

TANTERVI  
ÉS MÓDSZERTANI  
ÚTMUTATÓ FÜZETEK

# ÚTMUTATÓ A BIOLÓGIA TANTÁRGY TANÍTÁSÁHOZ

a 2020-ban kiadott  
Nemzeti alaptanterv  
és kerettantervek alapján



SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

Európai Unió  
Európai Szociális  
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Ez a kiadvány az EFOP-3.2.15-VEKOP-17-2017-00001 azonosító számú,  
„A köznevelés keretrendszeréhez kapcsolódó mérési-értékelési és digitális  
fejlesztések, innovatív oktatásszervezési eljárások kialakítása, megújítása”  
című kiemelt projekt Tartalomfejlesztési alprojektje (Oktatás 2030  
Tanulástudományi Kutatócsoport, EKE) keretében valósult meg.

**Szakmai vezető:**

Csépe Valéria

**Projektmenedzser:**

Szili Tamás

**Szerzők:**

Baranyai József és Veres Gábor

**Nyelvi lektor:**

Gönye László

**Szerkesztő:**

Ádám Péter

**Tördelés:**

Gombás Gizella

Megjelent: 2020

# Tartalomjegyzék

<b>Háttér</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Változó pedagógiai környezet</b> .....	<b>5</b>
Természettudományos műveltség .....	5
Természettudományos gondolkodási képességek .....	6
Kutatási készségek és fejlődési indikátoraik .....	6
21. századi készségek .....	6
<b>2. Változó szabályozás</b> .....	<b>7</b>
<b>3. A tanulás-tanítás módszerei</b> .....	<b>8</b>
<b>4. A tanulás környezete</b> .....	<b>10</b>
A tanár szerepe .....	11
A tanulást támogató értékelés .....	12
<b>5. Kapcsolat más szabályozó elemekkel és taneszközökkel</b> .....	<b>13</b>

## Háttér

A hazai közoktatás modernizációjában példa nélküli volt az Oktatás 2030 Tanulástudományi Kutatócsoport projektjében megvalósult fejlesztés. A 2017 októberében kezdődő folyamat valamennyi tanulási területet és tantárgyat magában foglaló pedagógiai koncepcióra alapozódott. Ebben egységes, hierarchikus rendszerként, a neveléstudomány, a kognitív pszichológia legújabb eredményeit felhasználva fogalmazódtak meg a készségek és képességek alaptípusai. A Nemzeti alaptantervben ezekhez kapcsolódnak egy adott időszak elvárt tanulási eredményei, amelyek részben általános, részben tantárgyi jellegűek. A tanulási tartalommal való kapcsolatot a fejlesztési területek és a fő témakörök határozzák meg. A Nat 2020 a korábbi gyakorlattól eltérően a természettudományos tantárgyakat nem vonja egy műveltségterületbe, hanem a legmagasabb szinten is külön célrendszerrel és részletes leírással jelennek meg. A munka második szakaszában a tantárgyi munkacsoportok összeállították a központi kerettanterveket. A Nat-célokhoz közvetlenül kapcsolódó fejlesztési feladatok és ismeretek közelebb visznek a tanulás-tanítás folyamatához, de kellő szabadságot engednek a helyi tantervek, tanmenetek és tananyagok kidolgozásában. Ehhez a kerettantervekben külön felsorolt fogalmak további támpontokat jelentenek, de nem előírók, inkább az egyes témakörök kulcsfogalmait veszik sorra. A fejlesztési folyamat ezen a ponton került át a hivatalos oktatásirányítás szintjére, ami a továbbiakban a kerettantervek véglegesítését, illetve a tanmenetek és tankönyvek elkészítését foglalta magában. A természettudományos tantárgyak esetében ez az átmenet folyamatos volt, sikerült tovább vinni a korábbi koncepciót. A tanulásterület a földrajzzal, illetve a köznevelés első szakaszában tanult környezetismeret és természetismeret tantárgyakkal egészült ki. A biológia esetében is figyelembe kellett venni az előzetes tudást, ehhez igazodnak a 7–8. évfolyamok fejlesztési feladatai és ismeretei. A középiskolai szabályozás sajátossága, hogy a Nat és a kerettantervek csak a gimnáziumi típusú képzésekre vonatkoztathatók, a többi képzési forma a szakképzés irányítása alá tartozik. Ennek megfelelően a teljes tanulói népesség elérése az általános iskolai szakaszban lehetséges, itt kell mindenki számára érthetően és alkalmazható módon felépíteni az élő természetről és az emberről alkotott tudásrendszert. A tantárgyi munkacsoport eredeti koncepciója és az oktatásirányítás felől érkező elvárások ehhez három pillért rögzítenek: az élő rendszerek leírása; az ember szervezete és egészsége; az élő természeti környe-

zetünk. A kerettantervi témakörök ebbe a hármas tematikai rendbe illeszkednek, mind az általános iskolai, mind a gimnáziumi tanulási szakaszban. A dokumentumokban foglaltak tekintettel vannak a hely és az idő kívánalmaira, figyelembe veszik a hazai köznevelés meglévő hagyományait, a változás kihívásait és kockázatait. Ezeket a változásokat részletesen az alábbiakban mutatjuk be.

A biológia tanítása kevésbé küzd olyan problémákkal, mint a fizika vagy a kémia, tartalmában és tanulási módszereiben is közelebb áll a tanulók mindennapi világához. Éppen ezért okoz nehézséget a mélyebb szerveződési szintek bemutatása, egy-egy életjelenség végigvezetése a molekuláktól az egyedeken át az életközösségekig. Kiemelt cél volt a jövőorientáció, amely a médiában szinte naponta megjelenő, a biológiai kutatásokat és azok alkalmazásait érintő információk megértését szolgálja. A tankönyvek átmeneti és egyre kevésbé kizárólagos információforrások, ezért is fontos a média követése, az alapkutatások, az orvostudomány vagy a környezet- és az evolúcióbiológia híreinek értő követése. A Nat és a kerettanterv ennek csak az irányait jelöli ki, de a tartalommal és módszerekkel való feltöltés, a változás gyakorlati megvalósítása a helyi szakmai közösség, a tanárok feladata.

## **1. Változó pedagógiai környezet**

### **Természettudományos műveltség**

A mindenki által elérhető, alkalmazható természettudományos oktatás lényegi sajátossága, hogy a természettudományos ismereteken túl a tudomány működésének megismerését, a tudományos gondolkodásmód elsajátítását is célul tűzi. A tanuló a természettudományos ismeretei segítségével képes kérdéseket feltenni, új ismereteket elsajátítani, meg tud magyarázni természettudományi jelenségeket, természettudományos problémákkal kapcsolatos, bizonyítékokkal alátámasztott következtetéseket fogalmaz meg. Megérti, hogy a természettudományok és a technológia hogyan alakítja fizikai, szellemi és kulturális környezetünket. A tanulás-tanítás gyakorlatában kiemelt szerepet kapnak a tanulók által elvégezhető vizsgálatok, osztálytermi feladatok, laboratóriumi kísérletek, a természetben végezhető megfigyelések.

## Természettudományos gondolkodási képességek

A természettudományos nevelés célja, hogy a tanulók gondolkodási képességeit a tanulók pszichológiai, fejlődési sajátosságaihoz igazodva a tanulási feladatoknak megfelelő szintre emelje. A gondolkodási képességek célzott fejlesztése transzferhatást gyakorol a külön nem fejlesztett képességekre is. Egyszerű és összetett gondolkodási műveletek: konzerváció, sorképzés, osztályozás, kombinatív gondolkodás, analogikus gondolkodás, arányossági gondolkodás, extrapolálás, korrelatív gondolkodás. A gondolkodási műveletek párokba is kapcsolódnak (pl.: kvalitatív–kvantitatív, konvergens–divergens, holisztikus–analitikus, deduktív–induktív) amelyek egymást kiegészítve alkalmazhatók, illetve a vizsgált problémától függően egyik vagy másik jut szerephez. Olyan gondolkodási algoritmusok is fejleszthetők, mint pl. a problémamegoldó vagy a rendszerszintű komplex gondolkodás.

## Kutatási készségek és fejlődési indikátoraik

Gyakori tévképzet, hogy a kutatási készségeket csak a tudósok alkalmazzák a laboratóriumokban, pedig a kapcsolódó műveletek a mindennapi élet számos problémájának megoldásában is alkalmazhatók. Szerepük van abban is, hogy a tanulók képet kapnak a természettudományos tudás eredetéről, bizonyítékokra alapozott jellegéről. A készségcsoport elemei: *kérdésfeltevés, hipotézis megfogalmazása, megfigyelés, kísérlettervezés és kivitelezés, következtetés*. Fejlődési folyamatuk indikátorok alapján követhető nyomon, ezek segíthetnek a pedagógiai munka tervezésében és a tanulók támogató értékelésében.

## 21. századi készségek

A 21. századi készségek nem tantárgyi készségek, amelyek a személyiségfejlődés, a munkába állás vagy az aktív állampolgárság szempontjából meghatározók. Fejlesztésük az ismeretek megszerzését és alkalmazását segíti. A készségcsoport legfontosabb elemei: *együttműködés; kommunikáció; kreativitás; kritikus gondolkodás; problémamegoldás; produktivitás; önrányítás; tervezés; alkalmazkodóképesség; kockázatvállalás; konfliktuskezelés; kudarcűrés, IKT jártasság; vállalkozói készségek*.

## 2. Változó szabályozás

A természettudományok esetében a Nat 2020 visszatér a tantárgyakra bontott szabályozáshoz, de szemléletében az integrált szemlélet továbbra is jellemző maradt. Kiemelt cél a mindennapi élettel való kontextusok erősítése, a gyakorlatban alkalmazható ismeretek és képességek építése.

A biológia tantárgy a molekuláris szintektől a Földön kívüli élet lehetőségéig átfogja a természet egymásba épülő szerveződési szintjeit. Az egészségműveltség és a fenntarthatóság területén fontos személyiségfejlesztő szerepet tölt be. Az anatómiai és élettani ismeretek megértésén át vezeti el a tanulókat a mindennapi életvitel egészségszemléletű alakításáig. A fenntarthatóság kérdéskörét az élővilág fajgazdagságának, az életközösségek védelmének szempontjából vizsgálja. Az emberi tevékenység élő természetre gyakorolt hatásának elemzésekor figyelembe veszi a gazdálkodás és a társadalom egyéb szempontjait is. Az ehhez szükséges rendszerszemlélet, kritikai gondolkodás egyszerre eszköze és eredménye is a biológia tanulásának.

A tartalmi tudás három fő pillére: az élet mibenlétének, szerveződésének és fejlődésének megértése; az emberi szervezet felépítésének és működésének az egészségműveltség szempontjából való vizsgálata; valamint a fenntarthatóság kérdésének a természet, társadalom és gazdaság kölcsönhatását is figyelembe vevő elemzése.

A tantervi koncepció lényegi eleme a modern biológia nagyobb részaránya, így pl. a genetikai és fenomikai kutatások, az evolúcióbiológia vagy a globális ökológiai folyamatok összefüggő területeinek hangsúlyosabbá válása. A nem szakirányban továbbtanulók is találhatnak maguknak érdekes, vitákra alkalmat adó témákat, a tanulók nyomon követhetik a biológia újabb eredményeit, életüket formáló alkalmazásait.

A természettudományos tudás alkalmazása a mindennapi élet kontextusaiban történik, amelyek szorosan kapcsolódnak a gazdaság és a társadalom kérdéseire. A társadalomorientált, humanisztikus szemlélet kiemelten jelenik meg olyan témakörökben, mint pl. a biológia tudománya, az egészségügyi rendszer, az emberi nemek vagy a fenntarthatóság.

A képességek hierarchikus rendszere: *emlékezés, értelmezés, alkalmazás, elemzés, értékelés, alkotás* szintjein határozza meg a tanulási eredményként kitűzött célokat. Az ezredfordulót követő években a természettudományos nevelésben

előtérbe került a felfedezettő, problémaalapú, kutatásalapú tanulás, definiálták a vizsgálati készségeket, valamint programokat dolgoztak ki a fejlesztésükre és mérésükre.

Mind az általános iskolai, mind a középiskolai szakaszban fontos az érzelmi nevelés, ezt szolgálja, ha a tanulók részt vesznek terepen végzett programokban, tudományos módszertanra alapozott vizsgálatokat végeznek, az élményeiket megőrkítő képzőművészeti, fotó- és videoalkotásokat készítenek.

Az **általános iskolai** biológia alaptanterve a minden tanuló által elérhető minimumot írja le, négy fejlesztési területre, amelyek: *A biológia tudománya; Az élővilág fejlődése és szerveződése; Környezet és élővilág kapcsolata, fenntarthatóság; Az ember szervezete, az egészséges életmód.* Az első a tudás eredetéről, a tudomány működéséről, jelentőségéről ad képet. A további témakörök részletesen foglalkoznak az élet szerveződésével, környezetbiológiai kérdésekkel, valamint az ember biológiájával és egészségével. A tanulási eredmények célrendszerében együtt jelennek meg a tartalmi elemek és a fejlesztendő készségek, képességek.

A **középiskolai szakasz** alaptantervében megjelenik az evolúcióelmélet, a fenntarthatósághoz kapcsolódóan az emberi tevékenység bioszférára gyakorolt hatásának kritikai elemzése. A hat fejlesztési terület: *A biológia tudománya és tanulása; Az élő rendszerek szerveződése; Az élővilág fejlődése, biológiai evolúció; Az ember szervezete és egészsége; Környezet és élővilág kapcsolata; A fenntarthatóság elve, szempontjai.* A modern biológia hangsúlyosabbá válását tükrözik az *Öröklődés és evolúció*, valamint *A biotechnológia módszerei és alkalmazásai* című fő témakörök.

### 3. A tanulás-tanítás módszerei

A tanulás a tanuló aktív részvételén alapszik, ehhez személyiségének értelmi és érzelmi komponenseit egyaránt mozgósítani kell. A tudásépítés során figyelembe kell venni a tanulók előzetes tudáskonstrukcióit, hiedelmeit és magatartásformáit. Ez a személyes belső világ kerül kapcsolatba a környezettel, annak természeti, technikai és szociális oldalával. Fontos, hogy a tanulók váljanak érdekeltté a folyamatban, ezért a célokat és a siker kritériumait velük megbeszélve, elfogadtatva kell kitűzni, figyelembe véve az adott kereteket és lehető-



ségeket. A tanári munkában előtérbe kerül a személyközpontú, diagnosztikus szemlélet és a tanulási helyzetekhez, szükségletekhez igazodó segítségadás. A tanulás új modellje szerint a tudást a tanulónak magának kell létrehoznia, a tanár segíti az ehhez szükséges ismeretek megszerzését, biztosítja az alkalmakat, eszközöket és helyzeteket. Az új tudás megszerzésére jellemző, hogy a tanuló előzetes tudása alapján formálódik, társas kapcsolatok során jön létre, az alkalmazását segíti a sokféle tanulási helyzet és tanulási stratégia. A tanulók gondolkodnak arról, amit tanulnak, elképzelik, kapcsolatba hozzák azzal, amit már tudnak, keresik a megszerzett tudásuk értelmét.

A kerettanterv azokat a megoldásokat támogatja, amelyek a tanulás lényegét nem a tudás átvitelében, hanem annak a tanuló általi személyes építésében látják. A problémaalapú, felfedezettő, kutatás- és projektalapú tanulási módszerek általában egymást kiegészítve, a tanárközpontú módszerekkel is kevert formában épülnek be a pedagógiai gyakorlatba.

A *kutatásalapú tanulás* során a tanulók olyan készségeket tanulnak meg, mint a megfigyelés, a következtetés és a kísérletezés. A tanulók kíváncsiságára, meglévő tudására és tapasztalataira épít. A tanulók megpróbálják elemeire bontani vagy modellezni a vizsgált problémát, adatok gyűjtésével, elemzésével, ábrák vagy más reprezentációk készítésével választ keresnek a kutatási kérdésre, és mindezt összekapcsolják azzal, amit már tudnak. Az adatok magyarázata, az elképzelések alátámasztására szolgáló bizonyítás kidolgozása a társakkal vagy a tanárral folytatott, a tudományos tényekre alapozott vitában történhet. Végeredményben valamennyi tanuló a tudósokhoz hasonló módon vesz részt a kutatási tevékenységekben, így a tanulók megismerhetik a tudomány működését. A kutatásalapú tanulás szakaszai: ráhangolás, értelmezés, felfedezés, következtetés.

A *problémaalapú tanulás* abban különbözik a többi problémaközpontú módszertől, hogy a tanulók a probléma megoldásához szükséges információk megtanulása előtt ismerkednek meg a problémával, és nem az elsajátított tudás gyakorlása céljából kell különböző életszerű problémákat megoldaniuk. Általában olyan problémákra fókuszál, amelyekre a válasz már létezik, ellentétben a kutatásalapú tanulás által használt nyílt végű kérdésekkel, problémákkal.

A *projektalapú tanulás* alatt azokat a tanulószervezési formákat értjük, amelyek során a tanulók (1) közösen, együttműködve, (2) belső indítatásból, (3) jellemzően valamilyen gyakorlati természetű, a mindennapi élethez kapcso-

lódó problémára fókuszálva (4) egy közös produktum, termék létrehozása érdekében dolgoznak. A projekt egy sajátos tanulási egység, amelynek középpontjában egy probléma áll. A feladat nem egyszerűen a probléma megoldása vagy megválaszolása, hanem a lehető legtöbb vonatkozásnak és összefüggésnek a feltárása, amely a való világban az adott problémához organikusan kapcsolódik.

## 4. A tanulás környezete

A munkaszervezés, az eszközök és módszerek választéka által lehetővé kell tenni a személyre szabott tanulást, amelynek illeszkednie kell az iskola napi életébe, a csoportos tanulás kereteibe. Az uniformizált tananyag és a frontális osztálymunka nagyrészt felváltandó a differenciált feladatokkal és a változatos, rugalmasan szervezett és szerveződő csoportmunkával. Figyelve az egyéni tanulási szükségletekre és módokra, a tanulást pármunkában, néhány fős csoportokban, ezekből álló tanulóközösségekben vagy még magasabb szintű csoportokban szervezhetjük. A társas viszonyok alapvető jellemzője a rendszeresség és átláthatóság, de megszokott az időnkénti átszerveződés, az új feladathoz való alkalmazkodás is. Előfordulhat a teljes rendszer felborulása is, amikor rövidebb időre valamilyen rendhagyó módon alakul az iskola élete. Ez a nem hierarchikus („hálózati”) tanulásszervezés lehetővé teszi a kooperatív csoportmunkát, az osztályszintű projekteket, de akár az osztályokat, évfolyamokat vagy iskolákat összekapcsoló tanulóközösségek kialakítását is.

Az információs és kommunikációs technológiák, a könnyen hozzáférhető, multimédiás tartalmak megszüntetik a nyomtatott tankönyv dominanciáját. A hosszabb szövegek és az állóképek mellett egyre nagyobb teret kapnak a rövidebb szövegelemek, az animált képsorok és mozgóképek. Ezek használata elősegítheti az egész életen át tartó tanulásra motiválást és az alapkészségek fejlődését. A változatosság és a váltások gyakorisága „felgyorsítja a tanulás idődimenzióját”, vagyis „pergőbbé” teszi a tanulási folyamatot. Ez elősegítheti az érdeklődés fenntartását, ugyanakkor ügyelni kell az elmélyülést engedő, nyugodtabb, hosszabb időtávú tevékenységek biztosítására is. A számítógéppel segített tanulás használatával feloldódhat a tanórák idő- és térbeli zártsága, a gyerekek olyan virtuális térben mozognak, amiben a magánéletükben már

járatosak, az ott megszerzett érdeklődést és jártasságot kamatoztathatják a tanulásban. Ez erősítheti a tanulók közötti együttműködést, jó közegévé válhat a tanulási folyamat szervezésének, és személyesebbé teheti a tanár segítő, értékelő munkáját is.

Az élet teljességét átfogó tanulás kiaknázza az iskola környezetében lévő lehetőségeket, kiviszi a tanulókat a gazdasági és társadalmi élet számos helyszínére. A természettudományos műveltség építése nehezen képzelhető el például a nemzeti parkok, múzeumok és gyűjtemények, tudományos játszóházak látogatása nélkül. Az életközeli, tapasztalatokon alapuló tanulás hozzásegíti a tanulókat az összetettebb tanulási célok vállalásához, segíti a tanulók személyiségfejlődését és növeli az élethosszig tartó tanulás képességét. Az iskolai kötöttségektől elszakadó projektek javítják a tanár–diák viszonyt, és a tanárok jobban megismerik tanítványaikat.

Tananyagokat a tanulók is előállíthatnak, például a projektmunka termékeként, akár együttműködve más tanulócsoportokkal is. Ezzel nagymértékben nőhet a tanulás, a megszerzett ismeretek relevanciája, fejlődhet az egész életen át tartó tanulás készsége. A tanulási célok is szabadabban tervezhetők, azok elérésére többféle út áll a tanulók előtt. A nyitott tanulási környezet célszerű használatára azonban fel kell készíteni a tanulókat, akár személyre szabott módon segítve őket egy-egy problémakörben való eligazodásban.

## A tanár szerepe

A tanárnak képesnek kell lennie a tanulási folyamat, a személyes tanulás diagnosztizálására, a tanulókkal való egyenrangú, segítő kommunikációra. Mindennapi munkája során döntéseket kell hoznia a beavatkozás és a szabadság megadása kérdésében, a csoportban megtartva az irányítást, de nem igényelve a kizárólagosságot. A tanár ebben a szerepében irányítja a vita menetét, mindenkinek lehetőséget biztosítva a szereplésre, mindenki véleményét tiszteletben tartja, nem kényszeríti senkire a saját álláspontját. Segít a tanulóknak abban, hogy a saját szavaikkal tisztázzák az ötleteiket, kérdéseivel segíti a vitákat, továbbgondolja egy ötlet következményeit, de nem értékeli a tanulók megnyilvánulásait, ez ugyanis akadályozná, hogy további ötletekkel álljanak elő.



## A tanulást támogató értékelés

A hatékony tanulás feltétele, hogy minden szereplő ismerje és elfogadja a teljesítmény-összetevőket és azok indikátorait. A tanulókat meg kell ismertetni a tőlük elvárt és értékelt kompetenciaterületekkel, ismerniük kell az előttük álló, elérhető fejlődési perspektívát. A tanári visszajelzéseket ezekhez igazodva, kritériumok alapján és személyre szabottan kell biztosítani. Figyelembe kell venni a tanulók önismereti szintjét, fejleszteni kell önértékelési képességüket, énképüket. A pedagógiai értékelés alapvető funkciója az eredményesség, hatékonyság növelése. Ennek érdekében magában a tanítási folyamatban kell elhelyezni sok apró értékelő mozzanatot, valamint biztosítani az önértékelés lehetőségét. Az ismeretek, készségek és képességek, attitűdök hármására épülő kompetenciaértelmezéshez igazodva nem lehet csak az ismeretekre szűkíteni a tanulókkal szembeni elvárásokat. A fejlesztő szemléletű pedagógiában az a fontos, hogy a tanulási folyamatban minden tanuló a számára személyesen elérhető legnagyobb fejlődést érje el. Az egységes kritériumrendszer mellett a fejlődési fokozatok és ütemek figyelembevétele is szükséges.

A tanulást segítő, fejlesztő értékelés feladata a tanulási folyamat irányítása, a tanulók munkájának visszajelzésekkel való segítése. Így a tanuló tisztában lehet azzal, hogy hol tart, mit tud már, és milyen további tudásra kell szert tennie. Ez az értékelési mód közvetlenül a tanulási tevékenységhez kapcsolódik, azt igyekszik hatékonyabbá tenni. A hangsúly a pozitív értékelésen van, de a tanulási hibák és nehézségek differenciált feltárása is segíti a tanuló önértékelését. Fontos, hogy a tanulók tisztában legyenek az elvárásokkal, az általuk elérhető fejlesztési célokkal. Az értékelés eszközei lehetnek a portfóliók, tanulói naplók, tesztek, röpdolgozatok, megbeszélések, tanulói önértékelés, társak értékelése, csoportmegbeszélés. Az értékelésben is hatékony eszköz lehet a számítógéppel segített kollaboratív tanulási platform vagy más, például mobilkommunikációs alkalmazás. A tanórai munkában nem nélkülözhető a szóbeli, személyes és csoportszintű tanári értékelés.

## 5. Kapcsolat más szabályozó elemekkel és taneszközökkel

A Nat-ban és a kerettantervekben megfogalmazott elvek, fejlesztési feladatok és tartalmi elemek az oktatási rendszer más területeivel kapcsolódva jutnak érvényre. Ezek a dokumentumok célokat fogalmaznak meg, a tanulás-tanítás folyamatára vonatkozó, részben előíró jelleggel. Magában a folyamatban a hazai pedagógiai környezet hagyományainak megfelelően a tankönyvek játszanak domináns szerepet. A kimeneti szabályozást az érettségi követelmények jelentik. Ezek is igazodnak az új szabályozókhoz, megjelennek bennük ugyanazok a kulcsfogalmak és gondolkodási műveletek, amelyek a magtantervekben benne vannak. Ugyanakkor a 21. századi természeti és technológiai környezet problémáit magába foglaló követelményeknek a mindennapi élet kontextusába helyezése biztosítja a hatékony és alkalmazott természettudományi nevelést.

A tankönyveknek elsősorban a tantervekben megfogalmazott szemléletmódot kell tükrözniük és lehetőséget adni a biológiai, természettudományos problémák megoldásának sokszempontú megközelítésére. Az élő rendszerek működése (szerkezet és funkció, „hogyan” kérdések) aligha érthető meg azok kialakulása, azaz evolúciós történetük ismerete nélkül („miért” kérdések). Ugyanakkor a rendszerszemlélet egy olyan fajta szintetikus gondolkodást igényel, amellyel a tanár, a tanuló az anyagokat, folyamatokat, élőlényeket más anyagokkal, folyamatokkal, élőlényekkel, azok környezetével állandó kölcsönhatásban vizsgálja. A tantervekben leírt követelmények teljesítése nem egy-egy tankönyv tananyagának az elsajátítását jelenti, hanem azokat a képességszinteket foglalja magába, amelyek ezeket lehetővé teszik. A megfelelő képességszint elérését a taneszközök és a digitális tartalmak hatékony alkalmazása segíti elő. A tankönyv a digitális környezetben kiegészül a szabadon kereshető ábrákkal, képekkel, szimulációkkal és videókkal, valamint a legújabb kutatási hírekkel, amelyek eléréséhez a biológia területén is egyre fontosabb az angol nyelvű keresés képessége, akár a gépi fordítás igénybevételével. Az új szabályozókhoz igazodó tankönyvek abban is választékot kínálnak, hogy az alapszintű ismeretek mellett az érdeklődők hogyan tudnak további kutatást, gyakorlati munkát végezni. Egy témakör tanulási időszakában erre nemcsak a tanórák, hanem az iskolán kívüli tevékenységek, projektfeladatok és az ott-

honi tanulás is lehetőséget adnak. A tantárgy iránti érdeklődés fenntartása és az önszabályozó tanulás igényének és képességének kialakítása a változások fontos feltétele.

Egy példa arra, hogy a legújabb technológiáknak köszönhetően hogyan egészíthető ki a tananyag: ma már viszonylag könnyen és gyorsan meghatározhatjuk egy DNS vagy fehérje szekvenciáját. Ezek a szekvenciák (például: GAATCCA) önmagukban természetesen elég keveset árulnak el számunkra, értelmezni is tudunk kell a jelentésüket. Melyik fehérjét kódolja ez a DNS-szekvencia, vagy egyáltalán lefordítható-e valamilyen fehérjére? Milyen hatással van a DNS-szekvencia kis változtatása a kódolt fehérje szerkezetére? Milyen funkciója lesz a fehérjének a sejtben? És persze mit tud mesélni számunkra a DNS-szekvenciánk az evolúciós történetünkről? Ezekkel és más fontos biológiai kérdésekkel foglalkozik a bioinformatika. Az újonnan felfedezett szekvenciák összehasonlíthatók olyan, korábban már megismert szekvenciákkal, amelyekről már több információval is rendelkezünk (talán van hasonló funkciójuk?), vagy összehasonlíthatjuk a különböző fajokban található hasonló szekvenciákat. A bioinformatika normális esetben erős számítógép-támogatással működik. Az azonban túlságosan könnyű lenne, ha hagynánk, hogy egy számítógép végezze el az összes munkát anélkül, hogy megértenénk a lefektetett alapelveket. Ezt a tevékenységet papíron végezzük el, hogy a tanulók megérthessék, hogyan működik a bioinformatikai analízis!

A hivatkozott oldal (<https://www.scienceinschool.org/hu/2010/issue17/bioinformatics>) négyféle tevékenységgel támogatja az aktív tanulást. A két bevezető tevékenység ('Génkeresés' és 'Mutációk') és a befejező tevékenység ('Mobil DNS') letölthető az: Európai Tanulási Laboratórium a Természettudományok számára (European Learning Laboratory for the Life Sciences = ELLS) weboldalról. A tanulók számára szükséges táblázatok, együtt az eljárás lépésről lépésre történő leírásával és a megértést segítő kérdésekre adott válaszokkal a Science in School oldalon érhetők el.