi felfedezések koráig kiindulási alapul szolgáltak.

Érdekes, hogy a tér szinte egyszerre vált háromdimenzióssá a valóságban és az ábrázolásban, hiszen *Martin Behaim* 1492-ben alkotja meg a Föld első háromdimenziós modelljét, a földgömböt. A festészetben pedig majdnem ugyanekkor jelenik meg a tér érzékeltetése, a perspektíva *Leonardo da Vinci* munkáiban. A térszemlélet fejlődésével, a párhuzamos vetületi síkok egymásra vetítésével a 18. században jelennek meg a felszíni domborzatot érzékeltető szintvonalas térképek.

Amíg a vallás ragaszkodott a Föld kitüntetett szerepéhez, a ptolemaioszi geocentrikus világgéphez, a látszatot felülbíráló heliocentrikus világgép az inkvizíció kegyetlen üldözése és *Giordano Bruno* máglyahalála ellenére is teret hódított (5.2. ábra). *Kopernikusz* az euklideszi geometria következetes alkalmazásával tovább fejlesztette *Arisztarkhosz* elképzelését (1543). A Vénusz és a Nap látszólagos együttmozgásából arra következtetett, hogy a Vénusz a Nap körül kering. A körmozgás középpontjának áthelyezésével rájön arra, hogy a Nap-középpontú elképzelés egyszerűbb, mint a ptolemaioszi modell. Mai nyelven ez egy „térbeli ugrást”, transzformációt jelent, amikor a Földdel együtt mozgó koordináta rendszerből áttérünk a **kívülről szemlélő megfigyelésére**.



5.2. ábra. A geocentrikus és a heliocentrikus világméret összehasonlító applikálás gyerekeknek

### A mérés megjelenése

A távcső felfedezése előtt még mindig az emberi szem volt a legfontosabb csillagászati eszköz, de az észlelés a kvadráns segítségével már méréssé fejlődött. A kvadránssal függőleges síkban, vízszintesen elforgatva pedig akár síkokban, 0 és 90 fok között mérték a csillagok állásához tartozó szöget. A mérés pontosságát a szögmérő méretének és számának növelésével növelték. Tycho de Brahe (1546–1601) dániai obszervatóriumában egyszerre négy darab, 6 méter sugarú eszközzel már 2 szögperc körüli pontosságot értek el. Az azonban szinte érthetetlen, hogy Tycho de Brahe, a mérések megbízhatósága ellenére is ragaszkodott a Föld központi helyzetéhez. Ezért kissé ellentmondásos modelljében a Nap és a körülötte keringő bolygók rendszere együtt keringett a Föld körül. Tycho de Brahe legtehetségesebb asszisztensére, Keplerre hagyományozta mérési eredményeinek sokaságát. Kepler a mérések pontosságára támaszkodva körről ellipszisre módosította a bolygók pályáját, és a Földet is a bolygók közé illesztette. Ezzel kialakította a Naprendszer napjainkban is érvényes „téridő térképét”. A tér további tágítását az optika fejlődése, a távcső felfedezése tette lehetővé. Galilei távcsövével többek között felfedezte, hogy a Vénusz a Holdhoz hasonló fázisokat mutat, amit a „csillagok állására” vezetett vissza. A Vénusz és a Nap már ismert együttmozgásából, valamint a Vénusz fényének periodikus változásából arra következtetett, hogy a Vénusz a Föld és a Nap között helyezkedik el, és a Nap körül kering. Távcsöves megfigyelései tehát igazolták Kopernikusz elképzeléseit a heliocentrikus világról.

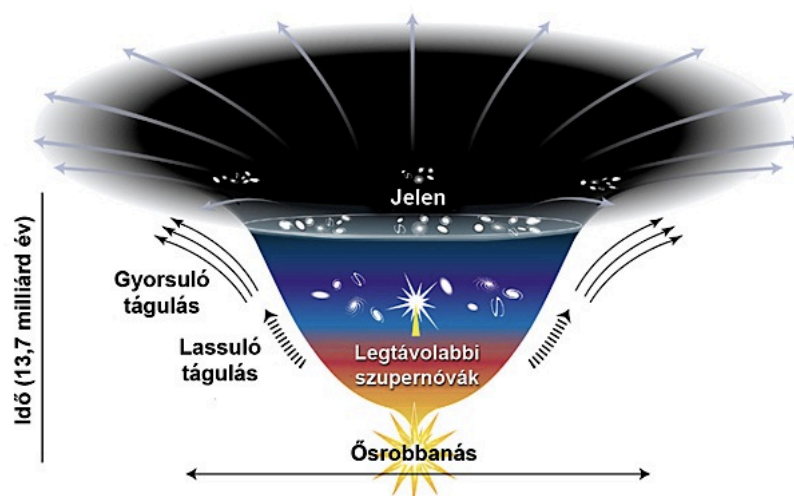
### A 3D tudománya

A 16-17. században a tér euklideszi tudománya kiegészül a számok tudományával, az algebrával, és a „tér” metrikussá válik. Descartes (1596–1650) a sík egymástól független irányainak kijelölésével kialakítja a **derékszögű koordinátarendszert** (1632). A skálázott tengelyek metszéspontjához viszonyítva megadhatóvá válik a sík bármely pontjának a tengelyektől mért távolsága, vagyis a pont helye. Ezáltal a pontok sokaságából álló görbék is



leírhatóvá váltak. Az egyenes, a kör egyenlete mellett kialakulnak a függvények. *Euler* (1707–1783) a háromszögekre vonatkozó geometriai ismereteket kiegészíti a szögfüggvényekkel (trigonometria), ami lehetővé teszi a Descartes-féle koordináta-rendszer térbeli általánosítását, és ezzel megszületnek a **térbeli koordináta-rendszerek**. A tér egymástól független síkokra bontásával alakul ki a skálázott, térbeli derékszögű koordináta-rendszer, illetve a forgásszögek alkalmazásával a poláris koordináta-rendszer. Egy térbeli pont helye – a szögfüggvények alkalmazásával – az origóból kiinduló irányított szakasz tengelyekre vonatkozó vetületével, vagyis a helyvektor koordinátaival adható meg. A koordináta-rendszerek nemcsak a **földgömbön történő helymeghatározást** tették lehetővé (geodéziai koordináta-rendszerek), hanem a matematika két fontos területe is fejlődésnek indult. A térbeli függvények és vektorok matematikája lehetővé tette a **jelenségek, folyamatok modellezését**, többek között az atomi-molekuláris elektronállapotok leírását. A háromnál több változós függvényekhez, a 3D-hez hasonló módon több dimenziót rendelve alakult ki a **több dimenziós tér** fogalma. Ennek legegyszerűbb változata a négy dimenzió válik fontossá *Einstein* relativitás elméletében. A téridő koordináta-rendszerben a mozgást már nem a pálya érzékelteti, mint a Naprendszer korábban említett „téridő-térképén”, hanem a negyedik tengelyként az **idő** is skálázottá válik.

A tér tudományának csúcaként *Bolyai János* (1802–1860) alkotja meg a **görbült terek nem euklideszi geometriáját**, többek között a gömbi trigonometriát (1820–23). A 3D élménye a tudomány után a művészetben, sőt a mindennapainkban is fontossá válik. *Gábor Dénes* (1900–1979) felfedezi a lézerefény interferenciáján alapuló **háromdimenziós „fényképezést”**, a holográfiát. A nagy teljesítményű számítógépekkel lehetővé válik a vetületi síkok egymáshoz illesztése, a **3D-s képalkotás** (CT-, MRI- és ultrahang-felvételek). A 20. század kezdetétől a tudományos és technikai fejlődés **felgyorsította a tér kitágulását** az emberiség számára. A tökéletesedő távcsövek, az egyre nagyobb érzékenységű detektorok, a rádiócsillagászati távcsövek a Hubble-űrtávcsővel együtt lehetővé tették a távoli csillagok, galaxisok kutatását. A magasság már csak a fény sebességével mérhető távolsággá változott.



5.3. ábra. A Világegyetem tágulásának 7 milliárd évvel ezelőtti felgyorsulását bemutató modell (forrás: NASA)



A legközelebbi galaxis, az Androméda-köd is 250 millió fényévre van a Naptól. *Georges Lemaître* (1894–1966) belga tudós-pap fedezte fel, hogy a galaxisok nagy sebességgel távolodnak egymástól. Megfigyeléséből logikusan arra következtetett, hogy Univerzumunk jelenlegi állapotának ez lehetett a kiinduló pontja. A Big-Bang (vagy Ősrobbanás) 1927-ben megszületett, még korai elméletét a nagy energiájú részecskefizikai kutatások megerősítik (5.3. ábra).

## A „rejtőzködő” dimenziók

Környezetünk makroszkopikus világa jelképesen a tengerszintnek felel meg. Amíg a magasság az Univerzum gigantikus világát jelképezi, a „mélységben” a másik véglet, a számunkra láthatatlan dimenziók jelennek meg. Az első parányokat, az egysejtűeket a mikroszkóp felfedezésének köszönhetően *Leeuwenhoek* (1632–1723) láthatta meg először. Az atomok szükségszerű létezésére a többszörös tömegarányok törvényéből következően *Dalton* már 1808-ban következtetett. Az első elemi részecske, az elektron felfedezéséig azonban 1897-ig kellett várni. Az aranyfüst-lemez helyenkénti áthatolhatatlanságának élményéből *Rutherford* (1871–1937) következtet az anyag atomon belüli egyenlőtlen eloszlására, az atommagok létezésére. A további elemi részek, a proton és a neutron felfedezésével egy rövid időre kialakult a végző építőkövek képe, amit a nagy energiájú részecskeütköztetések eredménye hamar romba döntött. A protonok ugyanis a mozgási energiájuk növelésével már annyira közel kerülhettek egymáshoz, hogy meglepő esemény következett be. Az elektrosztatikus taszítás legyőzésével egy új kölcsönhatás lépett színre, mely eredményeképpen korábban ismeretlen részecskék jelentek meg. Hamar kialakult a feltételezés, hogy a proton talán nem is végző építőkö, hanem további részecskékből áll, melyek az ütközések során megjelenő részecskének is alkotói. A nehéz részecskék feltételezett, még elemibb részecskéit kvarkoknak nevezték el. A kvarkok felfedezésével újra kellett gondolni az anyag fejlődéstörténetét, hiszen az elemi részeknek az első atommagok, vagyis a fiatal csillagok kialakulásáig tartó korszakát a **kvarkok kora** előzi meg. Lenyűgöző vagy megdöbbentő az események körré zárulása, hogy a legkisebbek felé haladva eljutunk a legnagyobbhoz, az Világegyetem Ősrobbanást követő pillanataihoz ( $10^{-32}$  s), amikor még csak a kvarkok töltötték ki az egész teret.

## A térfogat születése

Az anyag feltárt fejlődéstörténete persze még mindig nem magyarázza meg a teret, de lassan érthetővé válik a térfogat kialakulása. Vajon megmondható-e, hogy ebben az egymásba skatulyázott világban, a szerveződés melyik szintjétől kezdve van értelme térfogatról beszélni? Megmondható-e, hogy mekkora lehet a nehéz részecskék közé besorolt proton? Egy testről meg tudjuk állapítani, hogy hol kezdődik és hol végződik. Megtehető-e ugyanez a proton esetében? Ha az elemi részekhez az alapvető tulajdonságokhoz tartozó

elektromos és mágneses mezőt is hozzá tartozónak vesszük, akkor érthetővé válik, hogy nem is olyan egyszerű a kérdés. A makroszkopikus világban megszoktuk, hogy a biliárdgolyó akkora, amekkorának letapogathatjuk, amennyire megközelítheti egy másik golyó. Csakhogy a részecskeütköztetés érzékelteti szemléletesen, hogy protonok esetében ez a mozgási energia nagyságától függ. Viszont, ha már olyan közel vannak egymáshoz, hogy képzeletünkben golyókként össze is érnek, akkor nem testekként viselkednek, hanem „egzotikus” részecskékké alakulnak. Tanuljuk, tanítjuk, hogy az atommag protonokból és neutronokból épül fel, de sajnos ez a kép eltakarja a lényegét. Mert az egymással kölcsönhatásban lévő nukleonok valószínű jobban hasonlítanak az ősi, kvarkszerű állapothoz, mint az önálló protonhoz és neutronhoz. Az erős kölcsönhatás miatt azonban nem szabadulhat ki semmilyen részecske az atommagból, kivéve, ha az atommag instabil, vagyis radioaktív.

Amikor egy proton és egy elektron, vagy általában az atommagok és az elektronok atomot alkotnak, „drámai” változás következik be. Nemcsak azért, mert az elektronburok elszigeteli az atommagokat egymástól, és ezáltal megszűnik a fúzió lehetősége, hanem azért is, mert az alkotók elektromos töltése ellenére az atom semlegessé válik. Az elektromos erőteréppé elrejtőzik, mint a kondenzátorlemezek között, vagy a mágneses tér az egymást vonzó mágnesek között. A korábban szinte korlátlan kiterjedésű elektromos mező a két részecske között lokalizálódik. Sőt az elektronok atomon belüli mágneses „társkeresésével”, párképzésével az elektronok mágneses erőtere is rejtőzködővé válik. Ezáltal megszűnik a vegyülés lehetősége és marad az egymással érintkezésbe lépő atomok között a taszítás, a kitaszítás, a kiszorítás, a tér elfoglalása, és ezzel kialakul a **térfogat**. Az atomok testecskét öltenek. Sőt, mivel az elektronpárok a részecskéken belül is taszítják egymást, már atomi és molekuláris szinten megjelenik az alak, a forma, a térszerkezet, ami az ébredő vonzó és taszító erőkon keresztül irányítja a részecskék sokaságának egymáshoz történő illeszkedését, a kristályok természetes alakját, szimmetriáját, szerkezetét.

Az atomok létrejöttével a kölcsönhatás a vonzás és a taszítás kompromisszumán, vagy inkább harmóniáján alapul. Mert a molekulák – alacsony hőmérsékleten – vonzzák egymást (kondenzáció), szilárd felületen megkötődnek (adszorpció), a kristályok, a testek pedig összetapadnak, de attól kezdve, hogy összeérnek, taszító erő ébred közöttük. A vonzóerők nagyságáról nem nagyon tudunk szemléletes képet alkotni, legfeljebb a szakító szilárdság értékeket tudjuk anyagonként összehasonlítani. A taszító erők nagyságát azonban tapasztaljuk, hiszen a hegyek nem omlanak össze, a mamutfenyők magasba törhetnek és a felhőkarcolók súlya alatt sem roppannak össze a „legalsó” atomok. Erővel szemben ellenerő ébred, ami megtartja a rá nehezedő súlyt.

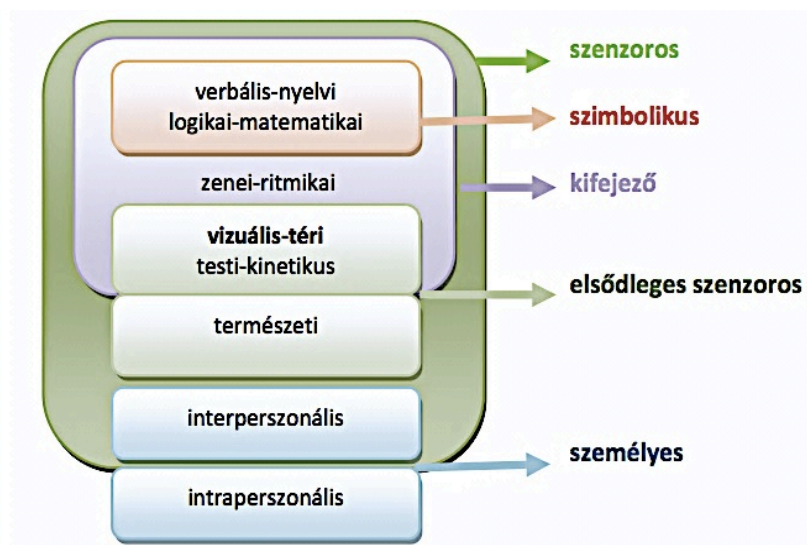
A szerkezet alkalmazkodik a körülményekhez. A földi sarkokon, a mélyben a nyomás növekedésével egyre tömörebb szerkezetű jég alakul ki. Az óceáni kőzetlemezek szintén a tömörebb szerkezettel járó nagyobb sűrűség miatt bukik a szárazföldi alá. Felhőkarcolók

vasszerkezete mellé kifejlesztették a tömörebb szerkezetű, nagy teherbírású betont, aminek az átlagos  $150 \text{ N/mm}^2$  helyett akár  $300 \text{ N/mm}^2$  a nyomószilárdsága.

### 5.1.2. A téri intelligencia és a téri képesség fejlődési folyamata

#### A téri képesség

A természetismeret mint iskolai tantárgy a körülöttünk lévő világ jelenségeivel foglalkozik, ebből következik, hogy egyik fő hagyományos feladata, hogy képessé tegye a tanulókat a **térben való megbízható eligazodásra**. Csakhogy ez az eligazodási képesség nem emelhető ki a tanulók kompetenciarendszeréből, intelligenciájából. Az intelligencia egyik alapvető összetevője a **térbeli intelligencia** (eredetileg a pszichológia "vizuális-téri" intelligenciának nevezi, mi a hazai természettudományban elterjedt "térbeli" megfogalmazást használjuk, 5.4. ábra). Magában foglalja azt a képességet, amely által a vizuális észlelésen keresztül pontos képet tudunk kialakítani a fizikai világról, a bennünket körülvevő térről, illetve képesek vagyunk ezt a képet gondolatban vagy a valóságban átalakítani (Gardner, H. 1993). A fejlett térbeli intelligenciával rendelkező gyerekek vizuális megközelítésekkel (például ábrák, diagramok, fényképek, modellek, animációk és filmek által szerzett információk segítségével) tanulnak a legeredményesebben, és vizuális nyelveken könnyebben fejezik ki magukat, mint verbálisan. Szívesen használják a gondolati térképezési stratégiákat, a problémákat pedig vizuálisan vagy tapasztalati úton oldják meg. Térbeli intelligenciájuk leginkább akkor fejlődik, ha a tanulás során mentális térképeket alkothatnak, a tartalmakat és a terveiket vizuálisan rendezhetik (például grafikus szervezőkkel), két- és háromdimenziós modellekből szerezhetnek információkat, lehetőséget kapnak művészi kifejezésekre (például különböző ábrázolások, textúrák, minták, médiumok) és természetből



5.4. ábra. Az intelligencia kategóriái (Kagan, S. alapján Makádi M. 2012)

származó elemek kreatív felhasználására (úti térkép készítése az út során összegyűjtött kavicsokból stb.). Szívesen mutatják be alkotásaikat másoknak (például projektmunka során vagy portfólióként), és igénylik a visszajelzéseket azokról.

A pedagógiai gyakorlatban ritkán használjuk az egyes szaktárgyakhoz kapcsolódó tanítási-tanulási folyamat céljaként a térbeli intelligenciafejlesztés megfogalmazást, inkább a **téri képesség** fejlesztéséről beszélünk. Azoknak az egymással összefüggő, általános **képességösszetevőknek** a kibontakoztatásáról, amelyek alapján fel tudjuk dolgozni a térbeli információkat, kódoljuk a térbeli ingereket, és amelyek lehetővé teszik az információk felidézését, összehasonlítását és átalakítását (*Haanstra, F. 1994*).

Melyek a térbeli képesség komponensei?

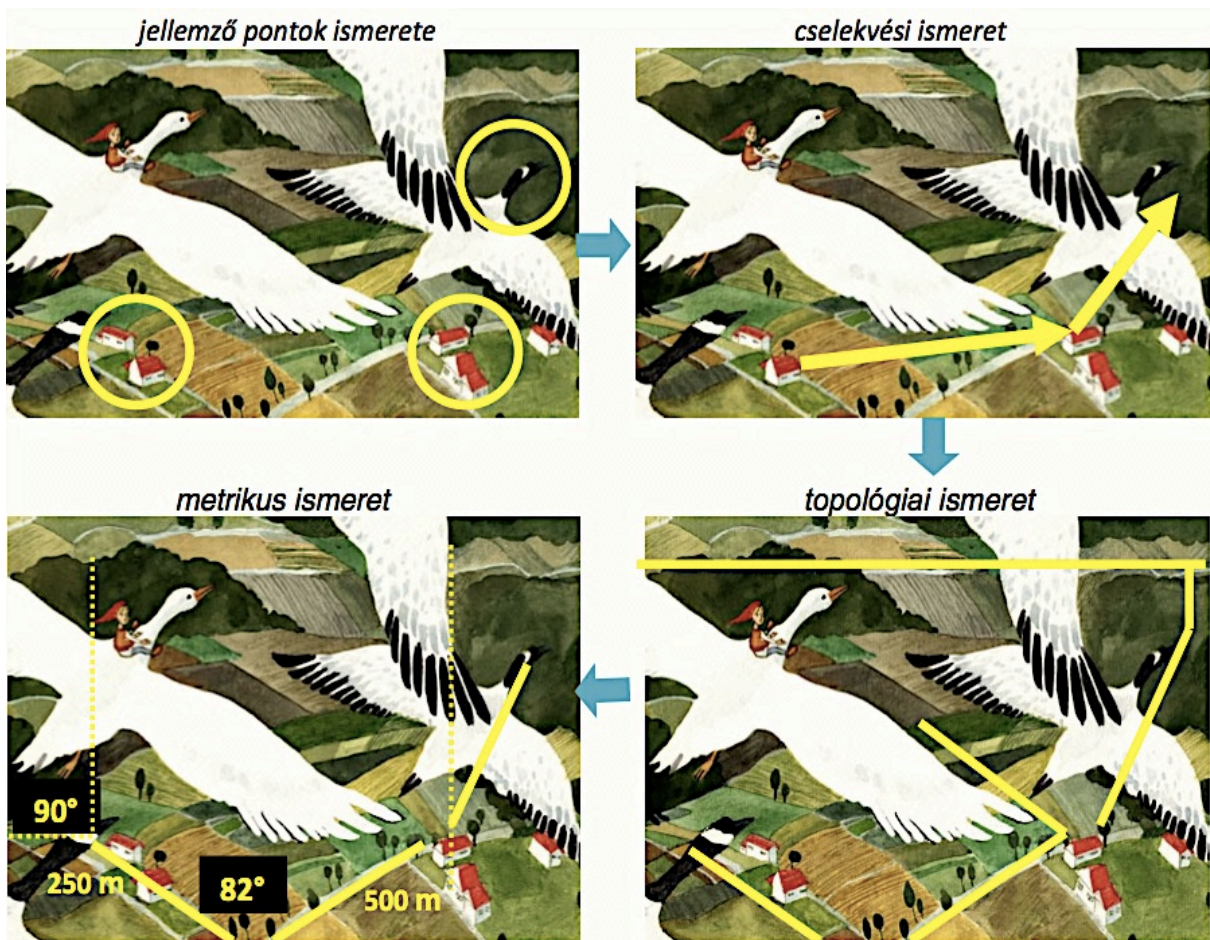
- **térbeli relációk létesítése és érzékelése:** különböző szögekből látott tárgyak azonosítása, felismerése elmozdításuk után;
- **vizualizáció** : egy objektum mentális képének megalkotása;
- **térbeli tájékozódás:** a valódi vagy az elképzelt térben való eligazodás, olyan térbeli elrendeződés felfogása, amelyben az észlelő a rendszeren belül van;
- **képzleti mozgatás:** az emberi test saját helyzetéhez viszonyított jobb és bal megkülönböztetése;
- **térbeli észlelés:** a vízszintes (alatt-felett) és a függőleges (előtt-mögött) érzékelése;
- **mentális forgatás:** a két- vagy háromdimenziós tárgyak gondolatbeli elforgatása.

A térbeli képességösszetevők közötti kapcsolat az észlelő személy térbeli helyének, valamint a tér és elemeinek, tárgyainak térbeli viszonyváltozásán alapszik. **Statikus térbeli gondolkodást** kíván, ha a térelemek objektív viszonyai változatlanok, csak az észlelő helyzete, viszonya változik a térelemekhez képest (például máshonnan vagy más nézetből szemléli a tereptárgyakat, az élőlényeket). Ha a térelemek térbeli viszonyai megváltoznak (például elfordul a szélkakas, helyet változtatnak a keverék részecskéi a mikroszkóp alatt, úsznak a halak a vízben), akkor **dinamikus térbeli gondolkodásra** van szükség. A térbeli képességek teszik lehetővé számunkra a környezetben való tájékozódást, a különböző szögekben elforgatott tárgyak elképzelését, valamint a tárgyak elhelyezkedésére való emlékezést.

### A térismeret szintjei

A kognitív és környezetpszichológiai kutatások alapján tudjuk, hogy az emberek hogyan, milyen fejlődési fokozatokon keresztül ismernek meg egy-egy számukra korábban ismeretlen környezetet (teret). Csaknem ugyanez a folyamat játszódik le a gyermekkori fejlődés során is, csak évek alatt. A **tér megismerésének** négy fázisa van, amelyek egymásra épülnek, a következő szint feltételezi az előző birtoklását (*5.5. ábra*):

1. **jellemző pontok ismerete:** a gyermek felismer bizonyos állandó térelemeket (például sziklát, épületet, fát, távvezetékoszlopot) az adott térben, de nincs tisztában azok tényleges helyével vagy egymáshoz viszonyított térbeli helyzetével;
2. **cselekvési ismeret:** ismer bizonyos útvonalakat az adott, ismert térben és azokat a módokat, amelyek szükségesek az egyik ponttól a másikig történő eljutáshoz (például navigálás a lakóhely és az iskola között);
3. **topológiai ismeret:** tudja, hogy az ismert utak hol találkoznak, milyen hálózatot alkotnak, és képes az ismert utak egyes részeit új útvonallá kombinálni (például eljutni a megszokottól eltérő útvonalon is az iskolához);
4. **metrikus ismeret:** képes a helyek közötti metrikus viszonyok (távolság, irány, szög, kiterjedés) érzékelésére, felfogására és felidézésére.



5.5. ábra. A tér megismerésének fokozatai (Makádi M. 2012)

A téri képesség tehát többlépcsős folyamatban, fokozatosan fejlődik az gyermekévek során, miközben összetevői differenciálódnak, a közöttük lévő kapcsolatok egyre több szálon függenek össze. E fejlődési folyamat ismerete azért elengedhetetlen a tanárok számára, hogy értsék, miért nem tudják egyszerre és azonnal teljesíteni tanítványaik az eléjük tárt téri feladatokat, és hogy ennek figyelembe vételével építsék fel fejlesztési programjukat.



## A gyermekek térfogalmának fejlődési szakaszai

A térérzékelés komplex képesség, amely az érzékelésen, észlelésen kívül szellemi tevékenységeket is kíván, ezért **térbeli gondolkodásnak** tekinthető. Így aktuális állapota szorosan összefügg a gondolkodás egyéni fejlődésével és a pszichológiai érés folyamatával (5.6. ábra).

15 év				
12 év	formális gondolati műveletek szintje	formális műveleti tér		a referenciarendszer és az euklideszi metrika koordinálása
7 év	konkrét gondolati műveletek szintje	konkrét műveleti tér	perspektívák koordinálása	euklideszi vonatkoztatási rendszer
2 év	műveletek előtti gondolkodás szintje	művelet előtti tér	topologikus tér	
0 év	érzékszervi-mozgásos szint	érzékszervi-mozgásos tér	vetített tér	képzelt tárgyalandóság
	<b>általános értelmi fejlődés</b>	<b>a téri szerveződés szintje</b>	<b>térbeli vonatkoztatási rendszer</b>	

5.6. ábra. Az általános értelmi fejlődés és a téri megismerés fejlődésének összefüggése (Piaget, J. alapján, Hart, R. A. – Moore, G. T. 1973 nyomán)

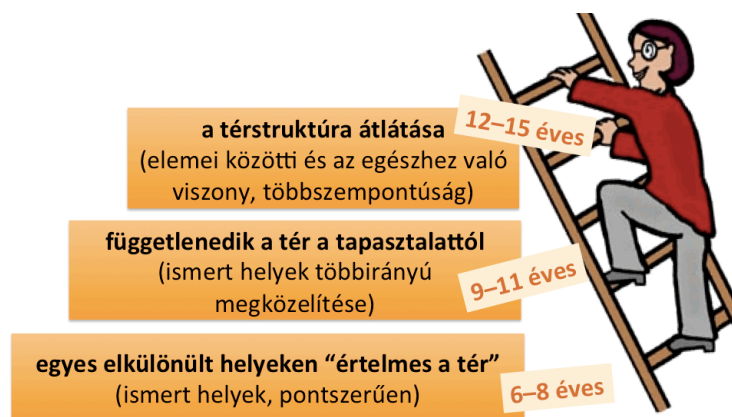
A gyerekek fejlődésük érzékszervi-mozgásos szakaszában (0–2 éves kor) nagyon leegyszerűsítve értelmezik a teret. Képzelti terükben nincs sem perspektíva, sem mérték, csak **topologikusan értelmezik** a teret, a formákat, a tárgyakat elemi téri viszonylataik (például közelség, szomszédosság, folyamatosság) alapján érzékelik. Számukra a tér kaleidoszkópszerűen változó, heterogén térelemek rendezetlen együttese. Két éves koruk körül kezdenek tudatába jönni annak, hogy a terek és a tárgyak tőlük függetlenül is léteznek, és akkor is léteznek, amikor helyzetet változtatnak vagy nem látják azokat. Felismerik az önmagukon kívüli tereket és azt, hogy a tárgy annak ellenére is változatlan, ha más irányból vagy távolságból nézik (nézőpontváltás). Iskolakezdés tájékán kötődnek a térben szerzett tapasztalataikhoz, de még nem tudják felfogni saját cselekvésüket egy másik nézőpontból.

A vetített és a metrikus térértelmezés egymással párhuzamosan alakul, a topologikus térfogalomnál

később kezdenek fejlődni akkor, amikor a gyermekek a formákat, a tárgyakat már nem elkülönültnek tekintik, hanem egy nézőpontból észlelik. A **vetített térértelmezés** azt jelenti, hogy a gyerekek képesek felfogni a térben elkülönült tárgyak közötti összefüggéseket, kialakítanak maguknak egy, a tárgy térbeli mozgásával, helyével, irányával kapcsolatos

viszonyítási rendszert, amelyben a tárgyak és téri helyük változatlan akkor is, ha a rendszeren belül átalakulások, változások történnek. A **metrikus térértelmezés** a tér és elemeinek méretére (például helyek, tárgyak közötti távolságok leírása) vonatkozik. A térértelmezés tehát az észleleti térből indul ki és fokozatosan adja át helyét a képzeleti térnek. Az életkor előrehaladtával javulnak a gyerekek térbeli teljesítményei. A téri képesség azonban gyorsabban fejlődik, mint általában az intellektuális képességek, az előbbiek 12 éves kor körül, az utóbbiak csak kamaszkorban stabilizálódnak. Ezért a téri képesség eredményesebben fejleszthető a fiatalabb gyerekeknél, mint az idősebbeknél, optimuma épp a természetismeret tanulásának időszakában van.

Az iskolai tanulás szempontjából a **téri tájékozódás fejlődésében** három szint különböztethető meg (5.7. ábra). A térrel való különféle mentális műveletek elsajátításának és alkalmazásának megvan a maguk **optimális időszaka**, amelyek egy **fejlődési sor** részei, így az egyes műveletek átugrása vagy előre hozása akadályozhatja a képességterület fejlődését (például ártalmas a 2-3. osztályos tanulók térképi tanulása vagy a számukra ismeretlen környezetben való téri tájékozódási feladatok).



5.7. ábra. A téri tájékozódás fejlődésének szintjei (Stückrath, F. 1968; Haubrich, H. et al. 1988 alapján Makádi M. 2013)

### A gondolati tér kialakulásának folyamata

A tanárok sokszor gondolják, hogy a tanulók könnyen értelmezik, gondolják tovább, rendezik struktúrákba a földrajzi térrel kapcsolatos ismeretelemeket, hiszen a tér objektív, a legtöbb eleme érzékelhető és vannak róla tapasztalataik. Csakhogy a téri tapasztalatok jelentősen különbözőek attól függően, hogy miként vannak jelen, mit tesznek benne, ráadásul az agyuk is feldolgozza a róla kapott információkat. Ebből következik, hogy nincs két ember, akinek azonos képzelete lenne ugyanarról a térről, mert mindenki saját maga építi fel agyában a világot egyfajta többlépcsős modellezés során. E modellalkotás kiindulópontja az **észlelés**, ami a tapasztalatokon és az iskolában vagy az azon kívüli világban szerzett információkon alapszik. A megtapasztalással szerzett információk reálisabb és differenciáltabb térképzethez vezetnek, mint a közvetett információhordozók által közvetítettek, mégsem ez a döntő a

valóság-hű képzetek kialakulásában, hanem az, hogy mely szempontok szerint válogatunk közöttük. Alapvetően kétféle kiválasztási szempont működik: a praktikus (mi szükséges a térben való mozgásunkhoz, ottani tevékenységünkhöz?) és a motivációs (mi tetszik?, mi érdekel?). Hatékonyabban fogadja be és maradandóbban raktározza a tanulók emlékezete azokat a téri információkat, amelyekben érdekeltek. Azonban ha ugyanaz az inger gyakran ismétlődik, nem rögzül a tartalma. Például hatástalan, ha a lakóhelyről, a hazai nagytájáról 3., 4., 5. (sőt később még 8.) évfolyamon is ugyanazon szempontok alapján ismerkednek a gyerekek. (A tantervi követelmények erre figyelemmel vannak, abban nem azonos szemlélettel és javasolt feldolgozási móddal szerepelnek, de a tankönyvekben és a gyakorlatban sajnos gyakran nem így valósulnak meg.) Az információ válogatását a szociokulturális környezet (például a kultúrkör, a szociális helyzet) és aktuális érzelmi állapot is befolyásolja.

Az agy rendszerezi (például halmazba sorolja távolságuk, alakjuk, méretük szerint) a térelemeket és a hiányzókat képzetekkel kiegészíti, majd minden gyermek megteremti a **maga holisztikus terét**. Minőségét személyes beállítottságán túl társadalmi normák (például a belső értékrend, szellemi fejlettségi szint, a társadalom, a család sztereotípiái) is befolyásolják. Agya létrehozza a **saját viszonyítási rendszerét**: elnevezi a térelemet; helyét és helyzetét önmaga helyéhez vagy a környezet valamely számukra fontos objektumához (például útkereszteződéshez, építményhez, a napkelte irányához) viszonyítja; távolságát a helyek vagy tereptárgyak közötti távolság megtételéhez szükséges idővel (például „tízpercnire”) vagy helyi értelmű távolságegységgel (például „a szomszédban”, „a híd mellett”, „a torkolat alatt) adja meg.

Nemcsak a térelemeket, hanem a tér egészének lényegét is „skatulyázza” az agy, hozzákapcsol egy elsődleges jelentést, valami olyat, amellyel korábban már találkozott. A **szimbolizáció** során leginkább abból a szempontból közelíti meg, hogy mi hasznát vehetik (például a tengerparton üdülni, a nagyvárosban szórakozni, az alföldön csak földet művelni lehet). A képzet általában a térben való megjelenéséhez, a látványához vagy az ott átélhető élményhez kapcsolódik (például sivatag –teve, Norvégia – fjord, Párizs – Eiffel-torony), vagy társadalmi nézőpontot fejez ki (például Budapest VIII. kerület – szegénység, IX. kerület – Fradi focicsapat). Ha e kapcsolatnak már nincs is alapja, sokáig megmarad a „társadalmi tudatban”. Egy országot a zászlójával, a nemzeti színeivel vagy éppen a gasztronómiájával (például Görögország – gyros, Skócia – whisky, Kína – evőpálcika) is összekapcsolják az emlékezetükben. E szimbólumok elősegítik a tér érzelmi feldolgozását, az **identifikációt**: kedvelik vagy elutasítják a terület vagy objektum jellege, állapota, esztétikuma, de helyi kötődésük, azonosságtudatuk, kedvelt tevékenységkörük alapján is (például az alföld nem érdekes, a mocsár „koszos”, a város „pörgős”). Így fokozatosan felépül képzeletükben a **gondolati tér**, azaz a valós térről az egyén szubjektív szűrésével és átalakításával nyert **gondolati tér-kép**. Noha a felidézés szempontjából fontos, hogy az egyes terekhez asszociációkkal tudjanak képzeteket kötni a gyerekek, de számukra a lehető legtöbb féle



megközelítést kell nyújtani, elérhetővé tenni, hogy minél valóságosabb (előítélettől és sztereotípiától mentesebb) legyen a téri képzetük.

### A téri képesség nemi különbségei

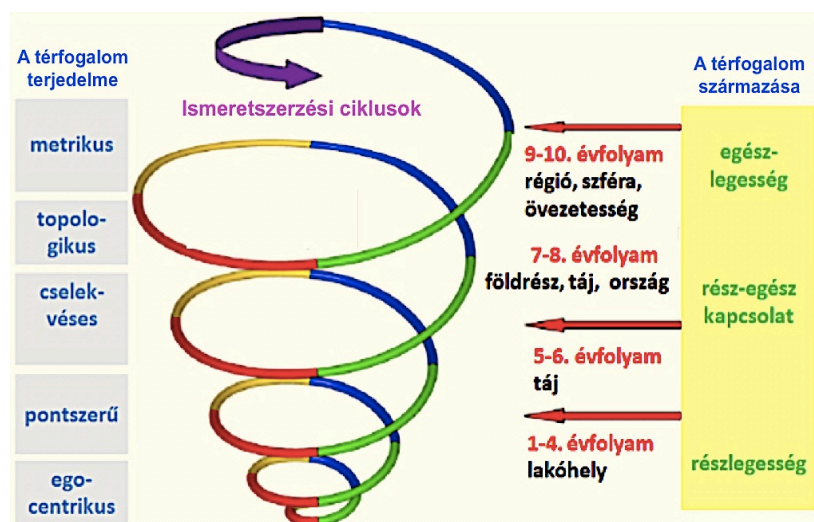
A társadalom általában úgy tartja, hogy a fiúk jobban tájékozódnak a térben, mint a lányok. Lássuk, igaz-e ez! A két nem teljesítményeinek a téri tájékozódás képességösszetevőire bontott vizsgálata alapján megállapítható, hogy a fiúk több téri képesség tekintetében fölényben vannak a lányokkal szemben (a tér áttekintő értelmezése, méretviszonyítások, virtuális térben és térképen való eligazodás, tárgyak vagy térelemek gondolati elforgatása stb.), ugyanakkor más képességterületeken (például a tárgy helyére vagy a térre vonatkozó szóbeli közlésre való emlékezésben) a lányok eredményesebbek. A téri problémák megoldásában a két nem eltérő stratégiákat alkalmaz. A fiúk az útvonalak leírásakor a térelemek összehangolt rendszerében, derékszögű koordináta-rendszer-szerű topografikus séma szerint gondolkodnak (úgynevezett geometriai alapú stratégia), egészében látják a teret. A lányok viszont az útvonalak leírása során kiválasztanak bizonyos pontokat, amelyekhez viszonyítanak (úgynevezett határkő alapú stratégia), a tér egészét és annak szerkezetét kevésbé látják át, a részletekre koncentrálnak. Nem mondhatjuk, hogy a fiúk fejlettebb térbeli intelligenciával rendelkeznek, csak azt, hogy **a fiúk és a lányok téri képzete és tájékozódása különböző**, közöttük az egyes tájékozódási képességterületek eredményességének arányai eltérőek. Ennek lényeges tanulási és tanítási konzekvenciái vannak különösen annak figyelembe vételével, hogy az általános iskolai egyes korcsoportokban is eltérnek a nemek téri tájékozódási teljesítményei (5.8. ábra).



5.8. ábra. A téri képességek nemi különbségei gyermekkorban (Makádi M.)

### 5.1.3. A téri képesség fejlesztése a természetismeret tanítása során

A **téri képesség fejlesztése** az iskolában alapvetően **két síkon zajlik**: részben a valós tér megismeréséhez és annak tudati leképezéséhez, részben a térképi ábrázoláshoz kötődik, miközben pedig az egyre távolabbi és nagyobb, majd elvont terekre vonatkozik. Ebben a megközelítésben azon egymással összefüggő, általános képességek kialakításáról van szó, amelyek birtokában feldolgozhatók a téri információk, kódolhatók a téri ingerek, és amelyek lehetővé teszik az információk gondolati felidézését, összehasonlítását és átalakítását. A tantervi követelményrendszer alaplogikája erre a rendszerre épül (5.9. ábra). Míg alsó tagozatban a téri részletek fel- és megismerése a cél, addig a természetismeret tanulásának időszakában megkezdődik a **téri részletek összekapcsolása a tér egészével** az ismert, majd a kevésbé ismert tájak elhelyezkedésének, téri jellemzőinek feldolgozásával. Ebben a szakaszban az a lényeg, hogy a tanulók tudják értelmezni, hogyan része egy tájelem (például az iskola előtti nyárfa, a templom) a környéknek, a környék (például az iskolánk tere, a településrész) a lakóhelyi településnek vagy tájnak, a kistáj a nagytájnak (például a Kiskunság az Alföldnek), a hazai nagytáj a Kárpát-medencei nagytájnak (például az Északi-középhegység az Északnyugati-Kárpátoknak), a Kárpát-medencevidék földrészünknek, az pedig bolygónknak. Ugyanez a logika érvényesül akkor, amikor az élőlényeket elhelyezik az életközösségben, annak megfelelő zónájában (például a mocsári gólyahírt a bokorfüzes és a nádas közé a vízparton vagy a tőkés réce fészkelőhelyét a nádasban). Mikroterekkel is hasonlóan kezdenek ismerkedni, például megvizsgálják a talaj alkotóit, megfigyelik, hogyan helyezkednek el az ásványok a gránitban és melyik mekkora. Az anyag hierarchikus szerkezeti sora később – szemben a földrajzi példával – az egyre kisebb egységek felé halad (kőzet – ásványtársulás – ásvány – nanoszerkezetek – molekulák – atomok – elemi részek). A térrel való ismerkedés hangsúlya a természetismeret tanulásának idején az egyes téri pontok fel- és megismeréséről fokozatosan tevődik át a pontok közötti helyzet felismerésére és felhasználására.



5.9. ábra. A tér fogalomkör fejlesztésének modellje (Makádi M. 2014)

Téri képesség-összetevő	5. évfolyam	6. évfolyam
Téranalízis	Térelemek felismerése: valós térelemek különféle érzékelés alapján → asszociáció térelemre alakja alapján; térképen körvonaluk alapján	
	Térelemek, globális tér észlelése	Térelemek egymáshoz viszonyítása
	Téri rész-egész kapcsolatok felismerése	
	Személyes térre vonatkozó méretbecslések, mérések	Téri méretbecslések, mérések, összehasonlítások
Térbeli reláció felismerése	Térelemek azonosítása különböző nézetekből (ismert → nem ismert); Térrészletek azonosítása különböző nézetekből (ismert → nem ismert)	
Képzleti forgatás	A tapasztalati környezetből ismert → nem ismert térelemek → térrészletek elforgatása	
	Alaprajz/térképrészlet és tárgy/tájfotó azonosítása	
Térbeli észlelés	Vízszintes-függőleges viszony felismerése	Térbeli sor képzése ismert környezeti elemek alapján; valótlán téri relációk felismerése képeken
Képzleti mozgás	Jobb-bal felismerése testhelyzet változtatással	
Vizualizáció	Térelemek → a tér mentális képének leképezése rajzban → megfogalmazás	
	Térrajz → útvonalrajz → menetvázlat készítése tapasztalat alapján	
	Helyszínrajz készítése képelt → tapasztalati térről	Felépítésábra készítése
	Téri fogalom képesítése	Téri folyamat képesítése
	Érzelmi térkép készítése	Tapasztalati térkép készítése
	Adatok ábrázolása	Mért adatsorok ábrázolása
Térbeli tájékozódás	Ismert és bejárt terep jellemző pontjainak felismerése → elhelyezkedésük rögzítése térképvázlaton → bejárt útvonal leírása	
	Kincskeresés természeti jelenségek → égtájak → keresőhálózat alapján	
	Navigálás útvonal-bejárás során → képzleti navigálás; iránytartás terepen	
	Menetrendhasználat a közvetlen környezetben	Menetrendhasználat hazai környezetben
Téri tervezés	Személyes környezet valós és gondolati átalakítása	Más, tágabb környezet valós és gondolati átalakítása

5.5. táblázat. A téri képességösszetevők fejlesztési lehetőségei a természetismeret tanulása során (Makádi M. 2012)

E problémakör összekapcsolódik a **viszonylagos elhelyezkedés** (vagy ahogy később földrajzból mondjuk: a viszonylagos fekvés) megfogalmazásával. Alsó tagozatban először a tanulók önmaguk fix helyéhez és helyzetéhez viszonyítják a térelemek, tárgyak, személyek helyzetét, majd szembesülnek azzal, hogy ily módon mindenki másként határozhatja meg ugyanakkor a dolgot a helyét, és ők maguk is, ha helyet vagy helyzetet változtatnak. Később egymáshoz viszonyítják a téri objektumok helyzetét, például a vízben elhelyezett különböző sűrűségű réz-, viasz- és parafatestek helyzetéhez hasonlítják, így kerülhet egy halmazba a békalencse és a jéghegy, egy másikba a hal, a harmadikba a hajóroncs és a fenékúszó hal. E

logikán keresztül értik meg a tanulók az objektív helymeghatározás szükségességét, a világtájak vagy a viszonyítási hálózatok (például a földrajzi fókálózat) szerepét.

A téri képesség fejlesztése az egyes képességösszetevők szisztematikus mozgósítását igényli (5.5. táblázat), azonban nem csak az iskolai tananyagba ágyazva történhet, hatékonyabb a mindennapi élet során, hiszen egy-egy feladat, helyzet, valós probléma megoldásakor (navigálás, útvonaltervezés, tapasztalatokat rögzítő térképvázlat rajzolások stb.) a tanulók a végeredményre összpontosítják figyelmüket, miközben észrevétlenül sajátítják el, gyakorolják be a hozzá vezető eljárásokat.

#### 5.1.4. A tájszemlélet formálása a természetismeret tanításában

##### A tájak feldolgozásának megközelítésmódja

Mivel a mindennapi életben nem a részismeretek halmazára van szükség, hanem általános érvényű tudásra, amely képes az aktuális igényeknek megfelelően működésbe lépni a gyakorlati problémák megoldása során, a téri fogalomrendszer kialakításában nagy jelentősége van a tér **modellszerű megismerésének**, ami a természetismeret tanításának időszakában az iskolakörnyéki és hazai természetföldrajzi tájakhoz kapcsolódik. A földrajzi környezettel való ismerkedés az iskolában a tájakkal kezdődik, és végigkíséri a környezetismeret, a természetismeret és a földrajz tanulását. A **tájak** felismerése, jellemzése és különböző szempontú rendszerezése több szinten ismétlődő követelmény a közoktatásban, igaz változó mélységben és részletességgel. A tájat nem definiálja a közoktatás, de azt a földfelszín önálló részének tekinti, amelynek arculatát természeti (például földtani szerkezet, a domborzat, az éghajlat, a vízrajz, az ökológiai jellemzők) és társadalmi sajátosságok (társadalmi tevékenységek, kultúra, gazdasági fejlettség stb.) határozzák meg. Tízéves gyerekként nem könnyű megfogalmazni, hogy mi különbözteti meg az egyik tájat a másiktól (például hol van a határa, mikor és mitől más táj a folyón túli terület), vagy mi a közös a hasonlóan nevezett tájakban (például a hepehupás Kiskunság és a tengersík Nagyunság is alföld). Ráadásul **természetes táj** (vagy inkább **természetközeli táj**) már nincs is az általuk „belátható világban”, a társadalom egyre „hatékonyabb” tájformáló tényező, így **átmeneti** és a **mesterséges tájakon** élünk. Helyesebb is **átalakított tájaknak** nevezni ezeket, hiszen jellegzetességüket épp a társadalom által alkotott különböző létesítmények (közlekedési utak, lakóépületek, üzemek, szántóföldek, ültetvények, duzzasztógáták stb.), tájsebek (külszíni fejtések, tarra vágott erdők, szárazra került folyómedrek stb.), mesterséges felszínformák (meddőhányók, vízműdombok, teraszok stb.) adják. Jellegzetességük kialakulásában annak a kultúrának is szerepe van, amely használja a tájat, igényei vagy sorsa szerint formálja (például tanyás vidék, külszíni bányavidék, „szocreál” stílusú lakótelepek, kikötővezetek), sokszor a régebbi korokban ott élők kultúrájának nyomait is megőrizték (például az ókori római vagy a néprajzi tájak jellegzetes

épületegyüttese). Tehát jelentős részük nem egyszerűen mesterséges táj, hanem **kultúrtáj**, amely magában hordozza a társadalom szellemi tevékenységeinek összességét.

### A tájak hierarchiájának érzékeltetése

Valószínűleg nehezen tudnák megmondani a gyerekek, hogy mekkora egységek a tájak, hiszen egyszer nagytájakkal (például Alföld, Dél-Dunántúli-domb- és hegyvidék), máskor középtájakkal (például Duna–Tisza köze, Bakony), elvéve pedig kistájakkal (például Szigetköz, Hortobágy) ismerkednek. A tanulók viszonylag könnyen megértik a magyarországi **nagytájak, középtájak** és **kistájak** egymáshoz való viszonyát, de csak az általános iskola vége felé, mert azok az oktatás több szintjén (4., 5–6., 8. osztályban) ismétlődnek. Bonyolítja a helyzetet, hogy eltérő lehet egy táj hierarchiaszintje, ha Magyarország területéhez és ha a Kárpát-medencevidékhez viszonyítjuk (példaként: az Északi-középhegység Magyarország nagytája, de része az Északnyugati-Kárpátoknak, amely a Kárpátok nagytáj középtája, s ebben a vonatkozásban csak kistáj; a Zempléni-hegység (házánk középtája) a Tokaj–Eperjesi-hegység része, az pedig az Északnyugati-Kárpátoké (annak kistája). A tájak egymással való hierarchikus kapcsolata esetében **a rész-egész kapcsolat** érzékeltetése a fő feladat, megértésének kulcsa, hogy a tanulók találkozzanak olyan feladathelyzetekkel, amelyekben a tájakat nagyságrendjük szerint viszonyítják egymáshoz.

#### A tájhierarchiát érzékeltető feladatok

##### Foltmódszer

Fokozatosan – az ismerkedés sorrendjében – a tanulók befedik a tájak foltjával hazánk, helyesebb, ha a Kárpát-medence területét az applikációs tábla vagy az interaktív tábla térképén. Szembesülnek azzal, hogy egyes területekre több folt is kerülhet (a legnagyobbat kell alulra tenniük, majd arra a kisebbeket). Így közvetlenül érzékelhetővé válik számukra a tájak közötti méretbeli különbség és alá-fölérendeltségi viszonyaik.

##### Tájleleplezés

A foltmódszer fordított feladathelyzete, a tanulók megnevezés után leveszik a körvonalas térképről a színfoltokkal elkülönülő nagytájakat (pl. a Kárpát-medence nagytájjait), alattuk újabb foltot találnak (pl. Kisalföld), amelyet megnevezés után szintén levesznek, újabb tájak tárulnak szemük elé (pl. Szigetköz). Arra irányítja a figyelmet, hogy a nagyobb tájak kisebbekre oszthatók.

##### Tájpárosítás

A nagyobb táj (halmazképző fogalom) felirata mellé illesztik a tanulók azokat a tájneveket, amelyek részei annak a tájnak (pl. a Dunántúli-khg. mellé a Bakonyt, a Vértest, a Dunazug-hegységet).

##### Tájdominó

A dominókockák egyik felén nagytáj, a másikon valamely résztáj szerepel, és a gyerekeknek fel kell ismerniük az összetartozásokat (5.10. ábra).

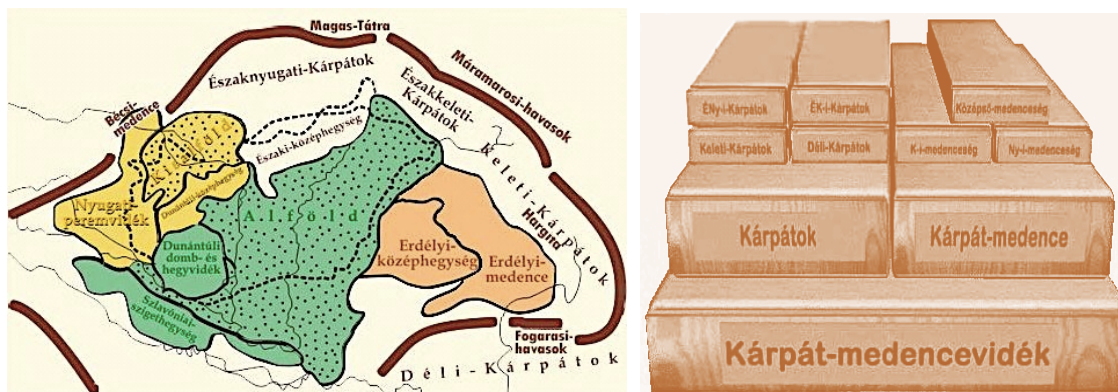
##### Tájdobozolás

A tájak nevének a rajzos halmazábrában való elhelyezése helyett a tájneveket tartalmazó foltokat és/vagy feliratkártyákat a hierarchiaviszonyokat kifejező méretű dobozba rejtik a tanulók (5.11. ábra).





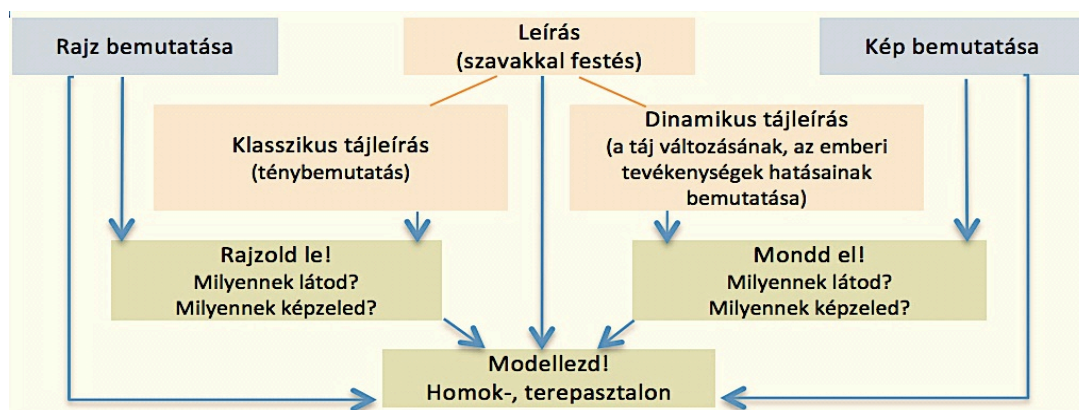
5.10. ábra. Tájdominó (Makádi M. felvétele)



5.11. ábra. A Kárpát-medencevidék tájainak dobozolása (forrás: Makádi M. Földönjáró DVD)

## A tájak jellemzése és a jellemzők leírása

A tájak jellemzése minden időben egyik kiemelt területe volt a földrajzi tanítási-tanulási folyamatnak. Ám ahogyan változott a tudományterület és a tantárgy szemléletmódja, úgy vált egyre fontosabbá a tájleírás helyett a táj elemzése. Történetileg korábban terjedt el a **tájleírás**, ami a „milyen?” kérdésre ad választ, statikus képet nyújt a tájon tapasztalható jellegzetességekről: felsorolja a jellemzőit, persze válogat közöttük (lényegkiemelés), esetleg rendezi azokat egyszerű logika alapján (például oksági kapcsolatokat, térbeli körültekintés), lényegét tekintve leírás.



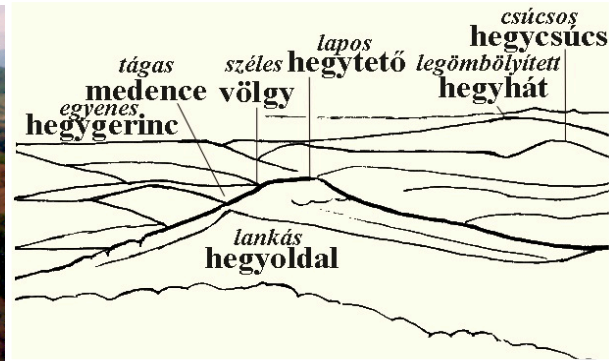
5.12. ábra. A táj jellegzetességeit bemutató tájleírás módjai (Makádi M., 2005)

A tankönyvekben vagy az ismeretterjesztő könyvekben leggyakrabban tájleírásokban mutatják be a tájat az olvasó számára (5.12. ábra). A klasszikus **tájleírások** csupán a megfigyelhető jellemzőket festik le, verbális eszközökkel láttatják a tájat. A dinamikus tájleírások viszont időbeli változásaikban ragadják meg, és nézőpontjukban a társadalom által előidézett változások állnak, a tájat mint állandóan változó téri egységet láttatják. A valóság elképzelését segíti, ha a tanulók a szöveg (tájleírás) alapján lerajzolják vagy modellezik (gyurmából, homokból stb.), hogy milyen képzet alakult ki bennük a tájról.

Talán könnyebb elképzelni a tájat, ha a tájleíró szöveg helyett vagy mellett a megismerés vizuális alapon (például fotó, képsorozat, film segítségével) történik. Ekkor azonban más nehézséggel kerülnek szembe. A tájjellemzők összegyűjtése nem egyszerű 10-11 éves korban, mert nem egyértelmű, hogy mi fontos és mi nem, egyáltalán milyen szempontból keressük a lényegét. Gyakorlatlan szem nem veszi észre azt, amit például természetföldrajzi, biológiai, ökológiai szempontból vár a természetismeret tanár, a gyerekek más fontos, más foglalkoztatja ugyanabban a látványban vagy a tájat bemutató szöveg elolvasásakor. Azonban ha észre is veszi, nem tudja kifejezni, megfogalmazni és tapasztalatait összerendezni. Ezért ebben az időszakban kell megtanítani nekik a vizuális és a tartalmi lényeg kiemelésének módját. A tájkép alapján szerzett vizuális tapasztalat (látvány) befogadását és megfogalmazását sokat kell gyakorolni, amelyben segítséget nyújthatnak szógyűjtési feladatok, tanácsok és megfigyelési, jellemzési szempontok egyaránt. Biztosan mindenkivel megesett, hogy mondták: „ugye milyen szépen látszik a tájon a...”, de nem látta, mert nem tudta, hogy mi az, milyen, hogyan fedezhető fel. A gyerekek naponta szenvedik el ezt az élményt, ha nem kapnak segítséget a megismerésben például azáltal, hogy a képen látottak lényegét grafikusán kiemeljük (például átrajzoljuk a képen látható táj lényeges elemeinek körvonalait a fényképen vagy a kivetített képen (5.13. ábra).

#### Tanácsok tanulóknak a tájképek olvasásához

- Először fogalmazd meg, hogy milyennek találd összességében a tájat, hogyan hat rád!
- Figyelmesen szemléld a képet, olvass le és fogalmazd meg minél több jellemzőt a tájjal kapcsolatban!
- Válaszd ki közülük a tantárgyi szempontból lényeges jellemzőket!
- Szedd össze azokat az ismereteidet, amelyek a képről jutnak eszedbe! Nem baj, ha rendezetlenül, ötletszerűen jönnek, majd később rendet teszel közöttük.
- Most készíts leltárt: mely fontosnak látszó szempontból nem tanulmányoztad még a tájat? Próbálj ebből a szempontból is leolvasni jellemzőket a képről!
- Végül adj egy találó címet a képnek! Legyen minél rövidebb, de törekedj arra, hogy minél jobban kifejezze a táj jellegzetességeit!



5.13. ábra. Táj látképének egyszerűsítése rajzzal (Makádi M.)

### Szógyűjtési feladatok táj jellemzők összegyűjtéséhez

#### Szózápor

Írjatok szavakat, amelyek eszetekbe jutnak a tájképről! → A tanulók felolvassák a szavakat, mindegyik felkerül a táblára, az ismétlődők mellett vonalkákkal jelöljük a számukat. → Leltárt készítünk: megnézzük, hogy melyek a leggyakrabban előforduló szavak. → Pontosítjuk és kiegészítjük közösen.

#### Szópárbaj

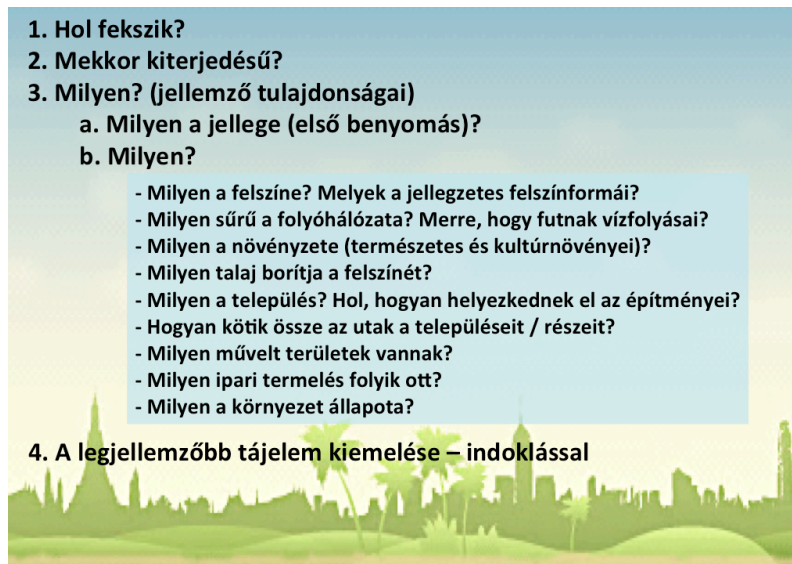
Tanulópárok párbajoznak egymással úgy, hogy felváltva kell nagyon gyorsan mondaniuk egy-egy táj jellemzőt.

#### Tájpárbaj

Tájak összehasonlításakor használható. Tanulópárok párbajoznak egymással úgy, hogy felváltva kell mondaniuk nagyon gyorsan egy-egy, a saját tájukra jellemző szót. Nehezíthető azzal, hogy mintegy válaszolni kell az előtte elhangzottakra, vagyis hasonló szempontú jellemzőt kell választani.

A tájak jellemzését segíti, ha a tanulók konkrét szempontokat kapnak ahhoz. A **jellemzési szempontsor** megtanít arra, hogy a lehető legtöbb (vagy az adott szinten megvalósítható) szempont szerint próbáljuk megfigyelni, valamint a tájak csak akkor hasonlíthatók össze egymással, ha azonos nézőpontból szemléljük azokat (5.14. ábra). A tájak ritkán láthatók teljes terjedelmükben, mert nagyobbak, mint amekkora területet befoghat a tekintet, vagy amekkora terület belefér a fényképezőgép objektívjének a látószögébe. Vajon reális képet kapunk-e a tájról annak egy kiragadott részlete alapján? Szerencsés esetben igen. Azonban elképzelhető, hogy összefüggései sérülnek, mert éppen a megfigyelt tény oka, magyarázata nem látható. Ezért a megfigyelés során tágítani szükséges a teret, például képzeljék el, fogalmazzák meg a tanulók, hogy mi van a dombvonulat mögött, mi lehet a kép keretén kívül, annak folytatásában. Ezzel nemcsak gondolkodásra készítjük őket, hanem arra neveljük, hogy ne elégedjenek meg csupán a kézzel fogható, az érzékelhető tényekkel, hanem nézzenek mögé, tekintsenek messzebbre is.





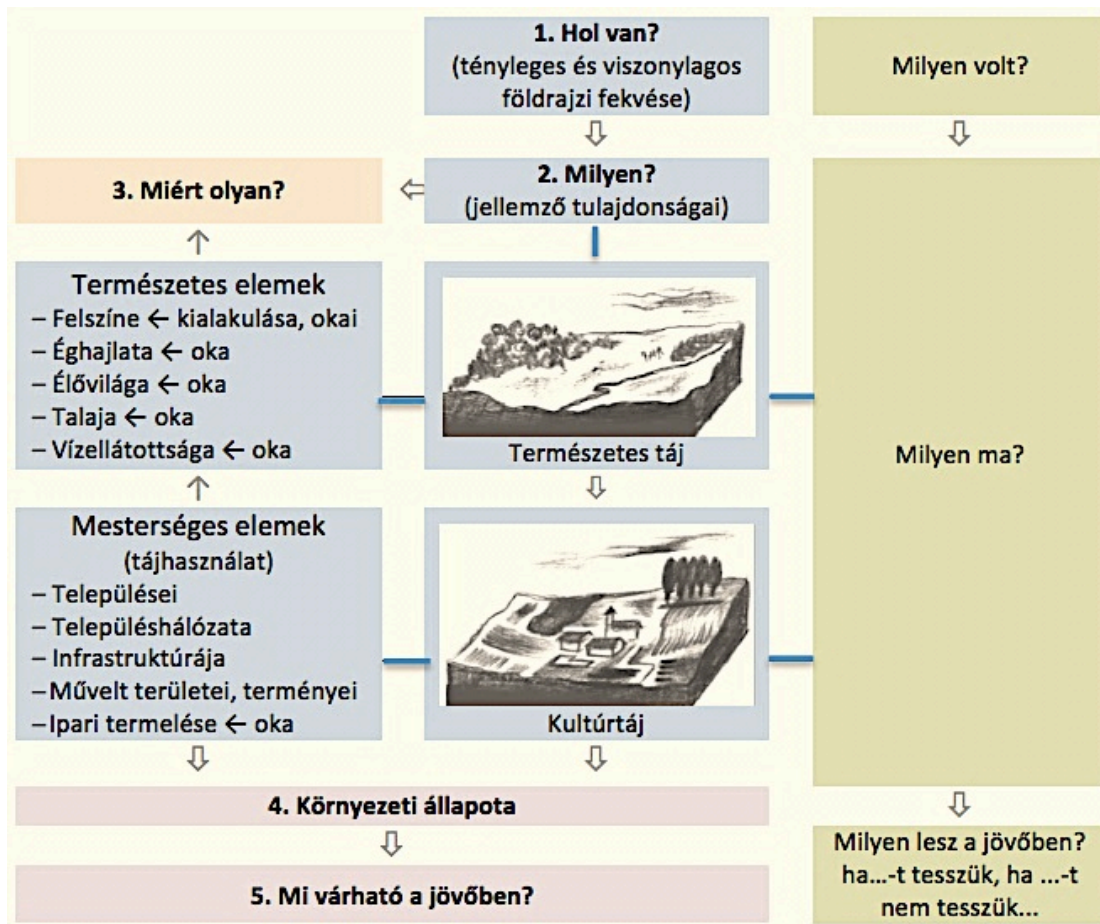
5.14. ábra. A tájjellemzés szempontjai a természetismeret tanulásának időszakában (Makádi M.)

## A tájak elemzése

A **tájelemzés** nem elégszik meg a tapasztalatok bemutatásával, azok háttérét kutatja, a tényeket összefüggéseikben vizsgálja. Azt szeretné bemutatni, hogy mi a tájon tapasztalható jellemzők oka. A jellemzők felsorolásán túl keresi azok okait, megmagyarázza és a tapasztalatokból következtetéseket von le (5.15. ábra). Noha erre a szintre jó esetben is csak az általános iskola vége felé jutnak el a tanulók, már a természetismeret tanulásának időszakában fontos, hogy találkozzanak a módszerrel. A tanár által vezérelt **irányított tájelemzés** értékes lehet abból a szempontból, hogy a tanár gondolatban lépésről lépésre végigvezeti a gyerekeket a tájon, ezzel megmutatja, hol vannak az elemzés logikai kulcspontjai, tehát megtanít összefüggéseket meglátni, tényeket összekapcsolni, azaz elemezni. A fejlesztő pedagógia céljainak azonban jobban megfelel a **szabad formájú tájelemzés**, ahol a tanulók maguk szedik össze a táj jellemzőit, és közöttük maguk teremtenek kapcsolatokat. Először összegyűjtik a táj tartalmi jegyeit (válogatás, rendszerezés nélkül), majd kiválogatják közülük a tartalmi jegyeket, amelyeket végül megpróbálnak összekapcsolni, vagyis feltárják a tények közötti összefüggéseket.

A tájelemzés szempontsora alapján a táj mai jellemzőit könnyen összegyűjtik a tanulók. Ez azonban nem elég, azt is érzékelniük kell, hogy korábban **milyen volt** a vizsgált táj. Mutassa be a tanár, hogyan vált a természetes táj kultúrtájává, láttassa meg, hogyan vette birtokába a tájat az ember, és közben hogyan változtatta meg saját céljainak kielégítésére, hiszen ez elvezethet a környezettudatos szemlélet és életmód kialakulásához. Arra is szükség van, hogy a tanulók elgondolják, mi várható a jövőben a tájon. Képzeld el, hogy **milyen lesz a jövőben!** Ennek érdekében alternatívákat kell a gyerekek elé tárni. Ahhoz azonban, hogy választani is tudjanak a lehetőségek között, ismerniük kell a változások „mozgatóit”. Az

ilyenfajta feladatok tanítanak meg arra, hogy az emberiség sorsa, de az egész Föld jövője is a földrajzi környezettel való gazdálkodástól függ.



5.15. ábra. A földrajztanulási folyamat során alkalmazott tájelemzés általános szempontjai (Makádi M., 2005, 2014)

### 5.1.5. A térképi tájékozódás és a topográfiai tudás fejlesztése

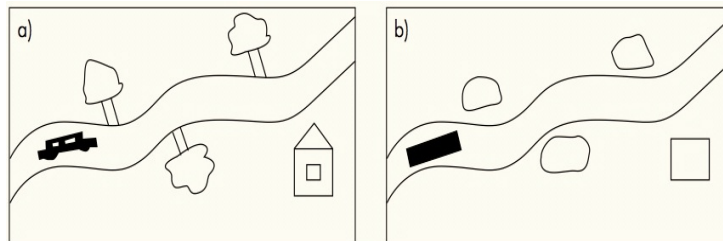
#### A tér ábrázolásának fejlődése a lelki és értelmi fejlődés során

A tér ábrázolását a hazai iskolai gyakorlat alapvetően a térképpel azonosítja. Erre fordítja a figyelmet már alsó tagozatban is, és gyakran úgy gondolkodik róla, hogy a térképrajzolás és a térképolvasás a gyerekek veleszületett képessége. „Térképet mindenki tud rajzolni. Mi ebben a nehéz?” – fogalmazzák meg a tanárjelöltek, mintha tudomást sem vennének arról, hogy egyetlen gyermek sem születik a térképrajzolás képességével, az csak hosszú fejlődési folyamat során alakul ki. Pedig a gyerek úgy kezd hozzá a térképrajzoláshoz, mint hat évszázaddal korábban a térképrajzolók, jeleket talál ki részben ötletszerűen, részben valamely saját logika alapján. A térkép számára a környező tér jelképes megjelenítése, amelyen el tudja helyezni önmagát, más embereket és a valamilyen szempontból fontos

helyeket. A rajzolásához felhasznál mintákat, amelyeket utánozva leképezi a térről a fejében kialakult képzetet, vagyis reprodukálja a teret. A minták tanítják meg, hogyan kell értelmezni és olvasni a térképet, tehát annak megfelelően teszi majd értelmessé saját ábrázolását. Ez egy évtizedes tanulási folyamat, amelyben három ábrázolási szint különül el összefüggésben a térbeli tájékozódás fejlődési lépcsőfokaival (Stückrath, F. 1968):

### 1. szint – Térstruktúra-felfogás

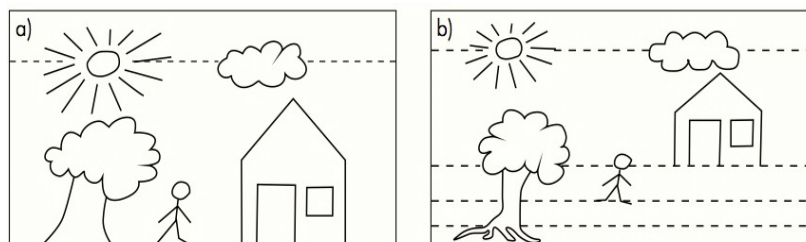
6 éves kortól a gyermekek kezdik átlátni a térelemek közötti kapcsolatokat (az egyszerűbb és ismerős terekben), így rajzaik fokozatosan kezdik tükrözni a tér alapfelépítését (5.16. ábra). Az iskolát kezdők még ortogonális vetítéssel ábrázolják a valóságot (a kép felülete és a személy frontális síkja párhuzamos) (például az (a) rajzon a fa), majd az ábrázolás egyre inkább felülnézetivé válik (b), de még keveredik a két nézet.



5.16. ábra. Nézetváltás a térábrázolásban 6-8 éves korban (Stückrath, F. 1968)

### 2. szint – Térseleltetés

A 9 évesek rajzai olyanok, mintha ablakon keresztül látnák a tájat (5.17. ábra). A gyerekek húznak egy alapvonalat (vagy a lap alsó szélét tekintik annak) és egy égi vonalat, így rajzuk a tér egy kivágott szeletét mutatja (a). Később egyre több alapvonal szerint komponálnak, egyre több vízszintes, egymással párhuzamos térseleltre osztják a lapot, ezáltal a térmélység kezd érzékelhetővé válni (b). A térmélység-ábrázolás a „bal-jobb tájékozódáson” alapszik, ugyanis a hozzá közelebb lévő tereptárgyakat a lap bal oldalán, a távolibbakat a jobb oldalán helyezik el.



5.17. ábra. A térmélység érzékeltetése 9-10 éves korban (Stückrath, F. 1968)

### 3. szint – Perspektíva-ábrázolás

10 éves korra tehető a perspektivikus térábrázolás kezdete, de valóságos perspektivikus rajzot még sok felnőtt sem képes készíteni.

Más kutatók szerint a térképi tájékozódás képessége – az értelmi fejlődéssel összefüggésben – **hat fejlődési szakaszon** keresztül bontakozik ki (*Feldman, G. 1980*), amelyből három esik a konkrét gondolati műveletekhez kötődő általános iskolai fejlesztési szakaszba (*4.4. táblázat*). A fejlődési folyamat az egocentrikustól az énfüggetlen látásmód, a topologikustól a metrikus, az oldalnézetitől a felülnézeti (alaprajzi) ábrázolás, illetve a szűk tér ábrázolásától (állásponthoz kötött ábrázolástól) a tágabb (a horizont által befogott) felé vezet. A kezdeti próbálkozások idején a gyerekek még csak sejtései vannak arról, hogy mi és hogyan készül a térkép, és csak 14 éves kora környékén (!) érti meg a térképolvasáson és a térképi ábrázoláson keresztül a térkép lényegét, azaz hogy a tér-kép a valóság kisebbitett tükörképe. Ennek tudomásul vétele hihetetlenül fontos a természetismeret tanítás során annak érdekében, hogy ne támasszon a tanár olyan követelményeket a tanulókkal szemben, amelyet abban az életkorban még nem képesek, nem egy időben képesek megoldani.

### **A valóság és a térkép közötti kapcsolatteremtés segítése**

Az iskola azt szeretné elérni, hogy a tanulóknak valóság-hű képzeteik legyenek hazánknak, a világnak olyan részeiről is, ahol sohasem jártak, és ahová valószínűleg sohasem jutnak el. Kifejlesztése érdekében jobb esetben az alsó tagozatos tanulókkal helyszínrajzot és térképvázlatot rajzoltatnak a tanítók a látható valóságról, az iskola környékéről, útvonalrajzot vagy menetvázlatot rajzoltatnak a bejárt útról, és terveztetnek velük útvonalvázlatot. Később (5. évfolyamtól) a térben való tájékozódási képesség fejlesztésének egyik központi feladata a térképen és a térképpel való tájékozódás képességének kialakítása a tanulóknak. A valóságot nem a valóságban, hanem a térképről kell megismerniük a gyerekeknek. Ez az oktatás történetének ismeretében érthető, de a mai társadalom igénye szempontjából és a tanulási folyamatot támogató virtuális eszközrendszer birtokában abszurd helyzet. Nemcsak azért, mert a térképen kívüli vizuális és más információhordozók használata során valóság-hűbb képzetek alakulnak ki a gyerekekben, mintha térképről olvasnák le az arra vonatkozó információkat, hanem azért is, mert a kódolt térképi tartalmak felidézése jóval nehezebb a valóság felidezésénél.

A térelemek illetve azok térbeli helyzete megfigyelésének elméletileg a közvetlen tapasztalati térből kellene kiindulnia, azonban kisgyermekkorban könnyebb a fantáziavilághoz kötve egy mese, történet, vers vagy leírás alapján. Ezért a térábrázolást a **képzeleti tér** megjelenítésével célszerű kezdeni. Az 5. osztályosok rajzolják le, milyennek képzelik a mesebeli térelemeket (például az égig érő fát, a csodamalmot, a kerekerdőt, a tündérvizet), és keressenek hozzájuk példaként valós analógiákat, általuk ismert helyeket. Majd rajzolják le a mesebeli helyeket (például az Óperenciás-tengert, a Hetedhét országot, az Üveghegyet vagy a Százholdas Pagonyt), amelyekben el is helyezhetik az előzőekben lerajzolt térelemeket. Így egyre tudatosabban kapcsolódik össze gondolatvilágukban a virtuális és a valós tér. Majd ha ezután egy közismert mese (A három kismalac, Piroska és a

farkas, Jancsi és Juliska, A világot megkerülő legény stb.) mentális térrajzát készítik el, a térben is helyükre kerülnek a tárgyak. Az a lényeg, hogy minden térelem megjelenjen a helyszínrajzon, amelynek jelentősége van a történet szempontjából, és azok egymáshoz képest megfelelően helyezkedjenek el. Előfordulhat, hogy a történet szempontjából a méreteknek is jelentősége van (például hétnapi járőföld, hétmérőföldes csizma).

Lerajzolhatják a tanulók a szakácskönyvi recept alapján készült ételt (például a paprikás krumplit, a tarhonyás lecsót) vagy a mesében elhangzók alapján a kőlevest, ekkor a hangsúly a megfelelő alkotók arányának és egymáshoz való elhelyezésének az ábrázolásán van. Ha azt rajzolják, hogy mely nyersanyagokat kell kikészíteni a konyhaasztalra az étel elkészítése előtt, akkor a térbeli elhelyezésen kívül a mennyiségek ábrázolásának problémájába is ütköznek. Amikor pedig az ételkészítéshez szükséges eszközöket rajzolják le a térben, az értő szövegolvasást is gyakorolják (hisz a receptben olvasható tevékenységből kell következnie a szükséges eszközökre). Akár azt is ábrázolhatják, hogy mit kell a bevásárlókosárba tenni, amikor megvásároljuk a hozzávalókat, amely feladat során az is fontos lesz, hogy hogyan helyezik el az egyes cikkeket a kosárban.

Ha igazodunk a gyerekek mentális és érzelmi fejlődési folyamatához, akkor a képzeleti tér ábrázolását a **valós tér** megfigyelése és a szerzett tapasztalatok ábrázolása követi. Ennek két megközelítése van az iskolai gyakorlatban: 1. a tér szimbolizált leképezése, 2. a térben való mozgás leképezése. A tárgyak, objektumok és térbeli rendszerek valóságközeli képi megjelenítési képességének kifejlesztése érdekében 2-3. évfolyamon **térrajzokon** (helyszínrajz, a művészeti nevelésben látrajz) mutatják be a megtapasztalt valóságos teret (például az iskola környékét). Azután alaprajzot, **térképvázlatszerű ábrázolásokat** készítenek az általuk ismert környezetről (a tanteremről, otthoni szobáról stb.), olyan helyekről, amelyekhez tapasztalatok kötődnek, amelyben tevékenykedtek és eközben pozitív élményeket éltek át, tehát a motivált cselekvésre emlékezés hívja elő az elraktározott téri képzetet. Az alaprajz készítése megelőzi a térképvázlatét, hiszen az alaprajzon a valósággal megegyező méretű a térrészlet és annak elemei, a térképvázlaton kisebbített, továbbá az előbbi csupán körvonalakkal (azon a tér és a tárgyak befoglaló alakja látható), az utóbbi szimbolizált, jelekkel ábrázol. Csak ezt követően kerülhet sor **a térben való mozgás útvonalának leképezésére** a bejárt utat felvázoló útvonalrajz vagy az egész területet vázlatosan ábrázoló menetvázlat készítésével. Az útvonalrajz készítésekor a megtett útvonal során érintett jellegzetes térelemek, a menetvázlatrajzoláskor pedig az útvonalba eső térelemeknek a tér egészéhez viszonyított helyzetének megfigyelése (vagy ha utólag készül, akkor a felidézése) és rögzítése a cél.

Csak hogy a valós teret a tanítás-tanulás folyamatában gyakran annak képe helyettesíti. A **kép** alapján történő vizuális térképrajzolásnak az a lényege, hogy a tanulók alaposan figyeljenek meg egy állóképet (például egy festmény reprodukcióját, egy tájról vagy településrészről készült fényképet), és minél jobban vessék emlékezetükbe az egészet, a

részletek egymáshoz és az egészhez való viszonyát. Majd miután már nem szemlélik a képet, próbálják meg pontosan felidézni és lerajzolni a látottakat. Vizuális térképet (helyszínrajzot) vagy útvonalrajzot ne csak vizuális élmények, hanem hangok alapján is készítsenek a tanulók! A hanginformációk vonatkozhatnak a tér egészére (például a partra csapódó hullámok, a nyüzsgő emberek és az élőlények hangja alapján a tengerpartra képzelik magukat), egy tér eltérő jellegű részleteire (például jellemző tevékenységek hangjai alapján megnevezik a városöveket) és egy útvonal egyes térelemeire (például a tanyaudvar rajzán a háziállatok hangja alapján rajzolják meg a bejáratot).

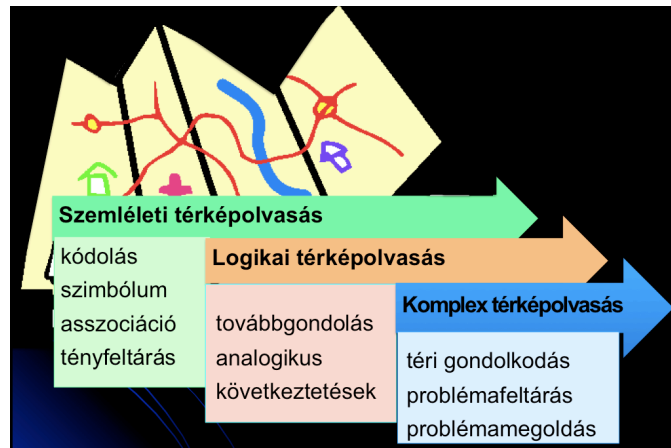
A vizualizáció tágabb értelemben az **adatok ábrázolását** is magában foglalja, hiszen a mennyiségekről alkotott képzetek leképezése történik adatok grafikus és diagramos ábrázolásakor, összehasonlításakor. Először 5. osztályban ábrázolják a tanulók a közvetlen térelemeket úgy, hogy érzékeltessék azok viszonylagosságát. Rajzolják le az egyes térelemeket magasságarányosan (például jegenyenyárfát, játszótéri hintát, templomot, 10 emeletes panelházat, távvezetékoszlopot), vagy a földrészek területét hasonlítsák a gyümölcsök jellemző kerületéhez. Ezután kerülhet sor a tényleges adatok (hosszúság-, távolság-, magasság- és területadatok stb.) ábrázolására méretskálákkal. 6. osztályban előbb egyedi adatokat (például a kavicsok átmérőjét, a békák ugrásának távolságát), majd adatsorokat ábrázolnak koordinátarendszerben, és a mérési gyakorlatokhoz kapcsolódóan saját mérésekből származó adatsorokat (például az egy nap során mért léghőmérsékleti adatokat, heti csapadékértékeket, adott távolságot megtevő autók menetidejének adatait is ábrázoljanak. Az adatok ábrázolási képessége optimális esetben majd csak 13-14 éves korra alakul ki.

### **A térképolvasás szintjei és a hozzá kapcsolódó tevékenységek rendszere**

Az előzőekben végigvezettük, hogy a térképig mint a térszemlélet fejlesztésének eszközéig milyen hosszú tevékenységrendszernek kell elvezetnie. Azonban maga a térképolvasás képessége is éveken át alakul, ha valóban vannak a természetimeret, majd a földrajz tanulása során is erre irányuló tevékenységek, ezt célzó feladatok. A térképi tartalmak feltárásának, azaz a **térképolvasásnak** három, egymásra épülő szintje (fokozata) van (5.18. ábra):

1. **Szemléleti térképolvasás** – A tanulók leolvassák a térképről az égtájak ismeretében a jel- és színelőjel, a feliratok segítségével azt, amit látnak, amit azon feltűntettek. Arra keresik a választ, hogy mi hol van, illetve a földrajzi objektumok milyen területi viszonyban állnak egymással. Leggyakoribb kérdései a mi, a hol, a milyen és a mennyi (Hol fekszik? Mi határolja? Melyik irányban van? Milyen magas? Mely iparág jellemző? Mennyi a lélekszáma? stb.). A tanulók a leolvasás során szavakkal leírják a kért hely fekvését, a jelenség helyét, elmondják területi összefüggéseit, és megmutatják a helyet a térképen. A térképolvasásnak ez az elemi szintje sem mechanikus tevékenységet kíván a

gyerekektől, hanem **alkalmazást**: a térképi tájékozódási ismereteiket és a jelkulcsot kell használniuk mindig más helyzetben (például a falitérképen és az atlasz térképén), más méretarányú térképen, más területen (például tájak, települések, földrészek, vízfolyások, domborzati formák ábrázolásán), más típusú térképen (például domborzati, közigazgatási, tematikus térképen).



5.18. ábra. A térképolvasás szintjei (Makádi M.)

2. **Logikai térképolvasás** (másként okfejtő vagy következtető térképolvasás) – A tanulók nemcsak leolvassák a térképről, amit azon ábrázoltak, hanem a látottakat továbbgondolják, következtetéseket vonnak le azokból. Ahhoz, hogy ezt megtehessek, jártasnak kell lenniük a szemléleti térképolvasásban, sőt megfelelő előismeretekkel kell rendelkezniük, máshol szerzett ismereteiket kell alkalmazniuk egy új helyzetben. Tehát a térképolvasásnak ezen a szintjén az **analogikus következtetésnek** van kiemelt szerepe (amely azon alapszik, hogy hasonló előzményeknek hasonló következményei vannak). Leggyakoribb kérdései a miért és a hogyan (Miért fut a medencébe a hegyvidéki patak? Hogyan változik a természeti környezet északról dél felé haladva? stb.). A tanulók a leolvasás után megindokolják a térképen látható tényeket, feltárják és megfogalmazzák a földrajzi-környezeti jelenségek közötti összefüggéseket, kölcsönhatásokat.
3. **Komplex térképolvasás** (másként utazás a térképen) – A tanulók képzeletbeli vagy valós utazást tesznek a térkép vagy térképek segítségével közvetlen tanári irányítás nélkül. Egy problémára keresik a választ, és a hozzá vezető utat nekik kell megtalálniuk: megkeresniük a megfelelő térképlapokat az atlaszban, információkat gyűjteni a térképekről és azokból következtetéseket levonni, megválaszolni a problémát. A térképolvasásnak e legmagasabb szintje feltételezi a szemléleti térképolvasás készségét és legalább jártasságot a logikai térképolvasásban.

A térképismerettel összefüggő tevékenységek a tanulók térképen való eligazodási képességét kívánják megalapozni és fejleszteni. Az 5–6. évfolyamon a **szemléleti térképolvasás** jártasság szintű elsajátítása a cél (főként domborzati térképekről és



földgömbökről olvasnak). A 7–8. osztályosoknak már a **logikai térképolvasásban** kell jártasságot szerezniük, miközben szemléleti térképolvasásuk a készség szintjére fejlődik (például különböző tartalmú, méretarányú és ábrázolásmódú térképeket olvasnak, térképeket és műholdfelvételeket vetnek össze egymással). Vagyis ebben az időszakban a **térkép elsősorban az információforrás** szerepét tölti be. A középiskolában a térképhasználat főként a **földrajzi-környezeti gondolkodás fejlesztését** szolgálja. A tematikus térképek összehasonlító elemzése a logikai térképolvasás készségét fejlesztheti ki minden tanulóban.

### **A topográfiai tudás fejlesztése**

Az előzőekből is látható volt, hogy a térképismereti készségek fejlesztése nem azonos a topográfiai ismeretszerzéssel, a földrajzi nevek és helyek bevésésével és ellenőrzésével. A topográfiai ismeretek elsajátítása nélkülözhetetlen eszköze a földrajzi tudás kialakulásához. A tanulók topográfiai ismereteik birtokában kapnak képet a világ helyi és regionális jellegzetességeiről, általuk értik meg a földrajzi-környezeti jelenségek, folyamatok térbeli rendjét, összefüggéseit, valamint segítségükkel alakulnak ki helyes képzetek a Földről, annak különböző tájairól, országairól. Ezért a topográfiai fogalmak megismerése (térképi elhelyezése, értelmezése, tartalommal való megtöltése) alapvető fontosságú az alkalmazóképes tudás megszerzése szempontjából.

**A topográfiai tudás kialakulása** hosszú **fejlődési folyamat eredménye**, amit nem lehet egyszerre, alkalomszerűen megszerezni, csak kitartó munkával, folytonos gyakorlással lehet benne eredményt elérni. Lezárt topográfiai tudás nem is létezik főként azért, mert az idők során nemcsak bővül a megismert, elsajátított földrajzi nevek köre, hanem a topográfiai tudás át is strukturálódik. Ugyanahhoz a topográfiai fogalomhoz különböző képzetek társulnak az egyik évben, mint a másokban, vagy a környezetismeret, a természetismeret, majd a földrajz tanulásának időszakában, tanulónként is különbözőképpen zajlik, és eltérő eredményt hoz. Így a tantervek legfeljebb azt sorolják fel a tanárok számára, hogy mely fogalmakról kell mindenképpen tanítani az adott évfolyamon vagy életkori szakaszban, azt azonban nem mondják meg, hogy az adott témakörhöz kapcsolódóan mit és milyen mélységben kell feldolgozni. Már a természetismeret tanulásának kezdetén tisztázni kell a tanulókkal, hogy mit jelent egy topográfiai név tudása. Ugyanakkor a tanulóknak is érzékelniük kell, hogy ez egy folyamat, amelyben lassan araszolnak előre, s nem kell már 5. osztályban mindent teljesíteniük egy-egy fogalommal kapcsolatban.

#### **Mit jelent, hogy tudom a topográfiai fogalmat?**

- Ki tudom ejteni és le tudom írni helyesen a nevet.
- Meg tudom mutatni a térképen a földrajzi helyet (atlasz térképén → falitérképén → bármely méretarányú térképén → bármilyen tartalmú térképén).
- Meg tudom fogalmazni a hely viszonylagos földrajzi fekvését (például ismert folyóhoz,



tájhoz, tengerhez, országhoz, városhoz viszonyítva).

- Meg tudom fogalmazni a hely tényleges fekvését a földrajzi fókázatot alapján (példaként 5. osztályban: mekkora tengerszint feletti magasságban fekszik? → 6. osztályban: melyik félgömbön fekszik? mely szélességi és hosszúsági körök határolják vagy melyek metszéspontjában található?)
- Le tudom olvasni a térképről a földrajzi hely határait (tájaknál: mely tájak, vízrajzi elemek veszik körül az egyes égtájak irányából?; országoknál: melyek a szomszéd országai?).
- Felismerem a földrajzi helyet körvonalas térképben, térképvázlatban → be tudom jelölni a földrajzi helyet körvonalas térképbe, térképvázlatba.
- Ismerem a topográfiai névhez kapcsolódó tartalmakat.

### Hallgatói kérdések és feladatok

1. Hospitálásai során gyűjtsön példákat a téri képességösszetevőket fejlesztő módszerekre! Értékelje azokat eredményességük szerint!
2. Keressen példákat a természetismeret tankönyvekben és munkafüzetekben a valós térben való eligazodási képesség fejlesztésére! Értékelje azokat az életkori sajátosságokhoz való alkalmazkodás szempontjából!
3. Keressen a téri rendszerek értelmezését segítő feladatokat és kérdéseket, problémafelvetéseket a természetismeret tankönyvekben és munkafüzetekben!
4. Válasszon egy jellegzetes hazai tájat (alföldet, dombvidéket vagy középhegységet) és egy életközösséget! Dolgozzon ki módszert jellegzetességeinek tanulókkal történő összegyűjtésére!
5. Állítson össze egy feladatsort a valós térben való eligazodás gyakorlására 10-11 éves tanulók számára! Indokolja a feladatok metodikáját és sorrendjét!
6. Állítson össze egy feladatsort a térképi tájékozódási képesség ellenőrzésére 5. osztályosoknak! Mutassa be, hogy az egyes feladatok mely képességösszetevő szintjéről és hogyan tájékozódnak!

## 5.2. Az időszemlélet és alakítása a természetismeret tanítás-tanulás során

Írta: dr. Makádi Mariann és dr. Róka András

**Kulcsszavak:** idő, időlépték, egocentrikus időképzet, évi idő, évszakos (nyári és téli) időszámítás, földtörténeti idő, kozmikus időképzet, lokális időképzet, napi idő, motivációs időfogalom, tapasztalati időfogalom, történelmi idő, tudati időfogalom, világidő, zónaidő

Felgyorsult az idő – mondjuk gyakran utalva arra a tapasztalatra, hogy az idő jelentősége lényegesen megváltozott az életünkben. A középkortól hosszú évszázadokon át az évszakok és a hónapok múlása volt a legfontosabb a társadalom számára, majd az ipari társadalmak korától az idő pénzben kifejezhető értékévé vált, így felértékelődött a kisebb időegységek szerepe, megnőtt a napok és a napon belüli időtartamok jelentősége. A társadalom jelentős része számára a pillanat lett fontosabb az időtartammal, a „most” a volttal és a „majddal” szemben, amelyhez a technológiai fejlődés is alapot szolgáltatott. A mindennapokban az időt tapasztalható jelenségekkel társítjuk, szinte megszemélyesítjük (például rohan, szalad, repül, vánszorog, megáll), de magát az időt érzékszervekkel nem vagyunk képesek érzékelni, mint ahogy fogalmát meghatározni sem. „Mi hát az idő? Ha senki sem kérdezi, tudom; ha kérdik tőlem, s meg akarom magyarázni, nem tudom.” (Szent Ágoston). Tudatunkban az **idő** az események látszólag folyamatos sorrendjének érzékeléséhez kapcsolódik. Realista felfogása Isaac Newtontól (1642–1727) származik, ami szerint az idő egy kiterjedés, amelyben az események egymás utáni sorrendben történnek, „a tárgyak a múltból a jövőbe folynak át” (newtoni idő). Az idealista felfogás – amely Immanuel Kanthoz (1724–1804) kötődik – viszont az időt az emberek által használt mérési rendszer részének tekinti (kanti idő). Az oktatásban használt időértelmezés Gottfried W. Leibniz (1646–1716) felfogásához áll a legközelebb, ahol az idő egyfajta mérési eszköz, amellyel az események sorrendjét, azok időtartamát és a közöttük lévő időbeli távolságot állapítjuk meg, illetve a tárgyak mozgását hasonlítjuk össze. Az idő csak valami megfigyelt változással (például mozgással, eseménnyel, jelenséggel) együtt értelmezhető, viszonyított relatív mennyiség.

### 5.2.1. A tér testvére az idő

#### Az idő múlásának érzékelése

Környezetünk tágulásának története során az idő sokszor megjelent. Hiába beszéltünk a térről, az időben is „utaztunk”, miközben semmit sem mondtunk róla. Az **idő** éppolyan megmagyarázhatatlan fogalom, mint a tér. Éppúgy sok tapasztalat kellett a birtokba vételéhez, mint a tér esetében. Az első, csecsemőkori „időérzet” talán az az ösztönös jelzés volt, amikor kifejeztük, hogy újra enni akarunk. Aztán elég hamar kiderült, hogy mindennek van ideje is, nem csak helye. „Ez egy különleges reggeli munka, amit kizárólag reggel lehet csinálni...” (Milne: Micimackó) Kezdetben csak a felkelés és a lefekvés közötti történések jelentették a napot, majd megtanultuk, hogy az éjszaka is beletartozik. Egy ideig nem is kellett mérnünk, mert jelezték, hogy eltelt vagy letelt az idő (például már becsengettek, végre kicsengettek). Az iskolában már azt is tapasztalhattuk, hogy még ugyanott is telhet másképpen az idő. Mert az egyik órának sohasem akart vége lenni, míg a másikon semmire sem jutott idő. Ahogy teltek életéveink, egyre többet tanultunk meg az időről. Tudomásul kellett vennünk, hogy nem lehet visszapörgetni, életünk eseményei egyszeriek,

megismételhetetlenek, visszahozhatatlanok. „Most jut eszembe, tegnap elfelejtettem valamit, amit holnap már nem végezhetek el!” (*Milne*)

Az időt nem tudjuk megállítani, de át lehet, sőt át is kell állítani. Ettől még ugyanúgy „folyik”, csak egy másik számmal jellemezzük. Persze, mintha az átállítástól függetlenül is lenne téli és nyári időszámítás, mert télen úgy tűnik, lassabban telik az idő. Fokozatosan alakult ki, majd észrevétlenül meg is szoktuk az érzést, hogy valami tőlünk függetlenül telik. Talán ekkor vált számunkra mindentől, a tértől és az anyagtól is függetlenné. Kezdetben fejlődésnek, később öregedésnek neveztük. Egy kor után már nehéz elfogadnunk az elmúlást, miközben tudjuk, hogy nélküle sohasem jön el az, amire annyit vártunk. Előbb-utóbb rájöttünk vagy megtanultuk, hogy beleszülettünk az időbe, az évszakok, a nappalok és az éjszakák tőlünk, sőt a történelmi kortól is független váltakozásába. Az idő fogalmát tehát a mozgás, a változás kínálja fel, és leírásuk igényli. Az ókori építészet csodái, a múzeumokban kiállított tárgyai, az ásványtárak kristályai vagy az ékszerek briliánsai azért tűnnek „időtlennek” mert (látszólag) nem változnak. A mozgásban, változásban pedig ott rejlik a történések, az elemi események egymásutánisága. „Minden nem játszódhat egyszerre” – mondta *Einstein*.

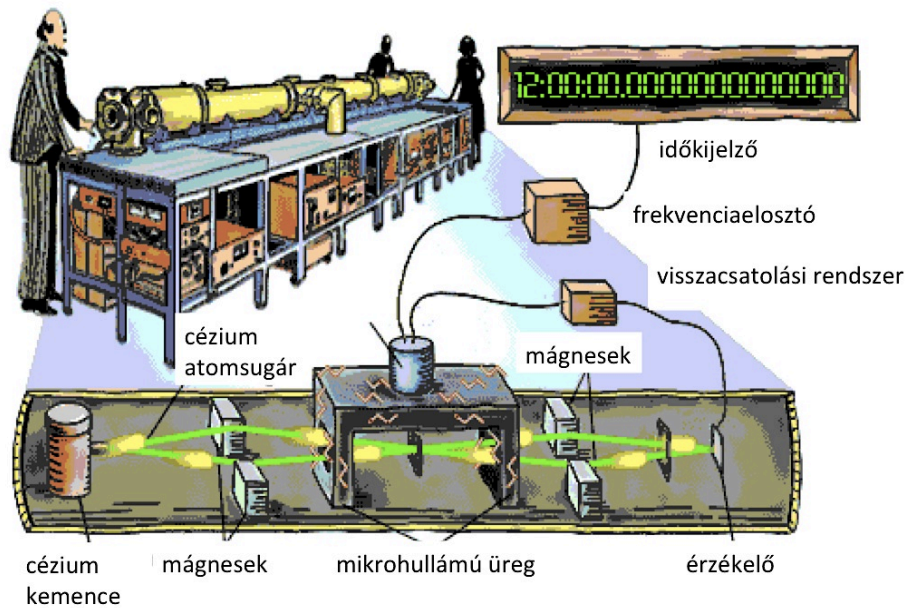
### **Az idő egysége**

Az emberiség örökkévalóság utáni vágya helyett be kell érnünk a megisméltetés élményével. Ennek legegyszerűbb változata a testek esetében a periodikus mozgás, a folyamatok terén pedig a meglepően gyakori körfolyamat, hiszen az összes energia-felszabadulással járó reakcióban, mint például a gyertya égése, **körfolyamattá** szerveződnek az egymást követő elemi lépések. Ennek megfelelően az élő szervezetekben is az „energiatermelés” körfolyamata (például a citrát-ciklus) méri ki a „biológiai idő” egységét. („Két végéről égeti a gyertyát” – mondják, ha valaki túlhajszolja magát, ilyenkor gyorsabban jár a biológiai órája.) A különböző periodikus mozgások és körfolyamatok azonban különböző sebességgel játszódnak le. Úgy is mondhatjuk, hogy mindegyiknek van „saját ideje”, a **periódusidő**. Bármelyik alkalmas lehetne az idő egységének kitűzésére. Az összehasonlítás érdekében ki kellett választani egyet, amihez képest lassabb vagy gyorsabb a többi. Olyan jelenség azonban, ami a Földön mindenütt, azonos módon észlelhető, csak egyetlen egy volt, a Föld mozgása. Az idő egysége csak részben önkényes. Az év és a nap hossza, a Föld összetett mozgásának köszönhetően a Föld kialakulása óta adott, ezért születünk bele a Föld **saját idejébe**. A további időegységek kialakítása vált önkényessé. Ennek köszönhető, hogy időszámításunk időnként korrekciót igényel (például a Juliánus-naptárt felváltotta a Gergely-naptár vagy a szökőév bevezetése.) A kisebb egységek kijelölésében például a „csillagok állása”, a Nap és a Hold helyzete segített (a napfordulók és a holdfázisok). A húsvét napjának kijelölésére mindkét égitest állását felhasználták: a tavaszi napéjegylenőséget követő első holdtölte utáni vasárnap. Amíg a karácsony a Naphoz igazodó idő szerint minden évben ugyanarra a naptári napra esik, addig a húsvét – a Hold ciklusa miatt – nem naptárhoz kötött, hanem minden évben számítással határozzák meg az időpontját.

## Az idő mérése

A még kisebb egységeket sokáig a Nap látszólagos mozgásából származtatták. Mivel a Nap járásával az árnyék is vándorolt, így a napórán csak be kellett osztani az árnyék által megtett távolságot. A helyi időt így osztották órákra, majd percekre. A 19. század közepétől jelennek meg a mechanikus órák, melyek „saját ideje” már alkalmas a másodpercek kijelölésére, illetve mérésére is. A láncon függő súly által mozgásban tartott kakukkos órában mechanikai szerkezet (gátkerék) gondoskodik a mozgás egyenletessé tételéről. Az ingaórákban súly helyett megfeszíthető spirálrugó, a forgási ingákban torziós szál tartja fenn a lengést. Ezek a mechanikai szerkezetek a technikai fejlődés során egyre kisebbekké és pontosabbakká váltak. Megjelentek a hajszálrugóval működő karórák, majd a kar lengése által is felhúzódozó „önfelhúzó” órák. Csakhogy a különböző szerkezetek saját ideje is különböző volt, vagyis különböző pontossággal „jártak”, siettek vagy késtek. *„Amióta több óráim van, soha sem tudom, hogy mennyi a pontos idő.”* (grafiti)

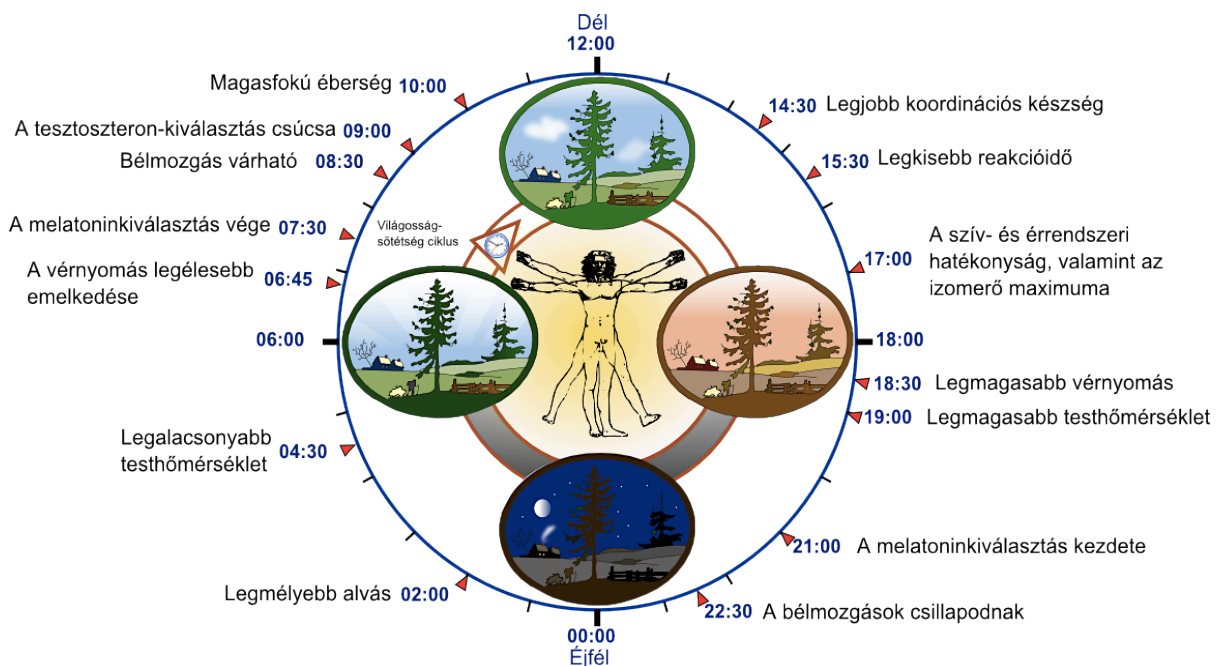
A történelem során kialakított időegységek a rendszertelen váltószámokkal együtt változatlanul maradtak. Az elfogadott időegységek egyre pontosabb mérése azonban a technikával együtt fejlődött. A gyorsasági versenyeken még elegendő a század másodperceket mérni ( $10^{-2}$ s), de két részecske között lejátszódó elemi reakció sebességének meghatározása már femtoszekundumnyi időtartamot igényel ( $10^{-15}$ s, femtokémia). Miután kiderült, hogy a Föld forgási és keringési ideje mégsem állandó, szükségessé vált az idő egységét más természeti állandóra vonatkoztatni. Mivel az elektrotechnika fejlődése lehetővé tette az elektromágneses rezgések frekvenciájának rendkívül pontos mérését, az „idő” újszerű meghatározása is a frekvenciaszámláláson alapul. A „kvarcórákban” parányi szilícium-dioxid kristályok sajátrezgése méri az időt. Mivel lehetetlen belőlük egyformát gyártani, nem is járhatnak egyformán. A kristály „öregedése” miatt pedig hosszú távon változik a sajátidejük. Korunk legpontosabb órája az atomóra, ami az atomon belüli mozgás sajátidejének, illetve frekvenciájának mérésén alapul. Egy elem atomjai nemcsak egyformák, hanem a belső mozgásuk is szigorúan ugyanúgy történik. Atomóra készült céziumból, rubídiumból és még hidrogénből is. A 133-as tömegszámú céziumatom atommagja mágneses sajátságú. Az atom elektronburka 55 elektront tartalmaz, így a párosítatlan elektronnak nem rejtőzködik a mágnesessége. A párosítatlan elektron az atommaghoz képest kétféleképpen állhat, azonos és ellentétes mágnesességgel. A két állapot nem azonos energiájú, de az elektron az egyik állapotból a másikba átbillenthető. Egy másodperc az az időtartam, amely alatt a céziom-133 atom párosítatlan elektrona éppen 9 192 631 770-szer változtatja meg állapotát az atommag mágneses terében. A számítások szerint a céziom atomóra várhatóan 138 millió év alatt is csak 1 másodpercet téved. A GPS „lelke” két céziumóra (5.19. ábra).



5.19. ábra. Az atomóra működésének elve (forrás: <http://www.vilaglex.hu/Erdekes/Html/IdomKors.htm>)

## A világidő

Az idő pontos mérése azonban még kevés, hiszen a Föld forog, és nyugat felé haladva egyre később kel fel a Nap. A középkorban még valószínű senkit sem érdekelt, hogy a másik kontinensen ugyanakkor mennyi az idő. Azonban a hírközlés, majd a személyszállítás fejlődésével szükségessé vált az idő egyeztetése. Az órákat úgy is lehetett volna szinkronizálni, hogy a Földön ugyanakkor mindenütt ugyanannyit mutassanak. Ekkor



5.20. ábra. Az ember biológiai órája (forrás: [http://hu.wikipedia.org/wiki/Fajl:Biological\\_clock\\_human\\_hu.png](http://hu.wikipedia.org/wiki/Fajl:Biological_clock_human_hu.png))

azonban a szélességi fokok mentén más-más órában lett volna reggel. Ezért célszerűbbnek tűnt mindenütt a napfelkeltéhez igazodni. Csakhogy ez meg a szélességi fokok mentén mindenütt máskor következik be. A kettő közötti megoldás az időzónák kijelölésével a **zónaidő** bevezetése lett. Ettől azonban az idő mindenütt egyformán, azonos ütemben telik, csak más számmal jelöljük. A központi „világ időt” nemzetközi együttműködéssel 6 ország atomóráinak adataiból adják meg. A **világidő** azonban csak az órákat szinkronizálhatja. Szervezetünk ugyan képes alkalmazkodni a központi időhöz, az időátállításhoz vagy az „időeltéréshez”, de a „biológiai óránk” a kutatások szerint másképpen jár (5.20. ábra).

### **A tér és az idő az anyag testvére**

**Az anyag, a tér és az idő együtt, egyszerre létezik.** A tér és az idő az anyag létezésének formája. A térbe és az időbe beleszülettünk. A tér egy nagyon piciny részében egy nagyon kicsi ideig van alkalmunk megismerni tulajdonságaikat. Az űrszondákkal, leszálló egységekkel, műszerekkel elérhető környezetünkben azonos körülmények uralkodnak abban az értelemben, hogy a Nap és a csillagok magjához mérten hideg van. Ilyen körülmények között a tér és az idő tulajdonságai mindenütt azonosak. Ha nem így lenne, ha másképpen telt volna az idő, és más tulajdonságú lett volna a tér, akkor a Rosetta űrszondának nem sikerült volna utolérni a Csurmujov-Geraszinemko üstököst. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a Nap belsejéhez hasonlóan a múltban ne lettek volna és a jelenben ne lennének ettől nagyon eltérő körülmények. Az anyag alapvetően két formában jelenik meg a Világegyetemben:

- a testet öltő anyagok formájában a kvarkoktól, az elemi részeken, az azokból felépülő atomokon, molekulákon keresztül az ásványokból felépülő égitestekig;
- a testet nem öltő anyag, az elektromágneses sugárzás típusai a rádió- és a mikrohullámoktól kezdve az infravörös-, a látható-, az ultraibolya- és a röntgensugárzáson keresztül a gammasugárzásig (az anyagnak ezt a típusát inkább a sugárzásban terjedő energiának nevezzük).

Az anyag egyik tulajdonságaként megjelenő teret azért érezzük nagynak és az anyagtól függetlennek, mert kevés benne a testet öltő anyag. Az anyag feltárt fejlődéstörténete során egy rendkívül forró, tűnő állapotból az egyre hidegebb állapot felé halad. Szemléletesen azt mondhatnánk, hogy közben az „anyag” kondenzált, éppúgy, mint a vízgőz. Ha a vízgőz egy zárt üvegben csapódik le, a tér nemcsak nem szűnik meg, hanem még azt sem mondhatjuk, hogy üres. Legfeljebb kevés benne a „testet öltő anyag”. Az egyensúlyi nyomást kialakító molekulákon kívül egy ideig az a „testet nem öltő” energia is kitölti, ami a kondenzáció során felszabadul. Az űsrobbanást követően az anyag (egymás után) több halmazállapot-változáshoz hasonló átalakuláson ment keresztül, míg környezetünk „testet öltő anyagai” kialakultak. Ezeknek az összes térfogata azonban kisebb, mint a kiinduláskor volt. A környező, üresnek tűnő bolygóközi és csillagközi tér nagysága sugallja azt az érzést,

hogy az anyag nem is tudja kitölteni a rendelkezésre álló teret, mintha a tér független lenne az anyagtól.

Az anyag fejlődéstörténete során különböző folyamatok játszódtak és játszódnak le. Lokálisan előfordulnak reverzibilis átalakulások, a megismétlődés élményét hordozó körfolyamatok. Ezeknek is van sebességük és saját idejük. Az idő azonban szemléletünkben inkább a **visszafordíthatatlanság** élményével társul. Időutazásunk egyirányúsága mögött az energia eloszlása rejlik. Amikor a gőz kondenzál, a keletkezett víz már sohasem jön magától forrásba. A lecsapódáskor felszabaduló, „testet nem öltő” energia ugyanis fénysebességgel oszlik el a sokkal nagyobb térfogatú környezetben. Ezért nincs az a valószínűség, ami nyomán újra koncentrálna a vízben. A folyamat megfordíthatatlanná, irreverzibilissé válik. Az Ősrobbanástól az élet kialakulásáig az irreverzibilis folyamatok vezetnek az idő visszafordíthatatlanságához. Az élő szervezet a reverzibilis és az irreverzibilis folyamatok optimálisan szerveződött egysége. A fejlődés éppolyan irreverzibilis folyamat, mint az öregedés, csak Murphy-törvénye az utóbbi folyamán gyakrabban érvényesül: „ami elromolhat, az el is romlik”. A makromolekuláris gépezetnek reverzibilisen kell működnie ahhoz, hogy ne kelljen újra létrehozni. A szőlőcukor viszont irreverzibilisen alakul át széndioxiddá és vízzé a biológiai oxidáció során. A végtermékekből önként már sohasem képződik szőlőcukor és oxigén, csak a Nap „testet nem öltő” energiája nyomán válnak újrahasznosíthatóakká.

## 5.2.2. Gondolkodtatás különböző időléptékekben

### Az időléptékek érzékelése

A természeti folyamatok időben játszódnak le, méghozzá nagyon különböző **időléptékekben**. Az időbeli tájékozódással kapcsolatos tantervi követelményeket összefoglaló 5.6. táblázat jól érzékelteti, hogy az idővel való iskolai foglalkozás alapvetően az időléptékekhez kapcsolódik, az egyes időléptékeket és az azokkal való műveleteket mintegy fejlődési sorba illesztve kezeli. Az oktatás alapszakasza az időfogalmat főként a környezetismeret tantárgy keretében a személyes tapasztalatokra alapozva fejleszti. Az 5–6. évfolyamon a természetismeret tantárgy a természeti környezet jelenségeihez kapcsolja az időt, ezek oksági viszonyait felfedeztetve fejleszti tovább az időképzetet. Azonban ebben az átmeneti szakaszban szétválik a természeti és a társadalmi idő és időlépték, társadalmi szempontból alapvetően a történelem (továbbá a magyar irodalom, a művészetek tudománytörténeti vonatkozásai) fejleszti tovább. Ugyanakkor a természetismeret tanításának is feladata marad a társadalmi hatásra bekövetkező természeti változások időbeliségének érzékeltetése a tanulókkal. A napi és az évi időt, azok múlását könnyen érzékelik a tanulók, hiszen számos környezeti jelenségben tapasztalják, és életük mozzanatai szorosan összefüggenek azokkal. Így **a napi és évi idővel** való ismerkedés nagyrészt alsó tagozatban és 5–6. évfolyamon történik.

Előzmények – Környezetismeret 1–4. évfolyam	Természetismeret 5–6. évfolyam
A mindennapokban érzékelhető idő	
Gyakorlatszerzés az idő mérésében, mértékegységeinek használatában	
Gyakorlatszerzés időtartamok becslésében a...	
mindennapi étellel kapcsolatban	különböző folyamatokkal kapcsolatban
A nap időtartamának ismerete, érzékelése	- A napi időszámítás elvének megértése;
A napszakok váltakozásának ismerete	- A Föld forgásának, Nap látszólagos égi útjának, a napóra elvének ismerete
A napszakok jellemzőinek ismerete	
Az év időtartamának ismerete, érzékelése	- Az évi időszámítás elvének megértése;
Évszakok váltakozása, jellemzők ismerete	- A Föld Nap körüli keringésének ismerete
Napszakok, hónapok, évszakok idősorba rendezése	Napszakok, hónapok, évszakok, évek időtartamának összehasonlítása
Az idő és a természeti jelenségek	
Élőlények időbeli szabályszerű változásainak és okainak felismerése;	- A természeti jelenségek és az idő kapcsolatának felfedezése;
Az élőlények időbeli változásának megfigyelése (növekedés, fejlődés, pusztulás);	- A természeti és a társadalmi környezet idő múlásával való változásának megértése
Az idő és az életmód kapcsolatának észrevétele (téli álmom, költöző madarak, lombhullatás, több évig élő növények)	- A természeti folyamatok, összefüggések, törvényszerűségek megértéséhez szükséges időképzet, időbeli elvonatkoztatási képesség kialakulása

5.6. táblázat. Kívánatos tantervi követelmény az időbeli tájékozódás képességével kapcsolatban (Makádi M.)

A társadalmi-gazdasági folyamatok, a történelmi események, a környezet változásai hosszú évtizedek, évszázadok alatt zajlanak. A **történelmi idő** érzékelése és az abban való eligazodás már nehezebb a tanulók számára, mert életünkben legfeljebb tíz-tizenegy tudatos év telhetett el. Ezért természetismeret órán is mindig el kell képzelteni velük a nagyságrendi különbségeket az általuk ismert idő és a történelmi, földrajzi, ökológiai események időpontja, időtartama között. Külön kihívást jelent, hogy maga a Föld vagy a kőzetek, az ősmaradványok, a szerkezeti és felszínformák olyan régen keletkeztek és olyan hosszú időtartamú fejlődési folyamaton mentek keresztül, amit talán nem is lehet felfogni. Nehéz elképzelni valójában mit is jelent az, hogy egy esemény évmilliókkal ezelőtt történt. Ilyen léptékű időképzetük valójában a felnőtteknek sincs, pedig szükség lenne rá, ha a földtani, földrajzi, biológiai (evolúciós) és környezeti folyamatokról akarunk gondolkodni, ha ok-okozati összefüggéseikben akarjuk felfedeztetni és megértetni a természeti jelenségeket. A **földtörténelmi időképzet** alakítása a 12. életévtől kezdődik, de csak a 9. évfolyamon teljesedik ki. Valljuk be, évtizedekben, de még inkább évszázadokban, évmilliókban, sőt évmilliárdokban gondolkodni nem képesek a gyerekek, legfeljebb tudomásul veszik ezeket az időkategóriákat, de tényleges, reális időképzet nem társul hozzájuk.

Az időbeli tájékozódással kapcsolatban a tanulóknak tudniuk kell a 6. évfolyam végén:

- mérni az időt, megbecsülni a mindennapi életünket meghatározó időtartamokat;

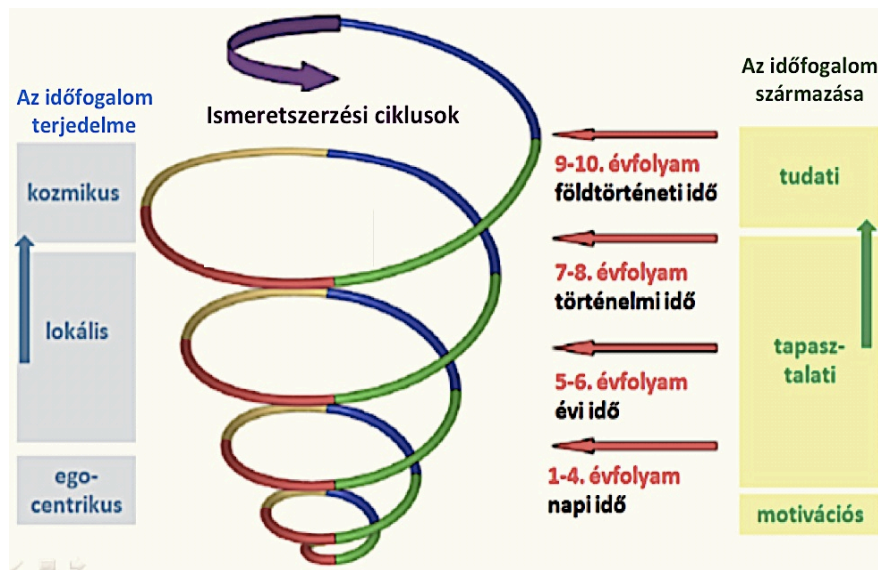


- jellemezni a napszakokat és az évszakokat;
- megnevezni a napszakok és az évszakok váltakozásának okát;
- felismerni a természeti jelenségek periodikus ismétlődését (például a Föld mozgásaihoz kötődő változásokat);
- idősort képezni természeti jelenségekből és a tanulók mindennapi tevékenységeiből;
- összehasonlítani napi, évi és történelmi időnagyságrendeket, érzékelni időtartambeli különbségeiket;
- hogy az idő múlásával az élőlények és ők maguk is változnak, és felismerniük e változások szabályszerűségét, okait.

### **Az időhöz kapcsolódó fogalmi váltások**

A tanterv által meghatározott időképzetre irányuló fejlesztési folyamat az idővel kapcsolatos fogalmi váltásokhoz igazodik a természetismeret tanulásában. Az időhöz kötődő fogalmi körökkel növekvő léptékük sorrendjében foglalkoznak a tanulók, a személyes életüket meghatározó pillanatnyi időtől az elvont, milliós nagyságrendű időfogalom felé haladnak (5.21. ábra). Az alsó tagozatos gyerekek időviszonyításának alapja a személyes tapasztalat (például „akkor van éjszaka, amikor sötét van”, „akkor van dél, amikor ebédelünk”, „akkor van nyár, amikor meleg van és nincs tanítás”, „az ősz az, amikor a születésnapom van”), az időt önmaguk személyes élete szempontjából érzékelik, ítélik meg, **egocentrikus időképzettel** rendelkeznek. Időérzékelésüket még sokáig befolyásolja érzelmi állapotuk, viszonyuk a történéshez (például a játék közben szinte röpül, az iskolai órán nehezen telik az idő), a **motivációs időfogalom** szinte végigkíséri az életet, ennek ellenére a felnőttek gyakran nem értik, hogy miért nem tudják tartani a gyerekek az időt (például a megbeszélte időpontot, a játék előre egyeztetett időtartamát). Majd tudatukban a napi és az évi idő egyre inkább elszakad önmaguktól, egy-egy konkrét helyhez (a lakóhelyükhöz, a hazánkhoz stb.) kötődik. Akkor következik be az első fogalmi váltás, amikor érthetővé válik számukra, hogy a napi és az évi idő a Föld Naphoz viszonyított helyzetétől függ. A **lokális időképzet** tehát annak felismerése, hogy bolygónkat forgása során mindig máshol világítja meg a Nap fénye, és keringésekor – mivel mindig máshol van csillagunk körüli pályáján – különböző területeit eltérő szögben éri a világosságot és a meleget adó napsugarak. Kialakulásában nagy szerepe van a tapasztalatoknak, különböző földrajzi fekvésű terek különböző időpontokban való megismerésének (például hazai nagytájak jellemzői a különböző évszakokban), a földrajzi fókuszálással kapcsolatos feladathelyzeteknek, valamint a természeti események, jelenségek, folyamatok térben és időben való elhelyezkedésének (**tapasztalati időfogalom**). A helyekre vonatkoztatott időképzet fokozatosan mélyül a felső tagozatban azáltal, hogy 7-8. évfolyamban földrajz- és biológiaórákon képzeletileg bejárják a Földet, megismerik az évszakok váltakozásának jelentőségét a különböző életterekben. A következő fogalmi váltás csak a középiskolai évek alatt következik be a csillagászati ismeretek bővülésével (fizika- és földrajzórán), amikor az időfogalom térben kiterjed, a Földön globális értelemben és azon túl, a Naprendszerben nyer értelmet, kialakul a **kozmoszi időképzet**. Mivel ezen a szinten

tudatosul a tanulóknak, hogy a napszakok és az évszakok térben és időben egyszerre változó fogalmak, **tudati időfogalom**nak nevezhető.



5.21. ábra. Az idő fogalomkör fejlesztési modellje a földrajztanításban (Makádi M. 2014)

### Mit tegyünk az idővel?

A természettudományok tanulása szempontjából a tényleges **idő érzékelésénél**, elképzelésénél fontosabb a különböző **időnagyságrendek** érzékelése. Ez csak akkor következhet be, ha a tanulók rendszeresen végeznek ezzel kapcsolatos gondolatjátékokat, melyek során általában nem konkrét, nem megfogható, általuk pontosan nem meghatározható időkategóriákban gondolkodnak, csupán a nagyságrendjüket kell elképzelniük és összehasonlítaniuk (például a köznapi és a történelmi idő). Leggyakrabban nem is egy tény, jelenség, folyamat konkrét idejével, időpontjával kell tisztában lenniük, hanem csak azt kell felismerniük, hogy az egyik korábban vagy későbbben volt a másikhoz képest, azaz **időrendi sorba** kell rendezniük a dolgokat. A helyes sorrend megtalálásakor persze a tartalmi jegyeiket hasonlítják össze, így a sorbarendezés mögött konkrét ismeretek és logikai műveletek állnak.

Az időrendi sorok és időnagyságrendi kategóriák megállapításán túl azonban az is szükséges, hogy a tanulók **felismerjék az idő jelentőségét**, a különböző időtípusok eltérő szerepét az egyéni és a társadalmi-gazdasági életben. A gyerekek egyéni fejlődésük során csak lassan, fokozatosan ismerik fel az idő jelentőségét, hiszen időképzetük is hosszú évekig tartó fejlődés eredménye. A felismerés kezdetben tapasztalati úton történik, majd egyre tudatosabbá válik, azaz következtetéseken, gondolatsorokon alapszik. Nagy jelentősége lehet benne a ráeszméltetésnek és a rádöbbenésnek. A problémák megválaszolása során nemcsak elgondolkodnak az idő és az egyes földrajzi, biológiai, ökológiai tényezők kapcsolatán, hanem személyes szűrőjükön keresztül adnak válaszokat, miközben

nyilvánvalóvá válik számukra a mindennapi élet és az ismeretanyag kapcsolata is. Időt kell szakítani arra, hogy beszélgetésekben szembesüljenek a gyerekek az idő problémájával (miért nem mindegy, hogy mennyi az idő, melyik napszak van, melyik évszak van, mikor keletkezett a felszínforma, mikor alakult ki a Földünk? stb.).

### **A napi idő értelmezésének nehézségei**

A napi és az évi idő múlását könnyen érzékelik a gyerekek, hiszen életük mozzanatai szorosan összefüggenek velük. Az óvodások a napszakokat napi cselekvéseikkel hozzák kapcsolatba (például amikor felkelek, akkor van reggel, és amikor lefekszem, akkor este) (**egocentrikus időfogalom**). Az 1. osztályosok meg tudják nevezni a **napszakokat** jellegzetes tapasztalható jellemzőik alapján (például ha világos van, akkor nappal, ha sötét, akkor éjszaka van). 2. osztályban már nagy biztonsággal elkülönítene kisebb napi időegységeket is (például amikor a Nap felkel, akkor reggel, amikor lenyugszik, este van), de a többi napszak megnevezésével még 4. osztályban is bizonytalanok (például hol van a választóhatár a reggel és a délelőtt, a délután és az este között, mikor van éjszaka?). Ha a földgömböt egy lámpával megvilágítják, könnyen belátják, hogy a sötét félgömb az éjszakai és a megvilágított a nappali félgömb egy adott földi helyen, ott pedig, ahol a megvilágított és a sötét félgömb határvonala (a terminátorvonal) húzódik, reggel vagy este van. Csak annak felismerése okoz problémát, hogy elkülönítsék, hol van a **reggel** és hol az **este**. E fogalmak pontos értelmezéséhez csillagászati földrajzi jelenségek megismerése és megértése szükséges, hiszen e fogalmak tartalma nem csupán a két szélsőség (a sötétség és a világosság) viszonylatában értelmezhető, hanem lényegük épp a Föld forgásának folyamatosságában és annak folyamatos megvilágítási következményeiben van. Így tehát amikor 5. osztályban megismerik ezt a folyamatot, megértik egy adott földi ponton a napszakok egymásba való fokozatos átmenetét is. Így a napi időfogalomban fogalmi váltás következik be, a tanulók tudatában az idő egy adott helyhez kötődik, és felismerik, hogy az a megvilágítási helyzettől függ (lokális időfogalom).

A dél-éjfél fogalom kialakítása nehezebb. A „mikor (hol) van **dél** vagy **éjfél**?” kérdésre azt válaszolják a gyerekek, hogy a reggel és az este között félúton. Mivel még nem ismerik a Nap delelését, ez helyes válasz. Tapasztalatból már az alsó tagozatosok is tudják, hogy délben látható a Nap a legmagasabban az égen (és ennek ellenlábás pontjában van éjfélkor, égi pályája legalacsonyabb pontján, persze ekkor nem látható). Akkor nyer igazán értelmet a fogalom, amikor modellezés során láthatják, hogy a Föld forgása közben a Nap mindig más területek felett delel. Valóságos és modelltapasztalat alapján belátják, hogy dél akkor és ott van, amikor és ahol a Nap éppen a legmagasabban van az égen, a napsugarak a legnagyobb szögben érkeznek a felszínre. Noha a gyerekek 5-6. évfolyamon megtanulják, hogy a napi idő múlása a Föld Naphoz képesti elfordulása miatt történik, még nem értik ezt a kapcsolatot, hiszen nem ezt tapasztalják. A Nap égbolti mozgásához kapcsolják, mert azt látják, viszont a Föld tengely körüli forgását nem érzékelik. Ezért elengedhetetlenül fontos, hogy tapasztalják

meg modellen a folyamatot, és keressenek kapcsolatot a látvány és a modellhelyzetek között.

Arra a kérdésre, hogy mettől meddig tart egy **nap**, a gyerekek életkoruk függvényében különböző válaszokat adnak. A 6-7 évesek a reggeltől estig tartó időtartamra gondolnak, hiszen számukra az a naponta megélt idő, a Nap keléséhez (látóhatár fölé való emelkedéséhez) és nyugvásához (alákerüléséhez) csak 8 évesen kezdik kötni. Ebben a korban kezd beletartozni a nap fogalmába az éjszaka is, a reggeltől a következő reggelig terjedő időszakot tekintik annak, összefüggésben azzal, hogy egyre tudatosabb napirend szerint élnek. Az új nap a reggelrel kezdődik, mint ahogyan a társadalom, sőt az élővilág nagy része számára is (például kakaskukorékolás, madárcsivitelés indítja a napot). Később (még felnőtt korban is) azonban gyakran visszatér az a kisgyermekkori tévképzet, hogy a nap és a nappal azonos. Összefügg ezzel, hogy a nappali idő a gyerekek számára évszakfüggő, a nyári nappal hosszabbnak tekintik a télinél, mert napi idő képzetük szorosan összefügg a tevékenységeikkel.

Fogalmi konfliktust jelent a tanulók számára, amikor szembesülnek azzal, hogy **a gyakorlati életben működő napfogalom** több szempontból is **eltér a hivatalostól**. A napi időt nem reggeltől, hanem 0 órától számítjuk, vagyis attól az időponttól, amikor a látóhatár alatt a legalacsonyabban van (alsó delelés). A csillagászatban egy nap a Nap két egymást követő delelése (dél) között eltelt szakasz, időtartam (23 óra 56 perc 4,09 másodperc), a gyakorlati életben mégsem déltől délig, hanem éjfélről éjfélig számítjuk. Vagyis a természettudományos időfogalomba beleszól a társadalom, az életéhez igazítja, de mivel praktikuma könnyen belátható és a tapasztalaton kívüli időszávba (éjszakára) esik, nem okoz különösebb képzetit zavart a tanulóknál. Annál többet a zónaidővel való szembesülés. Noha a zónaidő fogalma középiskolai követelmény, a mobilis társadalomban a tanulók találkozhatnak vele utazásaik során. Értelmezése szintén a társadalmi szempontnak a természettudományos fogalomhasználatban való érvényesülésével szembesíti őket. Könnyen belátható, hogy a különböző földi helyek közötti kapcsolattartást nehezítette a Nap járásához viszonyított időszámítás, így szükségessé vált a zónaidő bevezetése. Az órára pillantva tulajdonképpen világszerte egy mesterséges időt látunk, amely lényegében csak az adott helyhez tartozó időzóna középső hosszúsági körén felel meg a Nap járásának (hiszen a zónaidő e hosszúsági kör helyi középideje). A greenwichi csillagvizsgáló kupoláját átszelő hosszúsági körön érvényes időt pedig kinevezték **világidőnek** (greenwichi idő, GMT, a 0° hosszúsági körhöz tartozó helyi középszoláris idő, megjegyzendő, hogy ma már a nemzetközi atomidőből származó koordinált világidőt, az UTC-t használjuk). Az időzónák határait is a társadalom igénye szerint az országhatárokhöz igazították, és egységesített időzónákat vezettek be az Európai Unióban.

Ősszel és tavasszal az óraátállításhoz kapcsolódóan rendszerint a tanulók érdeklődésének középpontjába kerül az **évszakos időszámítás** kérdése. Gyakran megkérdezik, melyik az igazi

idő: a nyári vagy a téli időszámításkor használt? A válasz, hogy egyik sem, hisz a **téli időszámítás** is csak a 0° hosszúsági körön valós, a **nyári időszámítás** pedig ehhez képest is mesterséges rendszer. Eredetileg energiatakarékosági céllal vezették be, a zónaidőt nyáron (március vége és október közepe között) 1 órával előbbre állítják a „valós” zónaidőhöz képest (az Európai Unióban 1996 óta).

### A napi idő érzékelése és érzékeltetése

A reális napi időfogalom kialakulása – noha a tanulói tapasztalatokra épül – csak akkor várható, ha tudatos érzékelésére rendszeres tevékenységek irányulnak. A feldolgozásához az alábbiakban bemutatunk néhány javasolt feladatot. Az érzékeltetés egyfelől modellezéssel, másfelől problémafelvetéssel érhető el. A **modellezésnek** a Föld tengelykörüli forgása következményeihez kell kapcsolódnia részben annak megtapasztaltatásával, hogy a forgás közben a Nap mindig más-más részét világítja meg égitestünknek, részben pedig azzal, hogy a Föld különböző részein másként látják az emberek a Nap helyzetét és napi mozgását.

#### A megvilágítás gömbi határai

A tanár az asztal szélére állítja a földgömböt a kezdő hosszúsági körrel az osztály felé fordítva. A Napot megszemélyesítő gyerek homlokára rögzített zseblámpával a földgömb elé guggol úgy, hogy az Egyenlítővel szemmagasságában és olyan távolságban legyen, hogy a lámpa fénykúpja a sarkpontokat is megvilágítsa. Tíz gyerek egy-egy földrész és óceán nevével felsorakozik a Nap mögött. Valaki lassan forgatja a földgömböt az óramutató járásával ellentétes irányban, minden negyed-, fél- és háromnegyed fordulatnál megáll, és a Nap mögött állók jelzik, ha megvilágítja őket a Nap.

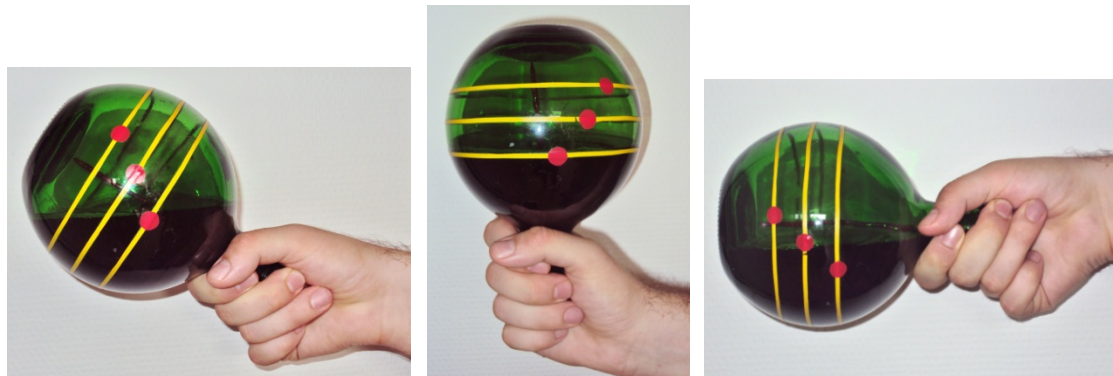
A fenti feladatban azt tapasztalják a tanulók, hogy a negyedik fordulatnál ugyanazokat a területeket világítja meg a Nap, mint a kiindulási helyzetben, hiszen ugyanabban a helyzetben van a Föld a Naphoz képest, a valóságban közben 1 nap telik el. A tapasztaltakból levonják a következtetést: a Föld forog a képzeletbeli, ferdén álló tengelye körül, miközben a napsugarak az éppen felé forduló részét megvilágítják, tehát a Nap egy nap során időről időre más területét világítja meg a Földnek.

#### A nappal hossza függ a helytől és az évszaktól

A tanár a gyerekek segítségével elkészíti az éggömbmodellt (5.22. ábra). Kiindulásként a földgömb azt az állapotot mutatja, amikor hazánkban a Nap éppen felkel. Lassan elforgatja az éggömböt, mint ahogyan az látszólag folyton fordul a fejünk fölött. Amikor a Nap a gömb tetejére ér, akkor delel, dél van, déli irányban látható az égen. Ha tovább forgatja az éggömböt, a Nap újból eléri a látóhatárt, nyugatias irányban lenyugszik. Éjszaka ugyanilyen pályát fut be, csak nem látjuk, mert a látóhatárunk alatt mozog.

A fenti modell segítségével azt figyelhették meg a tanulók, hogy hazánk álláspontján milyen látszólagos utat tesz meg a Nap az égbolton. Megmérhetik a gömbfelszínen a nappálya látóhatár feletti hosszát nyáron, télen és az átmeneti évszakokban, vagy megmérhetik az egy körülforduláshoz szükséges időket. Tapasztalják, hogy nyáron hosszabb időt tölt a nap a

látóhatár felett (hosszabb a nappal), mint télen. Azonban azt szeretnénk érzékeltetni, hogy a Föld más részein (különböző földrajzi szélességeken) nem ilyen a Nap napi útja, ezért elvégezzük az előbbi modellezést úgy is, mintha az Egyenlítőn vagy az Északi-sarkon állnánk. Hasonlítsák össze a tanulók a Nap magasságát, látszólagos napi útjának hosszát, a látóhatár feletti ívének megtételéhez szükséges időt a három álláspontról nézve!



hazánk földrajzi szélességén      az Északi-sarkon      az Egyenlítőn

a gömb belsejében, annak középpontjában, a Föld felszínén állunk  
hurkapálca = Föld meghosszabbított tengelye; folyadék felszíne = Föld felszíne; víz felszíne fölötti rész = égbolt; sárga vonal = a Nap elmozdulásának vonala az évszakokban; piros korong = Nap

5.22. ábra. Modell a Nap látszólagos pályája, az évszakok és a különböző földrajzi szélességek összefüggésének bemutatására (Makádi M. felvételei)

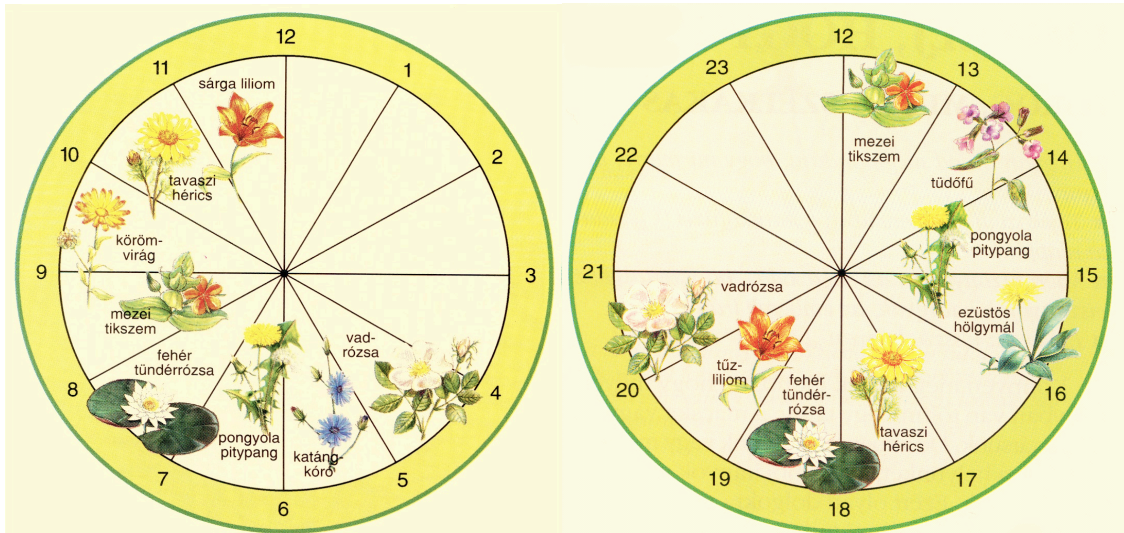
**Mérjük árnyékkal az idő múlását!**

Egy botot szúrunk merőlegesen a földbe az iskolaudvaron a téli időszámítás kezdete után egy napos reggelen, és köré rajzolunk (pl. egy madzagra erősített tégladarab segítségével) egy fél méter sugarú kört. A földbe karcolunk egy vonalat a bot árnyékán, és ráírjuk, hogy hány óraker készült. Óránként újra és újra megrajzoljuk a bot árnyékát, és mindig mellé írjuk az időpontot.

A napóra az adott álláspont helyi idejét mutatja. Elkészítése segíti azt a felismerést, hogy a Föld és a Nap helyzete folyamatosan és egyenletesen változik a nap során, és naponta ismétlődik, mert a gyerekek láthatják, hogy a földbe szúrt bot árnyéka mindig más irányba vetül. Az árnyék elfordulási szöge könnyen megfeleltethető időtartamnak. (Az viszont megzavarhatja őket, hogy az árnyék hossza is változik, előfordul, hogy azt a napsugarak beesési szögének változása helyett a Nap–Föld távolság változásával magyarázzák.) A probléma a 10-11 évesek számára igazából annak belátása, hogy a két égitest helyzetének változását a Föld helyzetváltoztató mozgása (képzelt tengelye körüli forgása) és nem a Nap elmozdulása okozza, hiszen ők azt látják, hogy a Nap jár az égen (de ez már nem időbeli, hanem mozgásfogalmi kérdés). A napóra készítési feladathoz kapcsolható annak kitaláltatása a gyerekekkel, hogyan lehetne időtállóvá tenni a földbe karcolt napórát. Az „időtálló” fogalom ilyen értelmezése hozzásegít a köznyelv és a tudományos fogalomhasználat közötti eltérések felfedezéséhez.



A természetismeret tanulása során fontos feladat, hogy a tanulók lássák, hogyan **érzékelhető a természeti jelenségekben** a napi idő múlása. Noha ennek az alapja a Föld tengely körüli forgása következtében bekövetkező megvilágítás változása, de fel kell ismerniük annak következményeit például a táj hangulatának változásában, a madarak hajnali és reggeli fokozatos megszólalásában (madáróra), a virágok, virágzatok nyílásában és becsukódásában (virágóra, 5.23. ábra).



5.23. ábra. Virágóra a napi idő érzékeltetésére (forrás: A Föld, amelyen élünk, Környezetismeret 4. osztály, Mozaik Kiadó)

### Hangulatlesés

- A tanulók megfigyelnek egy tájat a különböző napszakokban, és táblázatban rögzítik a tapasztalataikat.

Napszak	A táj hangulata (írj jelzőket!)	Különbözősége az előző napszaktól	Jellemző színek	Jellemző hangok, illatok	Mely irányból süt a Nap?
Reggel					
Délelőtt					
Délben					
Délután					
Este					

- Megbeszélik, hogyan változott a táj hangulata a nap során, és magyarázatot keresnek rá.  
 - Igazolják egyszerű modellel, hogy valóban másként látjuk ugyanazt a dolgot, ha változik a megvilágítás iránya és erőssége. Egy rajzlap közepére állítanak egy almát. A besötétített tanteremben egy zseblámpával eljártsszák a Nap napi járását, miközben megfogalmazzák az alma látványát.

### A napi idő múlásával kapcsolatos gondolkodtató feladatok

1. Készítsetek szótárt azokból a kifejezésekből és jelentésükről, amelyek a napi idő múlását fejezik ki a népmesékben!
2. Hogyan jelképezi az óra az idő múlását?



3. A hagyományos mutató vagy a digitális kijelzésű óra jelzi szemléletesebben az idő múlását? Ütköztessétek a véleményeket!
4. Milyen szögben kell a földre szúrni a napóra „mutatóját” adó botot Budapesten? Másként kell-e elhelyezni Baján (Budapesttel közel azonos földrajzi hosszúságon) vagy Debrecenben (Budapesttel közel azonos földrajzi szélességen)?
5. Mely természeti jelenségek alapján tudnánk érzékelni a napi idő múlását, ha nem lenne óránk? Készítsetek listát! Beszéljétek meg, melyik miért alkalmas az idő jelzésére! Vitassátok meg, hogy melyik lenne a legjobban használható!
6. Mi szól a nyári időszámítás alkalmazása mellett és mi ellene? Gyűjtsétek össze, majd vitassátok meg!

Mellette szól	Ellene szól

### Az évi idő értelmezése

Az **évi időfogalom** fejlődése a napi időhöz hasonló fejlődési folyamaton megy keresztül. A tízévesek az évet és az évszakokat személyes életük eseményeihez kötik (**egocentrikus időképzet**). Az évi idő múlását az évszakok váltakozása jelzi számukra, amihez tevékenységeik egy része, többnyire az élményt adó része kötődik (például iskolakezdés, korcsolyázás, karácsonyi ajándékozás, farsangi bál, strandolás) (**motivációs időfogalom**). Télen alig süt a Nap – mondják –, de „ha fent is van az égen, sápadt, gyengén süt, pedig olyan nagy”. Ellentmondást éreznek, mert azt gondolják, hogy ha nagynak látszik a Nap, akkor az erősebben világít és melegít, mint amikor kisebbnek látszik. (Még középiskolás korban is előjön ez a tévképzet: azért van nyáron melegebb, mint télen, mert nyáron a Föld közelebb kering a Naphoz ellipszis alakú pályáján.) Tévképzet az is, hogy az alsó tagozatos gyerekek azt gondolják, télen kevesebbet süt a Nap, mert „nincs mindig az égen”, „télen a Nap is lustább”, nemcsak később kel és korábban nyugszik, hanem „nem is megy olyan magasra az égen”. Mögötte az a tapasztalás keresendő, hogy télen alacsonyabban járja látszólagos égi útját (**tapasztalati időfogalom**).

Az iskolát kezdő gyerekek meg tudják nevezni az évszakokat jellemzőik alapján (például nyáron meleg van, télen havazik, ősszel fúj a szél és esik az eső, tavasszal süt a nap és virágillatot hoz a szél), de ebben az esetben nem is az időt érzékelik, hanem a **periodikus jelenségek** egy-egy jellegzetes mozzanatát, amelyek az évi idővel kapcsolatosak. Ez a fajta évszakfelismerés alapvetően egyéni tapasztalatokon alapszik, de szerepe van benne a társadalmi tudásnak is (így hallom a felnőttektől, így jellemzik a mesékben, a gyerekdalokban). Emiatt az évszakokról kialakuló gyermeki képzet számos sztereotípiát tartalmaz, amelyektől nehezen szabadul, később más földrészek évszakainak, időjárásának, éghajlatának elképzelésekor okoz zavart. Nem értik például, hogyan lehet az, hogy nem váltakoznak évszakok a sarkvidéki vagy az egyenlítői övben („honnan tudják akkor, hogy melyik hónap van?”). 6. évfolyamtól kezdve lassan felismerik, hogy a Föld különböző részein nem egy időben vannak ugyanazok az évszakok (északi és déli félgömb ellentétes évszakai),

és nem is feltétlenül a nálunk ismert ritmusban váltogatják egymást (például nincs négy évszak) (**lokális időfogalom**).

A napfogalomhoz hasonlóan változik az életkorokkal a „megtől meddig tart **egy év?**” kérdésre adott gyermeki válasz. Az alsó tagozatos gyerekek bizonytalanul felelnek, mert nehezen gondolkodnak ilyen nagy időtartamban. Csak 8 éves kor után lesz belátható az év, de többnyire a nyártól nyárig vagy a szeptembertől szeptemberig tartó időszakot tekintik annak, hiszen számukra az az évente megélt idő, életük teljesen másként zajlik a nyári iskolaszünet idején, mint az év többi időszakában. Szemben a napi idővel nem maradnak ki időszakok az év fogalmából, csak más értelmet nyernek.

A tananyag 10-11 éves korban kapcsolja az évi időt a ferde tengelyű Föld Nap körüli keringéséhez, de ez ekkor még nehezen érthető. Egyrészt azért, mert kétféle és különböző időléptékű mozgást kell a tanulóknak megkülönböztetniük (gyakran egy vagy két tanórán belül). Gyakori tévképzet, hogy egy adott időpillanatban a Föld vagy forog, vagy kering. Feltétlenül modellen kell látniuk vagy eljátszaniuk a mozgásokat külön-külön is, majd együtt, hogy megértsék, azok egyidejűleg is lehetségesek. A tapasztalati időfogalom gondolati kiterjesztése azonban évekig tart. Ha a forgás és a keringés egyidejűségét be is látják a gyerekek, a hibás képzetet nem engedik el (például amikor 7. osztályban a passzát szélrendszer évszakai vándorlásával kapcsolatban az évszakai helyzeteket gyakran napszakosakkal keverik).

### **Az évi idő érzékeltetése**

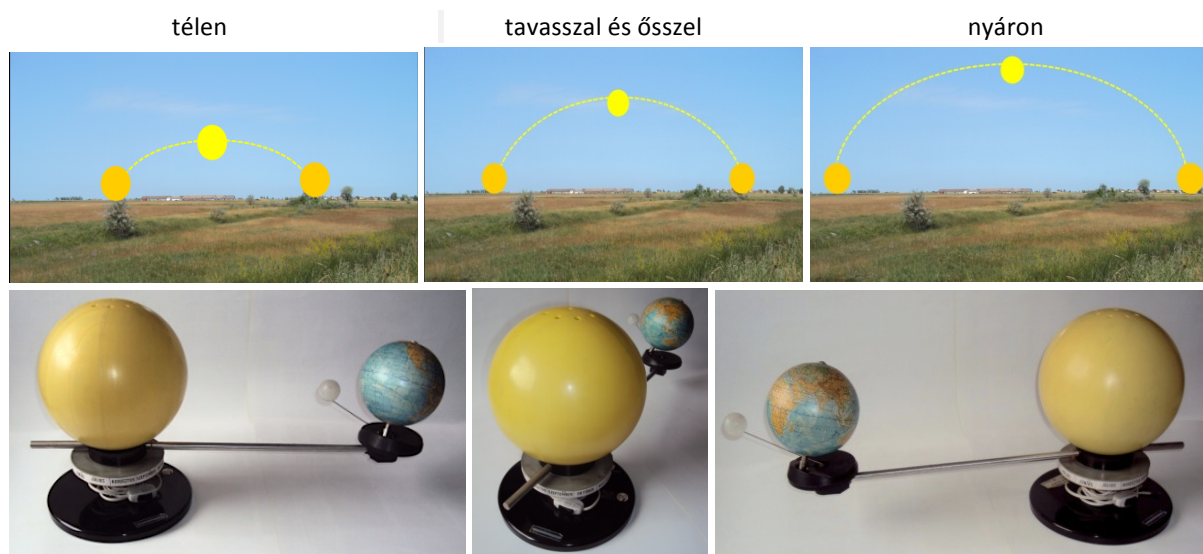
Az évi idő természetismeret órai feldolgozásának a tapasztalatokhoz kell kötődnie. Tulajdonképpen sok spontán tapasztalatuk van már a tanulóknak, ezeket kell feleleveníteni és megerősíteni, illetve tudatosítani. Eszköze alapvetően az **interaktív modellezés**: eljátszák a Föld keringését a Nap körül vagy a tellúriumot (Nap-Föld-Hold mozgásmodellje) használják (5.24. ábra). E módszerek alapja a célirányos megfigyelések (például a Nap évszakai eltérő napi útjának megfigyelése az égbolton), amelyek tapasztalatából a jelenségek okát fejtjük ki. Más tevékenységekből viszont az évi idő múlásának természeti és részben társadalmi következményei tudatosulnak a tanulóknak (például éves zöldség- és gyümölcsnapotár, évszakai gyümölcskosarat állítanak össze). Az ilyen típusú feladatokra azért is van nagy szükség, mert a művívé vált világban a városi gyerekek számára nem derül ki, hogy a növények nem minden évszakban hoznak termést, hiszen azok egész évben megvásárolhatók az élelmiszerüzletekben.

#### **A Nap égi pályájának modellezése**

- A tanár kiválaszt egy helyet az iskolaudvaron, a parkban vagy a környéken, ahonnan minden napszakban jól látható a Nap az év során. Lerajzolja vagy lefényképezi a tájat. A tanulók a nevezetes csillagászati napokon megfigyelik a Nap égbolti útját, és berajzolják az ábrába a napkorongot reggel, délben és este. A

napkorongokat ívekkel összekötik, így megkapják az évszakos égi nappályákat, amelyeket összehasonlítanak egymással.

- A tanulók beállítják a tellúriumon a Földet az ábrázolt helyzeteknek megfelelően.



5.24. ábra. A Nap égi útja látványának megfelelő helyzet beállítása tellúriumon (Makádi M. felvételei)

#### Gondolkodtató feladatok

1. Készítsetek listát azokból a természeti jelenségekből, változásokból, amelyek alapján egyszerű naptárt tudnánk készíteni, mert követik az évszakok váltakozását!
2. Állítsatok össze gondolati virágcsokrokat az egyes évszakokra jellemző virágokból!
3. Készítsetek állatnaptárt! A hónapokat az azokban jellemző állati tevékenységekkel jelképezzétek (pl. február: a medve kijön a barlangjából vagy hevesen udvarolnak a galambok)!
4. Készítsetek időjárás naptárt! Jelöljétek minden hónapnak a jellegzetes időjárását!
5. Gyűjtsétek össze, hogy a népmesék milyen kifejezésekkel, szófordulatokkal érzékeltetik az évi idő múlását!
6. Találjátok ki, mivel és hogyan lehetne jelképezni az évi időszámítás egyes egységeit (év, hónap, hét, nap), azok egymáshoz való viszonyát!
7. Járjatok utána, honnan származnak a hónapok nevei!

#### Az évinél hosszabb idő érzékeltetése és érzékelése

A társadalmi-gazdasági folyamatok, a történelmi események, a környezet változása hosszú évtizedek, évszázadok alatt zajlik. A természetismeret tanulása során is gyerekeknek el kell képzelniük a nagyságrendi különbségeket az általuk ismert idő és a történelmi események időpontja, időtartama között, amiben segítheti őket az időszalag készítése és az idő kerekének képzeletbeli vissza- vagy előreforgatása. (Az évi és a történelmi időfogalom közötti váltás elsődlegesen nem a természetismeret tanításának a feladata, hanem a történelemé, hiszen nem természettudományos kategóriával dolgozik.) Azonban a tájokról szerzett ismeretek nem sokat érnek, ha azokat nem helyezzük fejlődésükbe. Elemzésükhöz hozzá tartozik annak elképzelése, hogy azok milyenek voltak a múltban (példaként: Milyennek láthatták a honalapító magyarok a Tiszántúlt? Milyen kép fogadta az egri várat

ostromló törököket? Mit mesélhettek a Nyugat-Európát megjárt mesterlegények az Üveghegyekről vagy az Óperenciás-tengerről?). Nemcsak visszafelé, hanem előre is szükséges forgatni az idő kerekét, el kell képzelniük a tanulóknak, hogy milyen lesz a jövőben egy táj, egy országrész, egy település. Ezekben a feladatokban történelmi időléptékben kell gondolkodni a földrajzi, környezeti folyamatokról.

Mint korábban láttuk, a legnehezebb idővel kapcsolatos fogalmi váltás a földtörténeti léptékű időtartamhoz kötődik. A beláthatatlan időtartam mellett alapvető problémát okoz, hogy a korábban kialakított időfogalmak periodikusan ismétlődő jelenségekkel kapcsolatosak, a **földtörténeti időképzet** viszont a Világegyetem, a Naprendszer, a Föld kialakulása óta tartó folyamatos fejlődési folyamathoz kapcsolódik, amelyben viszont vannak ismétlődő, alapvetően nem szabályos időközönként ismétlődő jelenségek is (például hegységek felgyűrődése, alföldek feltöltődése, tengermedencék kinyílása és bezáródása). A földtörténeti időképzet kialakítása tulajdonképpen időpont és időkategória nélkül kezdődik, hiszen a felszínfejlődési események kapcsán egészen 7. évfolyamig csak viszonylagos (például régebben, később, idősebb) vagy határozatlan (egykor, a múltban, „fiatal”) időmeghatározásokat használunk a tudati fejlődés életkori sajátosságai miatt. Ez azonban több későbbi tévképzet kialakulásához vezet. Példaként: az „idős” vagy „fiatal” képződmény kifejezések tudat alatt az emberi időléptékhez hasonlítják a földtörténeti időléptékben kialakuló, folytonosan fejlődő felszínformákat. A 10 éves gyerekek számára idős az 50 éves nagymama is és a hegység is, feloldhatatlan ellentmondásként élük meg, hogy a 10 ezer éves jégkori képződmények fiatalok, pedig ők csak maximum a 20 éves embereket tartják annak. Ezért helyesebb a földtörténeti értelemben „idős” kifejezés helyett inkább a „az emberi cselekvéseknél és élettartamnál jóval nagyobb időtartam” használat, mert az legalább nem zavarja meg a kisebb időtartamú időfogalmakat. Viszonylagosságként persze használható: fiatalabb vagy régebben keletkezett egyik a másiknál (például Az Alpok vagy a Dunántúli-középhegység a fiatalabb? Melyik történt régebben: egy mai röghegység vagy egy mai gyűrthegység felgyűrődése?). Ez azért is indokolt, mert majd (9. évfolyamon) megismerik a viszonylagos idő lényegét, amely a kőzetrétegek elhelyezkedésén alapszik. A magasabban elhelyezkedő kőzetrétegek általában fiatalabbak az alattuk lévőknél (rétegtani alaptörvény), ezáltal többnyire megállapítható az egyes kőzetrétegek egymáshoz viszonyított kora, és az egymástól nagyobb távolságra lévő kőzettek koruk szerint összekapcsolhatók egymással. A viszonylagosság érzékeltetése más szempontból is fontos. Jelentős szemléleti problémát jelent, hogy a tanulók – tanáraik hatására! – az egyes szerkezeti elemek kialakulását egy-egy földtörténeti kronológiai időszakhoz kötik (például a röghegységek az óidőben, a lánchegységek a harmadidőszakban keletkeztek, a medencék, alföldek mind negyedidőszaki képződmények). Ez a lemeztektonikai elmélet előtti tudomány és oktatás maradványa, amely a földfelszín alakulatait időben változatlanul írja le. Emiatt a tanulók nehezen tudják elképzelni, hogy a mai rögös szerkezetű hegységek (például az Északi-középhegység) az óidőben gyűrődéssel keletkeztek (sőt nem is a mai helyükön!), és csak a későbbi évmilliók folyamán töredezték rögökre (5.25. ábra). Azonban ha a tanár bemutatja, végiggondoltatja a

tanulókkal a hegységek, a dombvidékek és az alföldek élettörténetét, érzékeltetni fogják a földtörténeti időléptékű változási folyamatokat.



5.25. ábra. A hegységek földtörténeti léptékű időbeli változásának érzékeltetése (Makádi M.)

Ha egy gyerektől megkérdezzük, hogy milyen korú, mindenki tudja, hogy életévének a számát szeretnénk megtudni. De mit jelent az a kérdés, hogy milyen korú ez a hegység? Jelentheti ugyanazt, mit a gyerek esetében (például a Badacsony 3 millió éves hegy). Csakhogy a kor földtörténeti értelemben félreérthető fogalom, mert az – a köznapi érteleme mellett – egy hierarchikus időkategória, az időszaknál kisebb egység (például jégkor, jelenkor). Tehát azt is jelentheti, hogy melyik korban keletkezett, ez viszont csak az újidőre vonatkozóan értelmezhető kérdés (például a Badacsony pliocén korú, a Mezőföld lösztakarója jégkori). A kérdés azonban még ennél is bonyolultabb a földtani fejlődési logika mentén. Egy évmillió fejlődési folyamatban hogyan értelmezhető a „mikor keletkezett?”: a szerkezetfejlődés megindulásának, a mai szerkezetet kialakító fő folyamatoknak vagy az uralkodó kőzetanyag keletkezésének az idejét értsük rajta? Bármelyiket jelentheti. Mindezekből jól látható, hogy a „milyen korú” egy szerkezeti egység, felszínforma, táj? kérdés tulajdonképpen szakmailag hibás.

A földtörténeti idő nagyságrendjének elképzeltetését segítheti, ha kisebb, a tanulók számára ismert dolgokkal hasonlítjuk össze eseményeinek időigényét vagy időszalagot készítünk az egyes időegységek méretkülönbségének érzékeltetésére. Ezekben az elképzeltetésekben távolsághoz, vastagsághoz viszonyítjuk az időtartamot.

#### A földtörténeti időképzés segítése viszonyítással

1. Képzeld el egy különleges könyvespolcot, amelyen csupa 200 oldalas könyv sorakozik, és az egyes könyvek 600 millió, az oldalak 3 millió, sorok 90 ezer, betűik pedig 1500 évet képviselnek! A Föld 7 kötettel, a Világegyetem további 10 kötetrel korábban keletkezett. Az egész emberi történelem elfér az utolsó könyv utolsó 2-3 betűjében. Saját egyéni életünk egy vessző vastagságú sincs.

2. Készítsünk egy földtörténeti időszakot a folyosón zsinórból! 1 cm hosszúság a zsinóron 2 millió év időtartamnak felel meg. Számítsátok ki a földtörténeti kortábla segítségével, hogy milyen hosszú zsinórra van szükség! Fektesük le kifeszítve a spárgát a folyosón! Kössetek csomót az egyes korok, idők és időszakoknak megfelelő távolságokban! Írjátok fel egy-egy cédulára az időpontokat és az időegységek nevét, majd helyezétek azokat a zsinór megfelelő csomójához illetve szakaszához!

### 5.2.3. Miért fontos, hogy mi mikor történt?

#### A különböző időtípusok és az idő jelentőségének felismerése

A tanulók egyéni fejlődésük során csak lassan, **fokozatosan ismerik fel az idő jelentőségét**, hiszen időképzetük is hosszú évekig tartó fejlődés eredménye. A kezdeti tapasztalati úton történő felismerés egyre tudatosabbá válik, azaz következtetéseken, gondolatsorokon alapszik. De kérdezzünk csak meg a 6-7 éves gyerekektől, hogy miért fontos az idő! Sokszor nem is értik a kérdést, vagy azt válaszolják, hogy nem fontos. A válaszok később is rendkívül bizonytalanok, mindaddig, amíg problémák kapcsán rá nem döbbennek a jelentőségére. A problémákat az élet is adja (például lekéste a buszt, mert nem időben indult el; lágy tojást akart enni, de a tojás túl kemény lett, mert nem figyelt a főzési időre; nem hajtottak ki a gyümölcsöket hűvöztető vízbe az ágakat), de tudatosan gerjeszteni is szükséges azokat. A problémák megválaszolása során a 10 évesek elgondolkodnak az idő és a természeti tényezők kapcsolatán, és válaszaik személyes szűrőjükön keresztül fogalmazódnak meg, személyes életükből hozzák a példákat. A tapasztalati belátás alapján válik nyilvánvalóvá számukra a mindennapi élet és a tananyag kapcsolata is. Ezért időt kell szakítani arra, hogy beszélgetésekben szembesüljenek az idő problémájával.

Az idő jelentősége természetesen más és más a különböző időtípusok esetében. Felismerésük főként beszélgető és elképzeltető módszerekkel eredményes. **Beszélgetések** során azt tudakoljuk a gyerekektől, hogy a jelenség, a tény, a folyamat mikor jellemző vagy mikor volt jellemző. Az **elképzeltetések** segítik, hogy a tanulók egy jelenséget, folyamatot más időben is el tudjanak képzelni, mint amelyben éppen tapasztalják. E kérdésekre nem mindig adható egy konkrét válasz, előfordul, hogy csak -tól-ig kategóriákban, vagylagosan, esetleg több időpont megjelölésével fogalmazható meg.

#### Gondolkodtató kérdések az idő jelentőségéről és az időtípusokról tanulóknak

1. Gyűjtsetek mesefordulatokat, amelyek segítségével a szereplők átlélik az időt!
2. Gyűjtsetek mesebeli történeteket, amelyek az idő jelentőségén alapszanak!
3. Próbáljátok indokolni, miért nem mindegy, hogy mennyi az idő!
4. Miért nem mindegy, hogy melyik napszak van?
5. Miért nem mindegy, hogy melyik hónapban/évszakban vagyunk?
6. Miért nem mindegy, hogy mikor keletkezett egy hegység/alföld?
7. Miért nem mindegy, hogy mikor keletkezett egy ásványkincs?



8. Miért nem mindegy, hogy mikor öntöznek a szántóföldeken?
9. Rajzolja le egy kép vagy leírás alapján, milyen lehetett a táj az ember előtt! Mennyi idővel kell visszaforgatni az idő kerekét, hogy azt a tájat lássuk, amit rajzoltatok? Fogalmazzátok meg, hogy mi változott ennyi idő alatt!
10. A tanár egy tájképet mutat. Képzeljétek el és rajzolja le, milyen lesz egy évszázad múlva a táj! Fogalmazzátok meg, hogy miből következtettetek a táj jövőjére!

## Időrendi sorok felállítása

A földrajz a történéseket, a jelenségeket és a folyamatokat mindig fejlődésükben vizsgálja. E szemléleti lényegéből következik, hogy a tanulóknak fel kell ismerniük a fejlődési folyamat időbeliségét, a folyamat részfolyamatainak sorrendiségét. Leggyakrabban nem is kell ismerniük egy tény, jelenség, folyamat konkrét idejét, időpontját a gyerekeknek, hanem csak azt kell felismerniük, hogy melyik történt korábban vagy később a másikkal képest. A helyes sorrend megtalálásakor persze a dolgok tartalmi jegyeit hasonlítják össze, így az **idősorba rendezés** mögött konkrét ismeretek és logikai műveletek állnak. Az alsó tagozatos környezetismeret és az 5-6. évfolyamos természetismeret tanulása során nagy jelentősége van a napi idő múlásával kapcsolatos idő érzékeltetésének, hiszen az függ össze legközvetlenebbül a gyerekek mindennapi életével. Ugyancsak ebben az életkori szakaszban szükséges a hónapok vagy az évszakok múlásával összefüggő jelenségeket, folyamatokat időrendbe állítani. Ezek során olyan dolgokról kell gondolkodniuk a tanulóknak, amelyekről van közvetlen tapasztalatuk az iskolán kívüli világból (például mikor melyik növény virága nyílik; mikor mit csinálnak, hogyan viselkednek az állatok; milyen tevékenységeket végeznek a gazdálkodó emberek, mikor hogyan és mibe öltözködünk?), vagy könnyen megfigyelhetők az iskola keretei között (például hogyan változik a közvetlen környezetünk a hónapok során?). Így a helyes sorrendek összeállítása könnyen ellenőrizhető a valóságban.

### Időbeli sorképzési feladatok tanulóknak

1. Egy nyári hétköznapon az alábbi hangokat rögzítette a mobiltelefon a Duna-parton: harangoznak, kukorékol a kakas, „gyere már, kezdődik koncert!”, fürdőzők zivaja, huhog a bagoly, zubog a víz a zuhanyból, „fél liter kakaót és 2 kiflit kérek!”, tányér- és evőeszközzörgés, csörög a szarka. Rendezzék időrendbe a hangokat! Indokoljátok is a sorrendet!
2. Egy meteorológiai állomáson az alábbi hőmérsékleti adatokat rögzítették a mérőnaplóban egy szabályos időjárású nyári napon: 20 °C, 25 °C, 32 °C, 15 °C, 27 °C, 12 °C. Rendezzék időrendbe az adatokat!
3. A nagymama éléskamrájában különböző gyümölcsökből készült termékek sorakoznak: kajsziparacklekvár, málnaszelé, bodzaszörp, vágott dió, meggyíz, cseresznyedzsem, felezett ósziparack,ogyorókrém. Rendezzék azokat aszerint, hogy az év mely szakában készíthette azokat!



### Hallgatói kérdések és feladatok

1. Készítsen logikai elemzést arról, hogyan, milyen módszerekkel történik az 5-6. évfolyamos természetismeret tankönyvekben az időszemlélet fejlesztése!
2. Vizsgálja meg a természetismeret tankönyvekben, hogyan támaszkodik a tananyag feldolgozása a tanulók spontán és célirányos tapasztalataira a napi és az évi időszemlélet kialakítása során!
3. Vizsgáljon meg gyerekeknek szóló és ismeretterjesztő könyveket abból a szempontból, hogy hogyan, mivel segítik és rontják el a gyerekek időszemléletét!
4. Készítsen listát azokból a modellkísérletekből, amelyek szükségesek a természetismeret tanulók reális időszemléletének kialakításához!
5. Keressen különböző műfajú könyvtári forrásokat, amelyek szemelvényei felhasználásával élményszerűen formálhatja a napi és az évi időszemléletet!

### A fejezetben felhasznált és ajánlott irodalom

1. *Both M. – Csorba F. L. (2003):* Források (természet – tudomány – történet). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 486 p.
2. *Csapó B. – Szabó G. (2011) (szerk.):* Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez (Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 181–309.
3. *Cséfalvay Z. (1990):* Térképek a fejünkben. Akadémiai Kiadó, Budapest, 156 p.
4. *Downs, R. (1990):* A téri reprezentáció fejlődése a gyerekeknél és a térképészetben. In: Séra L. –Kovács I. – Komlósi A. (szerk.): A képzelet. Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 83–105.
5. *Engel P. (1988):* Világtörténet évszámokban I-III., Gondolat Kiadó, Budapest, 719 p.
6. *Gardner, H. (1999).* Intelligence reframed: Multiple intelligences for the 21st century. Basic Books, New York, 300 p.
7. *Geary, D. G. (1995):* Sexual selection and sex differences in spatial cognition. In: Learning and Individual Differences, 7. pp. 289–302.
8. *Kagan, S. – Kagan, M. (1998):* Multiple intelligence. The Complete MI Book. Kagan Cooperative Learning, San Clemente, 580 p.
9. *Kárpáti A. (szerk.) (1995):* A vizuális képességek fejlődése. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 695 p.
10. *Makádi M. (2001):* A tanulói képességek fejlesztése a természetismeret tanításában. 5. évfolyam. Tanári kincsestár. Természetismeret. 5. A. 3.1. Raabe Kiadó, Budapest, 38 p.
11. *Makádi M. (2005):* Földönjáró I. Stiefel Eurocart Kft., Budapest, pp. 93–94.
12. *Makádi M. (2006):* Földönjáró I. DVD. Az időbeli tájékozódás képességének fejlesztése. Stiefel Eurocart Kft, Budapest
13. *Makádi M. (2005):* A természetismeret tanulása – Tájékozódás az időben; A földrajz tanulása – Tájékozódás az időben. In: Katona A. – Ládi L. – Victor A. (szerk.): Tanuljunk, de hogyan? Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, pp. 179–188., 203–209.
14. *Makádi M. – Horváth G. (2011):* A földrajz és a természettudományok. Földrajzi Közlemények, 135.2. pp. 179–184.
15. *Makádi M. (2014):* Fogalmi fejlődés és fogalmi váltások a természettudomány tanulása során. Földrajz. – In: Radnóti K. (szerk.): A természettudomány tanítása. Mozaik Kiadó, Szeged, pp. 378–404.
16. *Makádi M. – Taraczközi A. (2003):* Tájékozódás. Magyarország tájtípusainak tanítása. In: Tanári kincsestár, Természetismeret 6. osztály. Raabe Kiadó, február, B.7.2. 46 p.
17. *Makádi M. (2005):* Földönjáró 1. Módszertani kézikönyv gyakorló földrajztanárok és hallgatók részére. Felsőoktatási tankönyv. Stiefel Eurocart, Budapest, 200 p.

18. *Makádi M. (2014.): Fogalmi fejlődés és fogalmi váltások a természettudomány tanulása során. Földrajz. – In: Radnóti K. (szerk.): A természettudomány tanítása. Mozaik Kiadó, Szeged, pp. 331–377.*
19. *Piaget, J. (1970): Az észleleti tér, a képzeleti tér és az alaklátás (a sztereognosztikus észlelés). In: Válogatott tanulmányok. Gondolat Kiadó, Budapest. pp. 76–132.*
20. *Simonyi K. (2011): A fizika kultúrtörténete, Akadémiai Kiadó, Budapest, 616 p.*