

DOBRÓNÉ TÓTH MÁRTA – FUTÓNÉ MONORI EDIT –
GŐZ JÓZSEF – REVÁKNÉ MARKÓCZI IBOLYA

Biológiatanítás az IKT és IBL világában



DEBRECENI EGYETEM
TANÁRKÉPZÉSI KÖZPONT

Biológiatanítás az IKT és IBL világában

28 órás tantárgypedagógiai tanártovábbképzés tananyaga

DOBRÓNÉ TÓTH MÁRTA
FUTÓNÉ MONORI EDIT
GŐZ JÓZSEF
REVÁKNÉ MARKÓCZI IBOLYA



Debreceni Egyetemi Kiadó
Debrecen University Press
2015

Szaktárnet-könyvek 19.

Sorozatszerkesztő:

Maticsák Sándor

Készült

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

Lektorálta:

Karkus Zsolt

Technikai szerkesztő:

Tóth Anikó Nikolett

Borítóterv:

Nagy Tünde

ISBN 978 963 473 856 5

© A szerzők

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

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

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

Tartalom

1. IBL, PBL és metakogníció a biológiatanításban

Dobróné Tóth Márta – Revákné Markóczi Ibolya

1.1. A kutatás- és probléma-alapú tanulás fogalma.....	5
<i>Dobróné Tóth Márta</i>	
1.2. A kutatás- és probléma-alapú tanulás összehasonlítása.....	10
<i>Dobróné Tóth Márta</i>	
1.3. Metakogníció a biológiatanításban.....	13
<i>Revákné Markóczi Ibolya</i>	

2. Modellezés a biológiatanításban

Futóné Monori Edit

2.1. Modellépítés szerepe a tanításban	19
2.2. Modellépítés tervezése.....	23
2.3. Modellépítés a gyakorlatban	26

3. Kísérletek a biológiatanításban

Futóné Monori Edit

3.1. Logikai gondolkodás kialakítása kísérlet sorozattal.....	31
3.2. Kísérlet sorozat bemutatása.....	32
3.3. Egy kiválasztott téma feldolgozása kísérlet sorozattal	33
3.4. Vízfelvétellel kapcsolatos kísérletek	38
3.5. IBL módszer alkalmazása kísérletek tervezésében (Mikroszkópi vizsgálatok).....	43
3.6. IBL módszer alkalmazása a gyakorlatban.....	45
3.7. A boncolás szerepe	49
3.8. Ökológiai vizsgálatok	56
3.9. Terepgyakorlatok (tervezése, szervezése, kivitelezése, értékelése)	59
3.10. Gyűjtemények készítése.....	65

4. IKT a biológiatanításban

Gőz József

4.1. IKT a biológiatanításban	71
4.2. Építsünk sejteket! – Sejtek, sejtalkotók és működésük, membránok, transzportfolyamatok.....	76
4.3. Hogyan működik a sejt? – Enzimműködés, sejtlégzés, fotoszintézis, nukleinsav- és fehérjeszintézis, sejtosztódás	80
4.4. Nézzünk magunkba! – 1. Az emberi test: mozgási, táplálkozási és légzési szervrendszer.....	85
4.5. Nézzünk magunkba! – 2. Az emberi test: keringési és kiválasztási szervrendszer	89
4.6. Állandó szabályozás, szabályozott állandóság 1. A neuronoktól az agyig; az idegrendszer működése	94
4.7. Állandó szabályozás, szabályozott állandóság 2. Érzékek birodalma; az érzékszervek működése.....	98
4.8. Törpék és óriások – Méretek és arányok szemléltetése, mikroszkópi vizsgálatok támogatása	102
4.9. „Játszani is engedd...” – Játék és tudomány határán, a játékalapú tanulás. Online játszótér kicsiknek és nagyoknak	106
4.10. Készüljünk az érettségire! – Feladatarchívumok használata, feladatok rendszerezése.....	110
4.11. IKT használata a Nemzetközi Érettségi (IB) rendszerében.....	114
4.12. „Egy a valóság, ezer a ruhája” – Barangolás a biológia határtudományai között.....	118

IBL, PBL és metakogníció a biológiatanításban

Dobróné Tóth Márta – Revákné Markóczi Ibolya

1.1. A kutatás- és probléma-alapú tanulás fogalma

Dobróné Tóth Márta

Az utóbbi évtizedekben mind többet hallunk arról, hogy csökken a tanulók természettudományok iránti érdeklődése, következésképp természettudományos tudása is. Az okok keresése sokrétű feladat, számtalan társadalmi, személyi, oktatási előzményre vezethető vissza. Az azonban egyértelmű, hogy a problémát a tanítási órán kell megoldani, ahol nem mindegy, milyen módszerekkel tanítjuk diákjainknak a természet csodáit.

A probléma megoldása felé vezető úton a kutatók a változás elindítását a természettudományos tantárgyak vonzóvá tételében (*Papp és Nagy, 2005, 2007; Revákné, 2002; Zátonyi, 2007*), a kompetencia-alapú fejlesztésben (*Havas, 2007; Nagy, 2000; Zátonyi, 2001a*), a konstruktív pedagógia alkalmazásában (például *Nahalka, 2001; Radnóti és Kiss, 2001*), egy kompetencia-alapú, kritériumorientált pedagógia bevezetésében (*Nagy, 2007*) és az oktatási módszerek megváltoztatásában látják (*Nagyné, 2010*). Az oktatási módszerek közül azokat részesítik előnyben, amelyek a tanulók aktív bevonására épülnek.

A 19. és 20. század fordulóján megjelenő cselekvés pedagógiája, amely a tanuló tevékenységét (például önálló felfedező munkáját) állította a középpontba, a tanárközpontúság egyoldalúságain változtatni próbáló reformpedagógiai mozgalmak idején született meg. Szorgalmazta az életszerű problémahelyzetek, szemléletes-cselekvő feladatok megoldását (*Knausz, 2001*). Ezzel a tanárközpontú tanítást felváltotta a tanulóközpontú tanítás, amivel segíthetjük a tananyag megértését, a kritikai gondolkodást. Ezáltal nő a tanulási kedv (*Nagyné, 2010*) növelhető a tanulók foglalkoztatása, affinitása a természettudományos ismeretek tanulása iránt. A cselekvő

iskola volt az a pedagógiai paradigma, ami a kutatás-alapú tanulás gyökeireit jelentette.

A kutatás-alapú tanulás (IBL, inquiry-based learning/teaching)

A kutatás-alapú tanulás lényegét több kutató is megfogalmazta. Linn, Davis és Bell (2004) a létező definíciók összegzéseként a kutatás-alapú tanulást olyan folyamatként értelmezi, melynek elemei: a problémák beazonosításának tudatos folyamata, kísérletek kritikai szemlélése, alternatívák megkülönböztetése, vizsgálatok megtervezése, sejtések megvizsgálása, információ-keresése, modellek felépítése, vita a társakkal és koherens érvelés kialakítása. Olyan tanulási folyamat, amelynek középpontjában a természettudományos problémák kutatással történő megoldása áll. Ebben a folyamatban nem a szerzett ismeret, hanem annak megismerési módszere, a kutatás áll a középpontban.

A kutatás vonatkozik a tanulók azon tevékenységeire is, amelyekben fejlesztik tudásukat és megértik a természettudományos elméleteket annak során, ahogyan megfigyelik a természeti világot, hasonlóan a természettudományos kutatók munkájához (*National Research Council, 1996*). Spronken-Smith és munkatársai (2007) szerint az IBL olyan önszabályozott tanulási folyamat, amelyben a kutatás és az ahhoz kapcsolódó metodikai elemek segítik a megfigyelési folyamatot, a természeti világ törvényeinek megértését és alkalmazását. Fő alkotóelemei:

- a kutatás által stimulált tanulás, kérdésekkel vagy problémákkal vezetett;
- a tudás keresésének folyamatán és az új megértésen alapuló tanulás;
- a tanítás tanuló-centrikus megközelítése, amelyben a tanár facilitátor szerepet játszik;
- elmozdulás az önszabályozott tanulás felé, a tanulók nagyobb felelősségvállalása tanulásukért és önreflexiós készségeik fejlődése iránt.

A kutatások arról is beszámolnak, hogy a kutatás-alapú tanulás azért előnyös a tanulók, és tanárok számára is, mert *megvalósítja a tanítás és kutatás integrációját, továbbá fejleszti a tanulók és a tanár közötti kapcsolatrendszert és ezáltal a tanítás öröme is nő* (Nagyné, 2010).

A kutatás-alapú tanuláshoz módszertani szempontból különböző fokozatok vannak.

- 1) *Strukturált kutatás*: Tanári instrukciók által irányított folyamat, amelynek során a tanár adja meg a kutatás problémáját, a kutatáshoz szükséges anyagokat és eszközöket, a kutatási folyamat egyes lépéseit. A megoldást azonban a tanulóknak kell megtalálni, mint ahogy nekik kell felfedezni a kutatás során felmerülő összefüggéseket is.
- 2) *Irányított kutatás*: Az előzőhöz képest már több tanulói önállóságot igénylő tanulási forma, amelyben a tanár csak a problémát határozza meg, és a megoldáshoz szükséges eszközöket és anyagokat biztosítja, de a megoldás folyamatát, annak minden lépését a tanulók önállóan dolgozzák ki.
- 3) *Nyitott kutatás*: A legtöbb tanulói önállóságot igénylő tanulási folyamat, amelyben már a kutatási problémát is a tanulók fogalmazzák meg és önállóan tervezik és hajtják végre a vizsgálatokat.

Ez a három fokozat a nyitott kutatás felé haladva egyre absztraktabb gondolkodást igényel. Ez részben azt jelenti, hogy először a strukturált kutatással kezdjük az adott tanulócsoport tanítását és haladjunk a nyitott kutatás felé, másrészt azt, hogy az általános iskolás tanulóknál még a több tanári instrukciót alkalmazó strukturált és irányított formát alkalmazzuk, míg a középiskolában (megfelelő rutin birtokában) már bátran végezhetnek tanulóink nyitott kutatást is

A probléma-alapú tanulás és tanítás (PBL, problem based learning)

A PBL olyan tanulási és tanítási módszer, amely a projekt módszer és kooperatív tanulás bizonyos elemeit ötvözi. Elsőként orvostanhallgatók oktatása során alkalmazták, amikor a helyes diagnózis felállítása volt a hallgatók feladata (Boud és Feletti, 1991). A mai formájában ismert PBL módszer legelső változatát Barrows és Tamblyn (1980; idézi: Arts, Gijsselaers és Segers, 2003) dolgozta ki. Mivel a módszer hatékony a tanulási tanítási folyamatban, ezért gyorsan terjedt és terjed napjainkban is. A PBL sok területen alkalmazható: a vállalati, üzleti oktatásban Stinson és Milner (1996); a bevezető természettudományos kurzusokon Allen, Duck, és Groh (1996), az analízis tanításában Seltzer és Mtsai (1996); a vezetőképzésben Bridges és Hallinger; a nagycsoportos kémia oktatásban Woods (1996).

A PBL Boud és Feletti (1991) szerint a tananyag strukturálásának olyan megközelítése, amelynek során a gyakorlatból vett példát veszik alapul a

diákok, és csoportosan, közösen, együttgondolkodva keresik a megoldást. Duch (1995) szerint ilyenkor rendkívül jól fejlődik a kritikai és analitikus gondolkodás. Ennek a gondolkodásmódnak a hajtóereje a probléma maga, amit a diákok minden előzetes tanulás nélkül kapnak meg. A problémamegoldó gondolkodás a diákokat tanulásra, megismerésre ösztönzi és kényszeríti, mivel a tanulás során szerzett ismeretek nélkül a megoldás szinte lehetetlen. Ez az alapja a PBL-nek mint aktív tanulást serkentő oktatási stratégiának (Samford, 1998).

A PBL sajátos megkülönböztető jegyei Barrows (1980) szerint a következők:

1. A diákok kis csoportban (5–12 fő) dolgoznak, munkájukat egy tutor segíti;
2. A tutor szerepénél fogva facilitátor, akinek feladata a beszélgetések ösztönzése;
3. Minden tanulási fázis és a tanulásra való előkészület előtt első lépésként a valós életből vett autentikus (real-life, authentic) problémát kapnak a tanulók;
4. A módszer ezt a problémát a tudás és a problémamegoldó képességek elsajátításához, fejlesztéséhez eszközként használja fel;
5. Az új információk elsajátítása önszabályozó tanulással történik;
6. A diákok a reprezentatív problémák elemzésével és megoldásával tanulnak.

Ezt Dochy és munkatársai (2003) kiegészítették egy hetedik tulajdonsággal:

- a PBL egy tanulóközpontú tanítási módszer – bár bizonyos kutatók szerint (Newman, 2003) inkább egy általános oktatási stratégia.

A PBL általános ismertetőjegyeit Covington (1987) a következőkkel egészíti ki:

- a tanuló gondolkodása reprodukív,
- a probléma egyértelműen adott, a megoldáshoz vezető út nem ismert,
- a megoldás eléréséhez nagyfokú kreativitásra van szükség,
- stratégiai gondolkodás.

A PBL tanórai alkalmazása során a tanár felvet egy problémahelyzetet. A diákok kiscsoportokban dolgozva összegyűjtik azokat az információkat, amelyeket már tudnak a problémahelyzettel kapcsolatban. Majd felteszik

azokat a kérdéseket, amelyek szükségesek a megoldáshoz. Ahhoz, hogy a kérdésekre választ kapjanak, ötleteket gyűjtenek a probléma megoldásával kapcsolatban. Az ötleteket csoportosítják, kiválogatják és feladatokat határoznak meg. A feladatokat felosztják egymás között. Amikor a diákok visszatérnek a csoportba, megbeszélik az új ismereteket. Megbeszélik, hogy mennyire sikeresek a problémamegoldásban. Ha sikerül a problémát megoldani, lezárul a feladat, ha pedig nem, újabb probléma merülhet fel, amely újabb feladatok megoldását kívánja meg.

A módszer alkalmazása során információgyűjtés, válogatás, elemzés, szintetizálás, megoldás megalkotása, megfogalmazása, indoklása történik. A diákok a végén a facilitátor segítségével értékelnek és önértékelnek. Választ kapnak arra, hogy megoldották-e a problémát vagy sem. A módszer megtanít a csoportmunkában való együttműködésre, fejleszti a kommunikációt, továbbá a tanítva tanulás módszereit is alkalmazza, hiszen a tanulók egymást is tanítják és ezzel a tanulmányi fejlődésük is mérhető (*Bridges és Hallinger, 1996*).

A kooperatív csoportmunka fejleszti azokat a képességeket, amelyek a társadalomba való beilleszkedéshez elengedhetetlenek. A módszert gyakorló diákok kooperatívabbak, segítőkészebbek lesznek, akik képesek majd elfogadni mások véleményét (*Kagan, 2001*).

A *tanárnak* nem hagyományos értelemben vett szerepe van a PBL órákon. Inkább facilitátor, illetve metakognitív irányító, a felfedezések irányítója (*Gallagher, 1997*). Felügyeli a diákok munkáját és segíti a kutatási kérdések pontosabb megfogalmazását.

1.2. A kutatás- és probléma-alapú tanulás összehasonlítása

Dobróné Tóth Márta

A kutatás- és probléma-alapú tanulás összehasonlításának elsősorban módszertani szempontból van értelme. A gyakorló pedagógus számára ugyanis az a fontos, hogy mit, mikor és hogyan tegyen akkor, amikor egyik vagy másik stratégiát kívánja alkalmazni. A legfontosabb hasonlóságokat és különbségeket így az alábbi táblázatban kívánjuk összefoglalni (1. táblázat).

	<i>IBL</i>	<i>PBL</i>
<i>Alkalmazásának célja</i>	A természettudományos kutatás és gondolkodás elsajátítása	A természettudományos problémamegoldás elsajátítása és fejlesztése
<i>Tervezése</i>	Sajátos tantervi struktúrát igényel, ahol a középpontban a kutatás és problémamegoldás mint stratégia áll	
<i>Kognitív alapja</i>	Természettudományos problémamegoldó gondolkodás	
<i>Motiváció</i>	Autentikus, életszerű problémák, nagyfokú tanulói önállóság	
<i>A tanulási folyamat kiindulópontja</i>	A megoldandó probléma	
<i>A probléma megoldásának módszere(i)</i>	Kutatás: Kísérletezés, megfigyelés, adatgyűjtés és feldolgozás, adatok interpretációja, prezentáció, publikálás, projekt, kooperatív módszerek, önálló kutatás	Problémacentrikus módszerek: a probléma megoldása ismeretgyűjtés, a tananyag megismerése révén, a megoldási folyamat explicit, direkt alkalmazása, problémafeladatok folyamatos alkalmazása, kísérletezés, megfigyelés, kooperatív módszerek, projekt
<i>A tanár szerepe</i>	Facilitátor	
<i>Értékelés</i>	A kutatási folyamat eredménye, a probléma megoldása. A kutatás során szerzett képességek és ismeretek fejlődése	A problémamegoldó gondolkodás fejlődése. A tanulási folyamatban szerzett képességek és ismeretek szintje.

1. táblázat

Az IBL és PBL összehasonlítása

A kutatás- és problémalapú tanulás megkülönböztetése több ponton is nehéz feladat. Alapvetően mindkettő célja a természettudományos megismerés és gondolkodás módszereinek elsajátíttatása a tanulókkal. De amíg az IBL elsősorban a kutatás, addig a PBL mindebből a problémamegoldás folyamatára koncentrálna. Ebből a szempontból az IBL szélesebb körű célszisztemmel rendelkezik, mivel a kutatás kognitív alapja is a problémamegoldás, amin kívül azonban más fejlesztési feladatot is el kíván látni. Mindkét stratégia ugyanazt a megoldási utat járja végig. A folyamat a megoldandó természettudományos probléma felvetésével kezdődik, amelyet a megoldásra vonatkozó javaslat, hipotézis követ. A hipotézisek igazolásában már eltérést mutat a két stratégia, mivel az IBL azt mindig kísérletek, megfigyelések útján igazolja, míg a PBL esetében ez lehet például az aktuális követelményrendszerbe tartozó ismeretek elsajátítása révén is. Az IBL valóban végigjárja a természettudósok kutatómunkájának minden lépését, beleértve az eredmények interpretálását, prezentációját és publikációját is, amely a PBL esetében nem feltétlenül van jelen és nem is követelmény.

A tanulók önálló munkájának és a különböző kooperatív munkáknak az értékelése összetett folyamat. A kutatómunka során értékelni kell a kutatómunka eredményét, a megoldás sikerességét valamint a folyamatot magát is. Lényeges, hogy a kutatómunkában melyik tanuló hogyan vette ki a részét, milyen mértékben járult hozzá a megoldás sikeréhez. Ugyanakkor a kutatómunka személyiségfejlődéssel is jár, amelynek mérésére különböző tesztek is alkalmazhatunk. Amit mindig ellenőriznünk kell, az a tanulók természettudományos ismereteinek gyarapodása, a kísérletezőképesség fejlődése (képes-e problémát megfogalmazni, tud-e önállóan kísérletet tervezni, tudja-e a kapott eredményeket értelmezni, magyarázni).

A PBL esetében az értékelés középpontjában a problémamegoldó képesség áll, amit tesztelhetünk egy újabb probléma megoldásával, problémafeladatok alkalmazásával, a tanult ismeretek új kontextusban történő alkalmazásával. Az ellenőrzésnek itt is lehet eszköze a kísérletezés, megfigyelés, de itt nem ezeket a módszereket értékeljük, hanem magát a problémamegoldó képességet (meg tudta-e oldani az adott problémát). Amennyiben a PBL célja a problémamegoldás explicit fejlesztése, úgy célszerű erre speciális feladatot készíteni. Például:

V. Feladat: Tumor

Tételezzük fel, hogy orvosként találkozol egy olyan beteggel, akinek a tüdejében nem operálható, igen nagy méretű, előrehaladott állapotban lévő rosszindulatú daganat van. Amennyiben a tumort nem pusztítjuk el, a beteg meghal. A tumor roncsolásának egyik eszköze a sugárterápia. Abban az esetben, ha a tumort nagy intenzitású sugarakkal bombázzák, a tumor ugyan pusztul, de a környező egészséges szövetek is jelentősen károsodnak. Ha a sugárzás kis intenzitású, akkor az egészséges szövetek megőrzik eredeti állapotukat, viszont a tumor változatlan formában fennmarad.

A kemoterápia lehetőségét a betegnél egyéb okok miatt kizárták.

1. Mi az orvos problémája?
2. Milyen előzetes információk állnak rendelkezésre a probléma megoldásához? Milyen feltételezéssel élhet a megoldásra vonatkozóan?
3. Hogyan hajtaná végre a kezelést? Mi a megoldás?
4. Adjon magyarázatot a megoldásra!

Ebben a feladatban nem a megoldás helyességére koncentrálnunk, mivel több jó megoldás is létezik. Itt azt kell értékelni, hogy a tanuló meg tudja-e fogalmazni a problémát, tud-e megoldásra vonatkozó tervet készíteni és azt tudja-e indokolni. Azaz rendelkezik-e a megoldáshoz szükséges folyamat-
elemek megfelelő szintjével (*Revákné, Máth, Huszti és Pollner, 2013*).

Összességében elmondható, hogy az IBL és PBL alapvetően a megismerés módszereiben különböznek. Az IBL középpontjában a kutatás áll, míg a PBL ezen belül a problémamegoldó gondolkodás fejlesztésére törekszik.

1.3. Metakogníció a biológiatanításban

Revákné Markóczi Ibolya

Az angol nyelvű szakirodalom egyik értelmezése szerint a metakogníció jelentése: a *kognícióra vonatkozó kogníció* (cognition about cognition) (Csikos, 2007). Ez a meghatározás elsősorban azokra a gondolkodási képességekre vonatkozik, amelyek révén ismereteket szerzünk, és azokat alkalmazzuk.

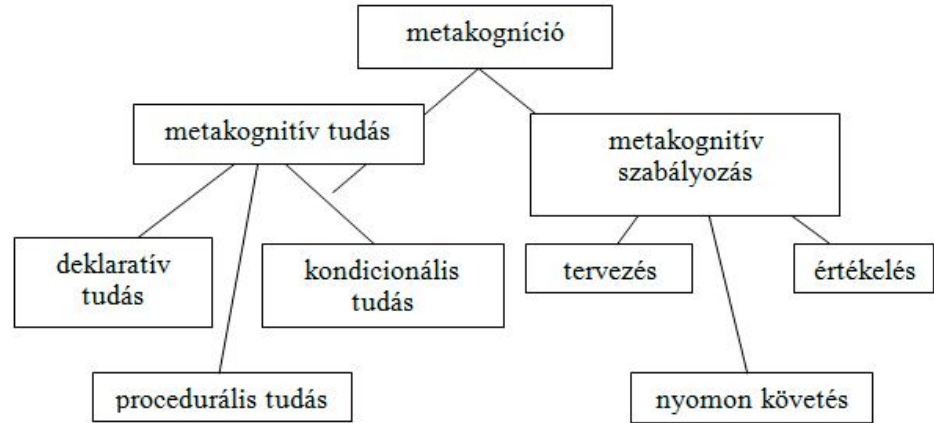
Egy másik definíció szerint a metakogníció a *tudásra vonatkozó tudást* (knowledge about knowledge) jelenti (Csikos, 2007). Utóbbi meghatározás a megismerési folyamatot már tágabban értelmezi, magában foglalva a meglévő ismereteinkre és az azok megszerzéséhez szükséges kognitív képességeinkre illetve működésére vonatkozó tudást is. A jelenlegi kutatások és a pedagógiai, pszichológiai szakirodalom is ezt a definíciót tekinti elfogadhatóbbnak.

Brown (1987) a fenti két meghatározás ötvözeteként a metakogníciót a saját kognitív rendszerünkről alkotott tudásnak és az arra vonatkozó szabályozásnak tekinti (knowledge and regulation of one's own cognitive system). Schraw (2001) a metakogníciót a gondolkodásunkra és cselekedeteinkre vonatkozó reflektálásként értelmezi (capacity to reflect of one's own cognitive system), amely a tudásra vonatkozó ismereteket és azok kontrollját szintén magában foglalja.

Az itt említetteken túl a ma elfogadott definíciók értelmében a metakogníció olyan tudatos kognitív tevékenységet jelent, amely által tudomást szerezhethetünk saját megismerési folyamatainkról, gondolkodásunkról, azokat képesek vagyunk tervezni, nyomon követni, ellenőrizni és szabályozni.

Schraw (2001) *metakogníció modelljében* a *metakognitív tudásnak* alárendelte a Flawell (1987) által leírt *deklaratív* (tudni, hogy mit) és *procedurális tudást* (tudni, hogy hogyan), amelyekhez horizontálisan hozzárendelte a *kondicionális tudást* (tudni, hogy miért és mikor).

A Flawell (1987) által metakognitív tapasztalatként meghatározott összetevőt *metakognitív szabályozásnak* nevezte és ebbe az összetevőbe illesztette be a tervezés, nyomonkövetés és értékelés dimenziókat (1. ábra).



1. ábra

A metakogníció összetevői (Schraw, 2001)

Az eddigi kutatási eredmények szerint a problémamegoldás sikerességét jelentősen befolyásolja a megoldásra vonatkozó metakognitív tudás, azaz, hogy a tanuló mennyire tudatosan végzi feladatát a megoldás során, tisztában van-e azzal, hogy éppen mit, miért és hogyan csinál (Cooper és Urena, 2009). Nyomon tudja-e követni a megoldás folyamatát? Ezért a tudatos-ságot fejlesztő *implicit és explicit* módszereknek egyaránt létjogosultsága van a tanítási órákon.

Az explicit fejlesztés egy stratégia vagy folyamat tudatosítását jelenti a tanulóknál. Például a kísérletezés tanításakor ki kell térnünk arra, hogy a kísérletezésnek milyen lépései vannak. Így a tanuló tudatában van annak, hogy éppen a kísérlet problémáját fogalmazza meg, vagy a tervezés illetve kivitelezés fázisában van vagy éppen értékeli a kísérletezés tapasztalatait. Ugyanígy explicit módon taníthatjuk azt is, hogy a tanuló a problémamegoldás során annak éppen milyen fázisában van. *Az implicit fejlesztés* ezzel szemben azt jelenti, hogy a stratégiai lépések folyamatos hangsúlyozása nélkül oldatunk meg a tanulókkal különböző feladatokat, amelyek ugyanazt a stratégiát igénylik. Ezáltal a tanuló rutint szerez a stratégia alkalmazásában, amit később már könnyebb explicit módon tudatosítani.

A metakognitív tudás és képességek kialakítását már kisiskolás korban érdemes elkezdni. Korábban úgy gondolták, hogy a metakognitív képességek fejlesztése a formális gondolkodás megjelenéséhez kötött. A *neo-*

piaget elméletek azonban egyértelműen kimondják, hogy akár egy nyolc éves gyerek is eljuthat az értelmi fejlődés Piaget (1984) által meghatározott legmagasabb szintjére. Így semmi akadálya annak, hogy próbálkozásokat tegyünk már az általános iskola alsó tagozatában is. A kisiskolás gyerekek ezen képességeit leginkább a hangos gondolkodás módszerével érdemes fejleszteni és mérni is. Életkori sajátosságuk a közvetlen, szorongásmentes környezetben történő felszabadultabb, őszintébb és nyíltabb gondolatkifejezés, amely révén könnyebben juthatunk a gondolkodást kísérő metakognitív információkhoz is. Már ekkor érdemes megtanítani őket a természettudományos problémák megoldási módjainak alapjaira, a problémamegoldás elemi stratégiáira. Ezek a stratégiák később bővülnek, amely egy korán elsajátított, biztos alapokon nyugvó stratégiai tudásra építkezve jobb problémamegoldóvá és gondolkodóvá teheti tanulóinkat.

A metakogníció optimális fejlesztése olyan tanulási környezetet igényel, ahol tanulóinknak lehetősége van gondolataik kifejezésére, véleménynyilvánításra, ahol ismeretszerzési folyamataik céltudatosan és aktívan történnek. Mindez az eddiginél nagyobb tanulói önállóságot, a lehetőségek figyelembevételével több kooperatív munkát, tanulói kísérletezést és konstruktív tanulói tevékenységet igényel a természettudományos tantárgyak tanulásának folyamatában.

A metakogníció fejlesztését jelenthetik azok a módszerek is, amelyek a fogalmi tudásra vonatkozó tévképzeteket tudatosítják a tanulóknál. A tévképzetek olyan tudományosan nem helytálló nézetek, amelyek legtöbbször a mindennapi tapasztalatokból származnak de lehetnek az oktatás következményei is. Létük megnehezíti az új tudományos fogalmak elsajátítását és megértését. Ezért tudatos ismeretük és feltárásuk fontos, mind a tanuló mind a tanár számára, mert ezáltal könnyebb megtalálni a tévképzetek azon hibás pontjait, amelyek korrigálásával eljuthatunk a tudományosan helytálló fogalomhoz. A tévképzeteket tehát korrigálni kell, amelynek két fő lépése van:

- 1) A tanulók tévképzeteinek ismerete, feltárása: *egyéni* strukturálatlan *interjú, fogalmi térkép, szóasszociációs módszer* (egy adott fogalomról milyen más fogalmak jutnak eszébe a tanulónak).
- 2) Megfelelő tanítási stratégia alkalmazása:
 - *Kognitív konfliktus* módszere. Lényege, hogy a tanulót olyan probléma megoldása elé állítjuk, amelynek megoldására a várható tanulói tévképzet nem alkalmas.

- *Kooperatív (csoportos) tanulás*, amely során a tanulók nagyobb eséllyel nyílnak meg egymás előtt és magyarázzák el egymásnak a jelenségek okait és fogalmakat, mintha ezt a tanár tenné.
- *Tudománytörténeti vonatkozások tanítása*, melynek során a tanuló szembesül azzal a ténnyel, hogy az ő elgondolásai egy mára már idejét múlt elgondoláshoz hasonlóak.

Könnyebb az új természettudományos fogalmak megtanulása akkor is, ha a tanuló tudatában van annak, milyen *előzetes tudással* rendelkezik az adott fogalommal kapcsolatban. A tévképzetek és előzetes tudás feltárásának módszerei hasonlóak, a tévképzetek az előzetes ismeretek feltárása során derülnek ki.

A metakogníció fejlesztése ma azért időszerű feladat, mert általa elérhetjük, hogy tanulóink kognitív sémái stabilabbakká váljanak, eszköztudásuk fejlődjön és gyorsabb, sikeresebb problémamegoldóvá váljanak.

Irodalom

- Allen, D.E. & Duch, B.J. & Groh, S.E. (1996): *The power of problem-based learning in teaching introductory science courses*. In: Wilkerson, L. és Gijsselaers, W.H. (szerk.): *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice*. Jossey-Bass, San Francisco. 43–52.
- Arts, J.A.R. & Gijsselaers, W.H. & Segers, M.S.R. (2003): *On the Measurement of Outcomes of Educational Innovations*. Different ways of Measuring Expertise Effects of an Authentic, Computer Supported, and Problem-based Course.
- Barrows, H.S. & Tamblyn, R.M. (1980): *Problem-based Learning: An Approach to Medical Education*. Springer Pub. Co., New York, NY.
- Boud, D. & Feletti, G. (1991, szerk.): *The Challenge of Problem-Based Learning*. St Martin's Press, N.Y.
- Bridges, E.M. & Hallinger, P. (1996): *Problem-based learning in leadership education*. In: Wilkerson, L. és Gijsselaers, W.H. (szerk.): *Bringing problem-based learning to higher education: Theory and practice*. Jossey-Bass, San Francisco. 53–61.
- Brown, A. (1987): *Metacognition, Motivation and Understanding*, Lawrence Erlbaum, Associates, Hillsdale, NJ, 65–116.

- Cooper, M., Urena, S. (2009): Design and Validation of an Instrument to Assess Metacognitive Skillfulness in Chemistry Problem Solving, *Journal of Chemical Education*, 86/2: 240–245.
- Covington, M.V. (1987): *Instruction of planning*. In: Friedman, S.L. & Scholnick, E.K. & Cocking, R. R. (szerk.): *Blueprints for thinking: The role of planning in cognitive development*. Cambridge University Press, New York.
<http://www.edb.utexas.edu/mmresearch/Students97/Hemstreet/pbl2.htm>
- Csikos Csaba (2007): *Metakogníció. A tudásra vonatkozó tudás pedagógiája*, Műszaki Kiadó, Budapest.
- Dochy, F., & Segers, M. & Van den Bossche, P & Gijbels, D. (2003): *Effects of problem-based learning: a metaanalysis*. Learning and Instruction.
- Gallagher, S. A. (1997): Problem-based learning. Where did it come from, what does it do, and where is it going? *Journal for the Education of the Gifted*, 4: 332–362.
- Havas Péter (2007): *A természettudományi kompetenciákról és a természettudományi oktatás kompetencia alapú fejlesztéséről*.
http://www.oki.hu/printerFriendly.php?tipus=cikk&kod=kompetencia-1_0_termeszett
- Flawell, J. H. (1987): Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry, *American Psychologist*, 34: 906–911.
- Inhelder, B. Piaget, J. (1984): *A gyermek logikájától az ifjú logikáig*, Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Knausz Imre (2001): *A tanítás mestersége*. Iskolafejlesztési Alapítvány, Budapest.
- Nagy József (2000): *XXI. század és nevelés*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Nagy József (2007): *Kompetencia alapú kritériumorientált pedagógia*. Mozaik Kiadó, Szeged.
- Nagy Lászlóné (2010): A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, 1: 31–51.
- Newman, M. (2003): *A pilot systematic review and meta-analysis on the effectiveness of Problem Based Learning*. Learning and Teaching Support Network, Middlesex University, 1–72.

- National Research Council (1996): *National Science Educational Standards*. <http://www.nap.edu/readingroom/books/nse>
- Papp Katalin & Nagy Anett (2005): Public Relation és a fizikatanítás. *Iskolakultúra*, 15/10: 21–30.
- Papp Katalin és Nagy Anett (2007): Public relation és a fizikatanítás – avagy hogyan tegyük vonzóvá a fizika tantárgyat. *Fizikai Szemle*, 1: 18.
- Revákné Markóczi Ibolya & Máth János (2002): A természettudományos problémamegoldó gondolkodás fejlesztése a középiskolában. *Új Pedagógiai Szemle*, 52/10: 101–109.
- Revákné Markóczi Ibolya & Máth János & Huszti Anett & Pollner Kitti (2013): A természettudományos problémamegoldás metakogníciójának mérése a felsőoktatásban. *Magyar Pedagógia*, 113. 4. szám 221–241.
- Seltzer, S. (1996): *An active Approach to Calculus*. In: Wilkerson, L. & Gijsselaers, W. H. (szerk.): *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice*. Jossey-Bass Publishers, San Francisco. 83–90.
- Spronken-Smith, R. & Angelo, T. & Matthews, H. & O’Steen, B. & Robertson, J. (2007): *How Effective is Inquiry-based Learning in Linking Teaching and Research?* Paper prepared for An International Colloquium on International Policies and Practices for Academic Enquiry, Marwell, Wichester, UK, April 19–21. 2007.
- Schraw, G. (2001): *Metacognition in Learning and Instruction: Theory, Research and Practice*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 3–16.
- Stinson, J. E. & Milter, R. G. (1996): *Problem-based Learning in Business Education: Curriculum Design and Implementation Issues*. In: Wilkerson, L. & Gijsselaers, W. H. (szerk.): *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice*. Jossey-Bass Publishers, San Francisco. 33–42.
- Woods, D. R. (1996): *Problem-based Learning for Large Classes in Chemical*. In: Wilkerson, L. & Gijsselaers, W. H. (szerk.): *Bringing Problem-Based Learning to Higher Education: Theory and Practice*. Jossey-Bass Publishers, San Francisco. 91–100.
- Zátonyi Sándor (2007): Motiváció és környezetünk fizikája. *Fizikai Szemle*, 5: 169.
- Zátonyi Sándor (2001): *Képességfejlesztő fizikatanítás*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.

Modellezés a biológiatanításban

Futóné Monori Edit

2.1. A modellépítés szerepe a tanításban

A tanítás/tanulás során a tanuló az új információk értelmezése mellett átszervezi meglévő tudását. Gondolkodása, értelmezése közben eljuthat a problémák megoldásához, eredeti, innovatív információkhoz, ötletekhez, hipotézisekhez. Ezeket a folyamatokat segíti, ha a tanítás/tanulás rugalmas, nyitott, alternatív utakat jelenít meg, lehetőségeket ad a gondolkodásra. Lényeges, hogy a tanár mint mentor kialakítsa az önálló tanuláshoz vezető utat és a tanulói felelősség szerepét. A tanuló váljon önálló információ-kutatóvá, erősödjön információ-feldolgozó képessége, a kritikus gondolkodás eredményeként erős vitapartner, tényeken alapuló érvelő egyéniség legyen. A tanár sokféle módszer alkalmazása révén segítheti a tanulót az eredményesség elérésében. Ennek egyik lehetősége a modellezés folyamata a tanítás során.

A modell a tanítás/tanulás folyamatában lehet a szemléltetés eszköze, ami önmagában is erősít és fenntart több készséget, képességet. A modellezés mint fő didaktikai folyamat azonban alapvetően hozzájárulhat a problémamegoldás fejlődéséhez, segíti a megértést, a probléma megoldására vonatkozó hipotézisek bizonyítását, a probléma elemzését, vagy a probléma leegyszerűsítését.

A modellezés során figyelni kell az életkori sajátosságokra, a meglévő tanulói információra és háttértudásra, aktivitásra, motiváltságra, önállóságra valamint a kreativitásra is.

A konvergens gondolkodás mellett nagyon fontos szerepe van a divergens gondolkodás kialakításának. A modellezés alkalmas a tanulói kérdéskultúra fejlesztésére, új problémák felfedezésére, megértésére, a tapasztalatok újragondolására, újabb probléma megfogalmazására. Tehát a kutatás alapjainak kialakítására is.

Manapság egyre többször hangzik el bizonyos szakmódszertani lapokban, konferenciákon, hogy csökken a természettudományos tárgyak iránti érdeklődés. A tanulók időigényesnek tartják a természettudományi problémák megoldását, így nem is szeretnek vele foglalkozni. Nehéznek ítélik a gondolatok értelmezését, és azt gondolják, hogy befektetett munka nem térül meg, kevés az eredmény a tanulás során. Eredményesebb lehetne a tanítás/tanulás, ha a hétköznapi problémákat összekapcsolnánk a tananyag ismereteivel. A mechanikai ismeretek továbbítása helyett a gondolkodtató, több oldalról megközelíthető problémák megoldását kell előtérbe állítani a tanításban. Így a mai kor kihívásaihoz jól alkalmazkodó, rugalmas, kreatív tanulókat képezhetünk, fejleszthetünk. A cél az, hogy tanulóink alkalmazó tudásuk birtokában képesek legyenek a környezet igényeinek megfelelő gondolkodásra, megoldásokra, a mindennapi élet problémáinak megoldására. Az eredményesség növeli az önbizalmat, motivál és segíti a továbblépést valamint az érdeklődést is.

A modellek alkalmazása során típustól függetlenül mindig be kell tartani a metodikai alapszabályokat. Mivel a modell valamely struktúra vagy folyamat analógja, lényeges, hogy elsőként azonosítsuk annak részeit és vessük össze a valósággal: mi minek felel meg a modellen. A strukturális és működési analógiák feltárása után célszerű általa tanulmányozni a valóság jellemzőit, törvényszerűségeit. Az ismeretszerzésnek ez egy induktív útja, melyet az új ismeretek megszerzése céljából, szemléltetésként, magyarázatként alkalmazunk.

A modellezés azonban lehet külön didaktikai cél akkor, amikor a diák egy meglévő ismeret megértését szolgáló modellt alkot meg. A tehetséges tanulók számára ez kifejezetten ajánlott módszer, mivel egy modell megalkotása az ismeretekben történő széleskörű tájékozottságot, kreativitást, elvont, hipotetikus gondolkodást (pl. egy ökológiai rendszer, vagy egy molekuláris biológiai folyamat modellezése), a téma iránt mutatott fokozott érdeklődést, kitartást igényel, ami leginkább a tehetséges tanulók sajátja. A megismerésnek ez egy deduktív útja, mivel a már meglévő ismeret bizonyítása történik modellek segítségével. Az ismeretek modellé történő összesűritésére több lehetőség adódik: a minőségi oldalra történő korlátozás, általánosítás, elkülönítés, az elvire, az elemre való redukció. Abban az esetben, ha tehetséges diákunk egy biológiai jelenség modellezésére vállalkozik, a következő utat kell végigjárnia:

- A magyarázatra kerülő jelenséggel való megismerkedés.
- Valamely modell alkalmazhatóságának feltételezése, vagy egy modell előzetes elképzelés alapján történő felállítása.
- A modell pontos behatárolása, kibővítése.
- A modellek konkrét jelenségek alapján történő igazolása.
- Kísérletek, megfigyelések összeállítása a modell igazolására, illetve cáfolatára.

Az ily módon történő ismeretszerzés jó lehetősége a biológia tantárgy konstruktív elvek alapján történő tanításának is.

A modellekkel szemben támasztott követelmények:

- legyen egyszerű
- legyen szemléletes
- segítsen a komplex folyamatok feloldásában
- legyen érvényes, feleljen meg a hasonlóság elvének
- szelektív, a lényeges jellemzőket vegye figyelembe
- szerkezetes, a részelemek logikus egységbe rendezése
- ösztönözzön hipotézisek felállítására.

A modellek használatakor kerüljük el a szektorális redukcióból adódó tévképzeteket, ami azt jelenti, hogy egy adott törvényszerűséget egy meghatározott érvényességi területre korlátozunk (*Kacsur, 1989*).

Modell típusok:

1.
 - a) hasonlóság szempontja alapján: szerkezeti, működési, formai,
 - b) a modell típusa szerint: anyagi (elektromos, mechanikus, stb.), gondolati (szimbolikus, verbális, ikonikus),
 - c) a modellezett rendszer szerint: pszichikai, társadalmi, termelési, fizikai, stb. (*Szentesi, 2009*);
2.
 - a) funkció modell (problémamegoldó, leíró, előíró, szemléltető),
 - b) struktúra modell (ikonikus, analóg, szimbolikus),
 - c) hasonlóság szempontja alapján (formai, szerkezeti, működési),
 - d) jelleg szerint: kvalitatív (gondolati, verbális), kvantitatív (heurisztikus, szimulációs, sztochasztikus),
 - e) folyamat szerint: (statikus, dinamikus) (*Makádi, 2009*).

A modelleket csoportosíthatjuk aszerint, hogy a valóság milyen jellemzőjére vonatkoznak:

1. Struktúramodellek

Olyan mesterséges utáztatok, amelyek lényeges felépítésbeli ismertetőjegyeket hangsúlyoznak. Az ilyen modelleket akkor használjuk, ha a természeti objektum méreténél, hozzáférhetőségénél fogva közvetlenül nem figyelhető meg (pl., növények szerveinek modelljei, rovarok szájszerveinek modelljei, sejtmodell, az emberi torzó, különböző emberi szervek modelljei, stb.). Ezek a modellek méretükben különböznek a valóságtól és színükben sem adják azt teljesen vissza. Anyaguk változó.

2. Funkciómodellek

A funkciómodellek az adott jelenség funkcionális törvényszerűségeit, gyakran annak egy-egy elemét szemléltetik. Felépítésükben gyakran távol állnak a valóságtól ezért használatuk során indokolt a modell és a valóság részeinek analogizálása.

3. Elméleti modellek

Olyan gondolati modellek vagy modelleképzelések, amelyek a valóságot idealizáltan és sematizáltan adják vissza. Ezek a modellek a tárgyi összefüggésbe valamilyen elrendezési sémát visznek, például egy szimbólumot. Ebbe a csoportba tartoznak azok a deduktív ismeretszerzést szolgáló kutatási modellek, melyek a természetes rendszerek működését sematikus elképzelés alapján magyarázzák. Ezek alapján új összefüggésekre lehet következtetni, azt matematikailag le lehet írni (pl. az ideális populációk allél- és genotípus-gyakoriságára vonatkozó Hardy-Weinberg szabály ismert két matematikai egyenlete).

A problémamegoldását segíti a modellépítés módszere. A modellezés segíti az általánosítás, egyszerűsítés és elvonatkoztatás képességének fejlődését. A munka során felszínre kerülnek a régi ismeretek, amelyhez hozzákapcsolódhatnak a szerzett információk. Alkalmassá válik a logikus gondolkodás kialakítására, fejlesztésére, az összefüggések értelmezésére, új összefüggések megalkotására. A lényegkiemelő képességet is javítja a részletek mellőzésével, vagy a részletek szerepének, fontosságának csökkentésével. A módszer fokozza a tanulói aktivitást, kreativitást, tanulói önállóságot. A modellépítés során érvényesül a valóság törvényeinek közvetett módszer segítségével történő visszatükröződése, a törvények, szabályok felfedezése. A modellezés további célja a tanulók önértékelé-

sének fejlesztése, alakítása, valamint az objektív, kritikai észrevételek megfogalmazásának tanulása, alkalmazása.

2.2. Modellépítés tervezése

A modellezés tervezése során elsődlegesen azzal kell tisztában lennünk, hogy melyek a modellezés folyamatának egyes lépései, egymást követő fázisai. Makádi Mariann (2009) szerint ezek a következők:

1. lexikai szakasz: a rendszer határait, változóit kell megtalálni, értelmezni
2. feltáró szakasz: a rendszer változói közötti kapcsolatok feltárása, értelmezése
3. modellező szakasz: modellalkotás (felhasználva a meglévő ismereteket), modellalkotás (új információ létrehozása)
4. elemző szakasz: a modell érvényességének értelmezése

Ezt a logikai sort követve a modellezés konkrét folyamata a gyakorlatban:

1. A munka tervezése
2. A modellépítés bevezetése
3. Hipotézisalkotás
4. Alapkísérletek elvégzése
5. Modellépítés
6. Összegzés, prezentáció
7. Értékelés

Ezek a fő munkafázisok különböző programelemeket tartalmaznak:

1. Résztvevők kiválasztása
2. Személyiségfejlesztés
3. Szakirodalom tanulmányozása, értelmezése
4. Csoportalkotás
5. Munkaterv és ütemterv készítése
6. Az elméleti ismeretek alapján hipotézis alkotása
7. Struktúra-funkció elemzés alapján magyarázatok kialakítása
8. Vizsgálatok, alapkísérletek végzése
9. Tapasztalatok gyűjtése
10. Ábrák, fényképek, videók készítése
11. Modell tervezése, matematikai értelmezése
12. Anyagok, eszközök beszerzése
13. Modelltervek rögzítése
14. Modell készítése

15. Modell kipróbálása, eredményességének vizsgálata
16. Prezentáció előkészítése
17. Prezentáció esetleg poszter készítés
18. Önértékelés, csoportértékelés, mentor értékelés
19. Összegzés

A modellezés különböző szervezési módban és munkaformában valósulhat meg:

1. Pszichológus dolgozik együtt a csoporttagokkal a személyiségfejlesztés terén
2. A szakirodalom gyűjtése egyénileg történik
3. A szakmai felkészítést előadások is segíthetik (külső szakemberek)
4. Munkaterv, ütemterv készítése közösen
5. Az alapkísérleteket az iskolában végzik a tanulók
6. A modell építésében saját ütemben a munkatervnek megfelelően a tanulók egyénileg haladnak, tanári mentorálás mellett
7. Az egyéni ütem nem zavarja a többi résztvevő munka ütemét, fejlődését
8. Az egyéni fejlődés folyamatosan biztosított
9. Értékelés biztosítása
10. A hibák elfogadása
11. Az értékelések biztosítják a tanuló fejlődését

Ennek a munkaformának a résztvevői:

1. Tanulók
2. Tanárok, mint mentor
3. Diákmentorok
4. Külső szakemberek
5. Önkéntesek
6. Szülők (ha szükséges)

A modellezést rendszeresen alkalmazva olyan stratégiának tekinthetjük, amely különböző módszerek együtteseként valósul meg:

1. Személyiségvizsgálat, tanulás iránti attitűd vizsgálat, kognitív képesség vizsgálat
2. Képességek tanításának-tanulásának módszere
3. Dialogikus módszerek
4. Előadás, megbeszélés, vita, önálló tevékenység, konzultáció, magyarázat

5. Folyamatos kommunikáció, dokumentálás
6. Megfigyelés tanári segítséggel, vagy önállóan
7. Tanulói kísérletek, eszközhasználat
8. Induktív és deduktív módszerek
9. Alkalmazás, rendszerezés, rögzítés
10. Kérdezés, szemléltetés
11. Kutatói gondolkodásmód kialakítása
12. Receptív, reprodukív és heurisztikus módszerek megjelenése a természettudományi kompetencia fejlettségnek, személyiségnek a függvényében
13. Kutató jellegű módszerek erősítése
14. Alkotó alkalmazás kialakítása
15. Csoport munka
16. Konstruktivista pedagógia módszerének erősítése
17. Az értékelés különböző szintjeinek alkalmazása

A kiemelt fejlesztendő területek a következők:

1. Szociális kompetencia
2. Természettudományi kompetencia
3. Digitális kompetencia
4. Matematikai kompetencia
5. Tanulás tanulása
6. Folyamatos motiváció
7. Képességek tanítása, ahol a fogalomalkotás, gondolkodás fejlesztése, probléma felvetés tanítása, kezdeményezőkézség, döntésképeség kialakítása fontos
8. Személyiségfejlesztés
9. Kommunikáció

A modellezés alkalmával a kompetencia alapú oktatást helyezzük középpontba, amely a képességek, készségek fejlesztését, az alkalmazóképes tudást emeli ki, és ami lehetővé teszi, hogy a kompetenciák együtt jelenjenek meg, alkalmazásuk életszerű keretet, értelmet adjon a tanulók számára. A munka során lényeges szerepet kap azon kompetenciák fejlesztése is, amelyek nemcsak a természettudományhoz köthetők, hanem sokféle élethelyzetben is felhasználhatók (tanulás tanulása, együttműködés képessége, problémamegoldó képesség, a kreativitás). A tevékenység során a tanulók személyisége fejlődik, változik, természettudományos szemléletük for-

málódik és nő a szociális alkalmazkodóképességük is. Erre szükségük is van a mai gazdasági, technológiai, társadalmi változások közepette, mivel a fokozott verseny és a változó munkaerőpiaci helyzet szükségessé teszi a megfelelő alkalmazkodóképességet és a kiváló, jól alkalmazható szakmai tudást. Ez utóbbi nem egyszerűen lexikai ismereteket jelent, hanem egy olyan alkalmazásképes tudást, amit a modellépítés mint folyamat is jól fejleszt.

2.3. Modellépítés a gyakorlatban

Az alábbiakban a modellezés folyamatának konkrét gyakorlatát, az annak során felmerülő kivitelezési, fejlesztési és folyamatbeli elemeket, problémákat mutatjuk be, amelyek az alkalmazás során merültek fel. Így példát mutatunk arra is, hogyan illeszthető be ez a tevékenység az iskolai oktatás folyamatába.

A diákokat nagyon sok információ éri a környezetükben. A probléma ott jelentkezik, hogyan tudja a tanuló ezt a megnövekedett mennyiségű ismeretet összerendezni, értelmezni és megtanulni. A tanulónak el kell jutni az önálló tanulás igényéhez, képesnek kell lennie az információk közötti szelektálásra, lényegkiemelésre. A modellezés tevékenységei között a hipotézis megfogalmazása és szakirodalom gyűjtése után önálló tervezés, kivitelezés és összegzés következik, melyben az előzőekben megfogalmazott rendszerezést, lényeglátást valamint a célokban megjelenített kompetenciákat is erősítjük.

Mivel a modellépítés során minden tanuló különböző képességi szintről indul, különböző fejlődési ütemben halad, és más-más szintre fog elérni. Ez a tény a résztvevők differenciált fejlesztését teszi szükségessé, amelyre a modellezés kiváló lehetőséget biztosít.

A programban jelentős szerepet kap a folyamatos értékelés, önértékelés, tanári értékelés valamint tanulótárs értékelése is

A kommunikáció alapvető célja a modellépítés során a tájékoztatás az elvégzendő feladatokról, az elkészült dokumentumokról, a tapasztalatokról, változásokról, eredményekről, fejlődésről. A kommunikáció megjelenik a munka során, belső tájékoztatásként a csoport tagjai között, mentorok és tanulók között, valamint a munka végén is. Ez utóbbi a csoporton belül és külső emberek bevonásával is megvalósulhat. A munka eredményessége valamint a fejlődés szempontjából lényeges az állandó információcsere a résztvevők között. A kommunikáció egyik formája a munka eredményé-

nek publikálása, ami egyrészt tájékoztatás a külső érdeklődőnek, másrészt tanulási és információszerzési lehetőség a tanulók számára. Lényeges motiváló erő, továbblépést biztosító lehetőség a diákoknak az, ha meghallgatják őket, megdicsérik, kiemelik a végzett munkájukat, és annak fontosságát. A bemutatott tevékenység minta lehet más tanulók számára, míg ösztönző, fejlődést biztosító a résztvevőknek. Erősíti az önbizalmat, és folyamatosan fenntartja az érdeklődést. amit megerősíthetünk azzal, ha folyamatosan tudatosítjuk és hangsúlyozzuk a résztvevőkben a modellezés mint program melletti elkötelezettséget.

A munka során a tanulók saját jegyzőkönyvet készítenek, a többi résztvevővel szóban tartják a kapcsolatot, valamint az internet is lehetőséget ad a kapcsolat kialakítására, folyamatoságára.

A munka végén a kommunikáció mind szóban, mind írásban megjelenhet. A szóbeli, a prezentáció, zárása a tevékenységnek. A prezentációt megelőzi az összegzés, amit a résztvevők külön-külön oldanak meg mentorukkal. Ezt követően minden modellépítő megadott időkeretben prezentálja az elvégzett munkáját. A szóbeliséget kiegészíti egy PowerPoint-tal készült előadás, amit a folyamat során készített képi anyagból, videóból állítanak össze a tanulók. Nagyon lényeges, hogy a tanulók modelljeit beépítsük az iskolai oktatás szemléltetésébe is. Így további lehetőség nyílik a modell értelmezésére, továbbadásra, ismeretközlésre.

A prezentáció mellett írásbeli kommunikációt is alkalmazhatunk. Ide sorolható az iskolai biológia faliújságon történő információközlés az aktuális állapotról. Ezt a résztvevő tanulók szerkeszthetik egy adott tanuló koordinálásával mellett.

A munka végén az iskolaújságban tervezhető az összefoglaló megjelenítése. Ezt az összegzést a gyerekek egy tanuló irányításával a prezentáció anyaga alapján állítják össze, aki az iskolaújság szerkesztőjével tartja a kapcsolatot.

Fontos, hogy a kommunikáció. hiteles (kongruens), folyamatos, hatásos és személyes legyen. Folyamatos jelenléte lehetőséget ad a személyiségjegyek fejlesztésére (önismeret, önbizalom, tanulás tanulása). Jó gyakorlati lehetőség, módszer a gátlások, lámpaláz leküzdésére és erősíti a másféle gondolkodás és látásmód elfogadását is. A hatásos kommunikációban segít a környezet, ami a résztvevők igényeinek megfelelő jelek közös használatában, a közös nyelv, és szaknyelv fejlődésében kódolódik.

A szakmai kommunikáció jelentős formája a poszterbemutató. A gyorsuló világban egyre több információt, egyre rövidebb idő alatt, egyre tömörebb formában kell közölni. A jó poszter segítség nélkül 2–3 perc alatt áttekinthető, megérthető. A tartalom mellett fontos az esztétikus megjelenítés. A poszterkészítés célja, hogy felhívja a figyelmet a munkára, a kutatásra, a konkrét vizsgálatra, a kapott eredményekre, a jövőre vonatkozó kutatási tervekre, nem célja a magyarázat. Erre szolgál a prezentáció. A poszterkiállítás megnyitóján ennek ellenére célszerű beiktatni egy rövid magyarázatot a jelenlévők számára.

Konkrét példa (60 óra):

1. A munka tervezése, bevezetése (16 óra)
 - a) Tanulói kompetenciák
 - b) Személyiségvizsgálat
 - c) Képességvizsgálat
 - d) Csoportalkotás, munkaterv készítés
 - e) Egyéni ütemtervek egyeztetése, elfogadása
 - f) Modellépítés elmélete
 - g) Szakirodalom értelmezése
 - h) Modell tervek bemutatása
2. Alapkísérletek végzése, megfigyelések (8 óra)
 - a) Kísérletek végzése
 - b) Összehasonlítás
 - c) Hipotézis alkotás
 - d) Eddigi tapasztalatok értelmezése
3. Modellépítés (25 óra)
 - a) Modelltervek pontosítása
 - b) Modellek matematikai leképezése, mérettervezés
 - c) Szükséges anyagok, eszközök tervezése
 - d) Modellépítés egyéni ütemterv alapján
 - e) Modellek kipróbálása
4. Összegzés, prezentáció, értékelés (11 óra)
 - a) Prezentáció előkészítése
 - b) ppt. készítés
 - c) Poszter készítés
 - d) Modellek bemutatása, prezentálás
 - e) Értékelés

Felhasznált irodalom

- Kacsur István (1989): *A biológia tanítása*. Tankönyvkiadó, Budapest.
Makádi Mariann (2009): *A kompetenciaalapú pedagógia lehetőségei a tanítási-tanulási folyamatban*. Mozaik Kiadó, Szeged.

Ajánlott irodalom

- Makádi Mariann (2013): *Tanulási-tanítási technikák a földrajztanításban*. ELTE, Budapest.
Pokorádi László (2008): *Rendszerek és folyamatok modellezése*. Campus Kiadó Debrecen.
Revákné Markóczi Ibolya & Futóné Monori Edit-Balogh László (2010): *Tehetségfejlesztés a biológiatudományban*. MATEHETSZ, Budapest.

3. FEJEZET

Kísérletek a biológiatanításban

Futóné Monori Edit

3.1. Logikai gondolkodás kialakítása kísérletsorozattal

A tanulók gondolkodásának, ok-okozati összefüggések megláttatásának kiváló módszeregyüttese annak a kísérletsorozatnak az elvégzése, amelynek egyes vizsgálatait az előző kísérlet elvégzésekor felmerülő nyitott kérdések megválaszolására szolgálnak. Így egy adott probléma széles körben történő feltárására, a legapróbb részletek átgondolására nyílik lehetőség.

Ez a módszer fakultációs foglalkozásokon, verseny-előkészítőkön, vetélkedők összeállítása során, valamint projektek tervezése esetén használható a leghatékonyabban.

A kísérletsorozat megadott elemekből áll, de a megjelölt útvonal pontjai a tanulók javaslatai alapján cserélhetők, kihagyhatók. A tanulók életkora, ismeretei meghatározhatják az elvégzendő feladatokat és ők állítják össze a kísérletsorozat lépéseit. A kezdő lépésben a tanár mint mentor lényeges szerepet tölt be. Értelmezni kell, milyen előzetes ismeretei vannak a tanulóknak, ami lehetőséget biztosít a vizsgálatra, a tapasztalatok önálló értelmezésére, a továbblépés biztosítására. A kísérletek lehetnek érdekesek, így motiválóak, de ha csak ezt a szerepet töltik be, és hiányzik a szakmai magyarázat, nem biztosítják a tanulók szakmai fejlődését, a továbblépés lehetőségét. Így a diákok elbizonytalanodnak, csökken a kreativitásuk és az érdeklődésük. Fontos a fokozatosság betartása, figyelembe véve a tanulók érdeklődését, kognitív képességeit. A logikai kísérletsorozat elvégzése feltételezi a tanulók magasabb szintű kognitív képességeit, készségeit.

A kísérletsorozat mint módszer rövidebb gondolatsorral, kevesebb kísérlet tervezésével gyakorolható. A tanórai kísérletek segítik a tapasztalatok gyűjtését, növelik az ismeretanyagot, lehetőséget biztosítanak a kognitív képességek fejlődésének. A már említett IBL módszer is használható a kísérleti eredményesség javítására. Lényeges, hogy az életkori sajátossá-

goknak megfelelő értékű (megvalósítható, de kihívást jelentő) kísérleteket tervezzünk. Nem kell bonyolult kísérletet alkalmazni, legyen az a környezetben felhasználható, értelmezhető, a tanulói fejlődését biztosító tevékenység. Nem lehet magyarázat nélkül hagyni egy elvégzett vizsgálatot sem, a magyarázat érthető és fejleszthető legyen. Minden esetben biztosítani kell a mentornak a tanulói fejlődést, lehetőséget kell adni a tanuló következő gondolatának megjelenéséhez, az újabb probléma megfogalmazásának. Kerülni kell a tévképzetek kialakulását is. Ezt precíz munka, értelmezés, helyes kérdések megfogalmazása révén tehetjük meg. Fontos a kommunikáció folyamatossága a vizsgálatok során. A kérdések vagy válaszok újabb gondolatot, problémát kell, hogy a felszínre hozzanak. Így a tanulók önállósága, bátorsága, önértékelése is fejleszthető.

3.2. Kísérletsorozat bemutatása

A következőkben egy kísérletsorozat általános ütemtervét mutatjuk be, amelyek egyes tagjai az előző kísérletből származó újabb probléma megoldását szolgálják.

A kísérletsorozat ütemterve:

1. A cím meghatározása. A csoport közösen kiválasztja az érdeklődésének megfelelő témát. Ehhez címet rendel. A téma kiválasztása során lehet alkalmazkodni az adott verseny feladataihoz, tematikájához. A tanulók érdeklődése, gondolatai, hipotézisei is irányíthatják a téma-választást.
2. Ötletbörze. Információ és kísérleti ötletek gyűjtése a kiválasztott témához. A tanulók saját ötleteiket, véleményüket mondhatják el. Ebben a részben nem minősítik a felvetett gondolatot. Minden ötletet feljegyeznek egymás után. Fontos, hogy minden tanuló fogalmazza meg a kívánságát, ötleteit a témakörben. Minél több ötlet születik, annál jobb feladatsor alakulhat ki.
3. Ötletek összesítése. Ebben a részben az összegyűjtött információkból, kísérletekből kell kiválasztani azt, ami kivitelezhető, időben elvégezhető, érdekes, fejlődést biztosító, a feltett hipotézisre választ adó.
4. Logikai sorrend kialakítása a gyűjtött és elfogadott ismeretek között. Mentori segítséggel a gondolat logikai sorrendiségének megtervezése.
5. A kísérletek kiemelése. az elvégezhető kísérletek beépítése a gondolatba.

6. Ütemterv készítése
7. Eszköz és anyag igény tervezése
8. Megvalósítás
9. Értékelés
10. Tovább lépés kialakítása

3.3. Egy kiválasztott téma feldolgozása kísérletsorozattal

Burgonyabogár (*Leptinotarsa decemlineata*) – Burgonya (*Solanum tuberosum*)

A gondolatsort érdemes a feladat egyik névadójával kezdeni. A megfelelő időszak kiválasztása kedvez az élőlény begyűjtéséhez, vizsgálatához.

1. Burgonyabogár

- a) Rendszerezés: az élőlény meghatározása határozó segítségével.
- b) Ökológiai jellemzők (elterjedés, életmód, tápláléklánc, migráció).
- c) Testfelépítés: ezt a részt fontos, hogy megfigyelés, vizsgálat alapján végezze a tanuló. A pontos szakmai ismeretet a megfelelő szakirodalom előzetes tanulmányozása, használata biztosítja. Szükséges a vizsgálat, kísérlet közben ábrát, magyarázó rajzokat önállóan készíteni. *Vizsgálat*: az állat morfológiai vizsgálata (testtájak, szárnyak, lábak szerkezete és kapcsolódása, szájszerv, csáp, szem), az állat boncolása (belső testfelépítés értelmezése), mikroszkópi megfigyelés (szájszerv, szem, szárny, láb), pete vizsgálata a levélen.
- d) Szaporodás, egyedfejlődés: lényeges a két fogalom elkülönítése és értelmezése. Ennél a feladat résznél is érdemes ábrát, rajzot készíteni.
- e) A burgonyabogár Európában való megjelenése.
- f) A burgonyabogár elterjedésének a gondolata vezet el a migráció jelenséghez.

2. Migráció

a) endemikus fajok

A fogalom értelmezése után néhány élőlény bemutatása történhet meg. Érdemes az iskolához közeli terület élőlényeit példaként megbeszélni. Több szempontból eredményes ez a választás. Jó, ha a környezet

élőlényeit megismerik a tanulók, tudják, milyen élőlények az őshonosak, mit kell védeniük és miért.

b) invazív fajok

Ezt a fogalmat kapcsolni kell az értelmezés közben az előző fogalomhoz. Itt is célszerű vagy ismert fajt vagy jellemző fajt bemutatni. Fontos az invazív fajok terjedésének az okát is értelmezni.

c) tápláléklánc

Hogyan változhat meg a tápláléklánc, táplálékhálózat az invazív fajok megjelenésével? Példák bemutatásával értelmezhetjük.

d) *modell* készítése vagy használata

Például idő függvényében az egyedszám vizsgálata. Grafikon készítése a megfigyelés alapján. Mitől függ az egyedszáma a populációnak? Milyen stratégia jellemzi a populációt? Miért? Számítógépes program, modell készítése a vizsgálat eredményei alapján.

Hol él a burgonyabogár? Miért? Vizsgáljuk meg a burgonyanövényt!

3. Burgonya

a) rendszerezés:

Növény azonosítása vagy növény határozása határozó segítségével.

b) ökológiai jellemzők (elterjedés, életmód, tűrőképesség, környezeti igény)

c) testfelépítés

Vegetatív és reprodukív szervek azonosítása, megfigyelése. A testfelépítési ismeretek segítenek a határozás menetében. Készíthető rajz az adott szerv felépítéséről. Mi a szerepe a földalatti módosult szárnak?

d) szaporodás, egyedfejlődés

Nemzedékváltkozás, kettős megtermékenyítés folyamatának részletes értelmezése. Magyarázó rajzok, folyamatok segítik a pontos megértést.

e) felhasználása, feldolgozása, gyógyhatása

Feladat: Burgonyát felhasználó ételreceptek gyűjtése, amelyek egészségesek. A gyűjtött receptek felülvizsgálata az egészséges életmód jegyében. Cél az egészségmegőrzés.

f) külső koncentráció

Hol, milyen és mennyi burgonyát termelnek Magyarországon? Hogyan történik a burgonya termesztése, nemesítése?

g) parazitái: vírusok, baktériumok, gombák

h) parazitizmus

Modell készítése: Adott parazita modellezése, a parazita élőlény szaporodásának üteme.

Problémafeladat: Milyen ötletek vannak a kártevő élőlény megszüntetésére? Mi lehet az eredményes megoldás, miért? Mi az előnye, vagy hátránya az ötleteknek? Miért?

A növény további vizsgálata, a földalatti módosult szár részletesebb elemzése. Fontos, hogy a tanulók a hétköznapi életben használt növényi részt szakmailag is megismerjék részletesebben.

4. A burgonyagumó tápanyagtartalma

- a) *kísérlet:* nedves és száraz körülmények között tartott gumó vizsgálata
Megadott, megmért gumók vizsgálata meghatározott nedvességtartalomban. Az adatok pontos rögzítése mellett grafikont kell készíteni és a tapasztalatok alapján értelmezni az eredményt. Célszerű a gumók tömegét mérni, ez az adatsor pontosabb következtetéseket tesz lehetővé.
- b) *kísérlet:* csíra vizsgálata
A feladat elvégzéséhez szükséges a gumó előkészítése a csíra képződéséhez. A csírából metszetet kell készíteni, *fénymikroszkóppal* vizsgálni. Érdekes több napon keresztül ugyanakkor a gumónak a vegetatív kezdeményeit vizsgálni. Így a változást is nyomon lehet követni a fénymikroszkópi keresztmetszet alapján. Minden tanulónak legyen külön burgonyagumója, így több adathoz juthatnak, ami tovább javíthatja az eredményt, valós értékeléshez juthatnak. Fontos, hogy észrevegyék és értsék a különbségeket a mérés és vizsgálat során.
- c) *kísérlet:* keményítő mikroszkópi és kémcső vizsgálata
A vizsgált gumó felhasználásával kenetet készíthetünk, amit fénymikroszkóppal vizsgálhatunk. A vizsgálatot célszerű először Lugol-oldattal festés nélkül végezni. Így vizsgálhatók és értelmezhetők a különböző méretű keményítőszemcsék. Érdekes a mikroszavár használata mellett vizsgálni a keményítőszemcséket. Minden mikroszkópi vizsgálatot a vizsgált nagyításnak megfelelően le kell rajzolni és magyarázó szöveggel ellátni. A fénymikroszkópi vizsgálat második lépése a Lugol-oldattal történő festés, majd vizsgálat. Ennek a tapasztalatnak a felhasználásával tudjuk a keményítő jelenlétét bizonyítani. Érdekes keményítőmentes lemezt is megfesteni Lugol-oldattal és összehasonlítani a keményítőtartalmú lemezzel. Így rögzül a keményítő kimutatása, valamint a Lugol-oldat színreakciója is tudatosul. A

pontos értelmezéshez, magyarázathoz nélkülözhetetlen a keményítő részletes szerkezetének és a Lugol oldat összetételének ismerete.

Miért fontos megismerni a keményítő molekulát? Ez az összekötő gondolat.

5. Keményítő biológiai szerepe

- a) Hol keressünk keményítőt a környezetünkben? Milyen élőlények tartalmaznak keményítőt? Miért? Mi a magyarázata, hogy a növények keményítőt raktároznak és nem glükózt?
- b) *kísérlet*: a begyűjtött biológiai anyagokból keményítő kimutatás
Minden begyűjtött növényt vizsgáljunk meg, készítsünk jegyzőkönyvet a tapasztalat alapján. A begyűjtött növények minden szervét vizsgáljuk meg keresztmetszet, kenet vagy egyéb preparálás után. Ezzel azt is megtudjuk, hogy a növény hol raktározza a keményítőt. Következtethetünk a raktározás fontosságára és szerepére.
- c) *problémafeladat*: Hasonlítsd össze a keményítő és olaj tulajdonságait! Értelmezd a két vegyületet, mint tartaléktápanyagot! Miért van jelen mind a kettő mint tartaléktápanyag a növényvilágban? Mi a különbség a két tartaléktápanyag felhasználása között?

Hogyan jut az emberi szervezetbe a keményítő? Miért fontos az ember számára a növényi keményítő? Hogyan használja fel?

6. Keményítő az emberi szervezetben

- a) *kísérlet*: *nyálamiláz vizsgálata*
A kísérlet elvégezhető a hőmérséklet, pH és enzimkoncentráció-változtatás függvényében. A változtatni kívánt tényező kiválasztását érdemes a tanulókra bízni. A praktikumokban leírt recept alapján, vagy a tanulók által kialakított recept alapján végezhető a kísérlet. A módszereket mindig a tanulók felkészültsége és tapasztalata alapján választhatjuk. A kísérlet tapasztalatait a tanulók folyamatosan rögzítsék és magyarázzák.
- b) *kísérlet*: különböző enzimek hatása a keményítőoldatra
A kísérlet alkalmas az enzimek szubsztrát-specifikusságának bizonyítására, értelmezésére.

c) *problémafeladat: Elméleti kísérlet.*

A megjelölt keményítő nyomon követése az emberi szervezetben. Mivel jelölhetjük meg a keményítőt? Hogyan követhetjük a megjelölt keményítőt? Az útvonal leírása az emberi szervezetben. Értelmezd a változásokat, folyamatokat! Hol halmozódik fel a megjelölt anyag? Hol használódik fel? Miért? Hogyan? Hogyan kerül ki a szervezetből, milyen formában?

Milyen enzimek működnek az emberi szervezetben? Hol és hogyan működnek? Milyen állati és növényi enzimeket ismerünk?

7. Enzim vizsgálatok

- a) *kísérlet:* A szertári eszközök, anyagok felhasználásával végezzünk növényi vagy állati enzim vizsgálatot. Hasonlítsuk össze a vizsgálatot, tapasztalatot és eredményt az eddigi eredményekkel! Adott enzim vizsgálata megadott szempont szerint, adatok gyűjtése.
- b) *grafikon készítése* a vizsgálat adataiból.
- c) Sejten belül ható enzim vizsgálata. *Kísérlet:* fotoszintézis vizsgálata különböző hőmérsékleten. Célszerű vízi növényt használni a vizsgálathoz.

Hol játszódik le a vizsgált fotoszintézis? Melyik sejtalkotó jelenléte szükséges eukarióta sejt esetén a folyamathoz?

8. Zöld színtest vizsgálata

- a) *vizsgálat:* A mohanövény levélszerű képződményének fénymikroszkópos vizsgálata. Preparálás nélkül vizsgálhatjuk a sejteket, mivel a levélszerű képződmény egy sejtrétegű. A sejtekben a vizsgálat során értelmezhető a zöld színtest morfológiája, száma, elhelyezkedése. Ha van rá lehetőség, vizsgáljuk meg zárvatermő növény levelét is. Hasonlítsuk össze a két különböző szerveződési szintű élőlény zöld színtestének tulajdonságait! A megfigyelés alapján készíteni kell mikroszkópi rajzot és sematikus ábrát.
- b) *kísérlet:* kromatográfia
Színanyagok szétválasztása papírkromatográfiával. Ez a kísérlet főként a középiskolás korosztálynak javasolt.

További példák:

1. Víz vizsgálata: 9. évfolyam
(különböző vízminták fizikai, kémiai vizsgálata, élőlényeknek megfigyelése, elemzése, iszapvizsgálat, papucsállatka tenyészet, mozgásformák vizsgálata, vízszennyezés hatásai, adott ionok felhalmozódása és veszélyei, környezet- és természetvédelem, vízkörforgás, víztisztítás)
2. Szikések – Hortobágy: 11. évfolyam
(élettelen környezeti tényezők, talaj összetételének vizsgálata, víztartó képességének vizsgálata, szikes vizek vizsgálata, élőlények alkalmazkodása a sótartalomhoz, vízhiányhoz, védett növények, Hortobágy állatvilága, hogyan alakult ki a szikes talaj, fajmegőrző program a Hortobágyon)
3. Haszonnövények: 7. évfolyam
(növényazonosítás, növényhatározás, növény ökológiája, migráció, magvak csírázása, testfelépítés vizsgálata, szaporodás, egyedfejlődés, tápanyag kimutatása kísérlettel, a növény felhasználása, ételek készítése, receptek készítése, ember élelmezés, gluténérzékenység)
4. Egysejtűek vizsgálata: 6. évfolyam
(tenyészetek készítése, sejtek morfológiájának vizsgálata, sejtek mozgásának vizsgálata, rajzok készítése, vizek öntisztítása, különböző életmódok összehasonlítása)

3.4. Vízfelvétellel kapcsolatos kísérletek

A növények vízfelvétele mind az általános iskolában, mind a középiskolában része a biológia tantárgyi követelményrendszernek. A tanulók eltérő életkori sajátosságai miatt azonban másképp közelítünk a problémához a 11–12 éves és másképp a 15–16 éves tanulók esetében. Erre mutatunk példát az alábbiakban a növényi vízfelvételt bizonyító kísérletek vonatkozásában.

A kísérletezés célja:

1. A természettudományi kompetencia (kísérleti módszerek elsajátítása, elméleti szakmai ismeret kialakítása, szakirodalom megismerése) fejlesztése
2. A matematikai kompetencia (mérési adatok gyűjtése, rögzítése, grafikonok szerkesztése) fejlesztése

3. Kommunikáció (csoportmunka kialakítása, jegyzőkönyv vezetése, szakirodalom értelmezése) fejlesztése
4. Tanulás tanulása (tanulási módszerek megismerése, új módszerek megtanulása) kialakítása
5. Szociális kompetencia (csoportok kialakítása, csoportmunka, önállóság kialakítása)

Téma meghatározása: A víz és a növény kapcsolata

Kiindulás:

1. Miért szükséges a növény számára a víz?
2. A növények hogyan tudják a vizet felvenni?
3. Mikor van szüksége a növénynek vízre?
4. Hogyan tudjuk a hipotéziseket bizonyítani?
5. Milyen tapasztalataink vannak a növények víz felvételével kapcsolatban?
6. Milyen kísérletekkel lehet igazolni az állításokat?

Kísérlet tervezése:

1. A témakör szakmai előkészítése
2. Kísérlethez szükséges anyagok, eszközök tervezése.
3. Balesetvédelem, természetvédelem figyelembe vétele, értelmezése.
4. Szükség esetén az anyagok beszerzése, eszközök elkészítése.
5. A kísérlet ütemtervének tervezése.
6. Kísérlet.
7. Jegyzőkönyvvezetés, hiteles adatok gyűjtése, dokumentálása.
8. Megfelelő számú vizsgálat elvégzése. Az eredeti tervek átírása, ha szükséges.
9. Eredmények értékelése, grafikonok készítése, számolások elkészítése.
10. Szakirodalom és a kapott eredmény összehasonlítása, magyarázata.

Felső tagozatos csoportok részére: *Csírázás vizsgálata*

A munkát 3–3 fős csoportokban javasolt végezni. A csoportok végezhetik ugyanazt a mérést, vagy különböző tényezőket vizsgálhatnak.

A témához kapcsolódó kísérleti ötletek:

1. Különböző növényi magvak csírázásának vizsgálata ugyanolyan körülmények között.

2. Idő függvényében adott növényi magok csírázásának vizsgálata, adott víz mennyiség hatására (méret, tömeg változása).
3. Adott növényi magvak csírázásának vizsgálata különböző vízmenyiség függvényében.
4. Adott növényi magvak csírázásának vizsgálata különböző hőmérséklet függvényében.
5. Adott növényi magvak csírázásának vizsgálata különböző fényintenzitás függvényében.
6. Csírázás gátlásának lehetőségei.
7. A vetésmélység hatásának vizsgálata.
8. A vetésmélység és a magméret összefüggésének vizsgálata.

A feladatlap javasolt kérdései:

1. Meddig csírázóképes a kukorica és a napraforgó termése? Miért?
2. Hogyan magyarázható a magvak vízfelvételének sebessége az idő függvényében?
3. Miért fontos a maghéj felrepedése?
4. Honnan került hazánkba a kukoricanövény?
5. Mire használják fel a kukoricanövényt?
6. Mi a magyarázata a természetes csírázás gátlásnak?
7. Mi a legfontosabb csírázás külső feltétele? Mivel bizonyíthatod?

Középiskolás csoportok részére: *Zárva termő növények vízfelvétele*

Javasolt vizsgálatok:

1. Magvak vízfelvételének hatása:
 - a) makroszkopikus vizsgálatok, mérések,
 - b) mikroszkopikus vizsgálatok, mérések,
 - c) különböző növényi magvak csírázásának összehasonlítása különböző szempontok alapján (csírázás külső és belső feltételeinek vizsgálata),
 - d) magvak vízfelvételi sebességének vizsgálata,
 - e) csírázási optimum megfigyelése,
 - f) csírázás gátlásának értelmezése,
 - g) magvak tartaléktápanyagainak kimutatása, összehasonlítása,
 - h) sziklevek vizsgálata.

2. Zárwatermő növényi gyökerek szerkezetének elemzése, összehasonlítása
3. Zárwatermő növényi gyökér szövettani vizsgálata
4. Gyökérszőrök szerkezetének, működésének vizsgálata
5. Mohák és zárwatermők vízfelvételének összehasonlítása
6. Zárwatermő növények vízfelvételének mechanizmusa
7. Ozmózis vizsgálata

Vizsgálatok lépései:

1. Hipotézis alkotása
2. Kísérlet tervezése, elvégzése
3. Tapasztalatok rögzítése
4. Magyarázat, eredmények
5. Értékelés, továbblépés biztosítása
6. Feladatlap javasolt kérdései:
 - a) Melyik növénycsoportban alakul ki először a gyökér?
 - b) Mi a szerepe a gyökérnek?
 - c) Értelmezd a zárwatermő növény gyökerének szöveti felépítését!
 - d) A vizsgált növénynek jellemezd a gyökerét!
 - e) Hol található a gyökérszőr?
 - f) Milyen növények esetén hiányzik a gyökérszőr? Mi a következménye?
 - g) Milyen mechanizmussal kerül be a növénybe a víz? Jellemezd!
 - h) Hogyan befolyásolható a növény vízfelvétele?
 - i) Magyarázd a gyökérszőr fogalmát!
 - j) A környezet hogyan befolyásolja az adott növény gyökerének felépítését? Miért? Példákon keresztül értelmezd!
 - k) Mohanövény és egy zárwatermő növény felépítésének összehasonlítása. A különbségek következményeit magyarázd!
 - l) Miért fontos a víz a növények számára?
 - m) Hol találunk vizet egy élő növényi szervezetben? Mi a szerepe?
 - n) Milyen jelentős különbségek vannak a növényi magvak felépítésében?
 - o) Mutasd be egy kiválasztott növényi mag csírázásának optimális feltételeit!

Vetésmélység vizsgálata:

1. Hipotézisalkotás:

A különböző növényi magvak ideális vetésmélysége különböző. A magvak mérete lényeges az optimális vetésmélység kialakításánál.

2. Kísérlet tervezése:

a) eszközök, anyagok tervezése: 20 cm mélységű láda, vagy virág-cserép, virágföld, vonalzó, táramérleg, 4 különböző növényi mag, ami különböző méretű (mák, búza, árpa, mustár, borsó, bab)

b) kísérlet menete: A növényi magvak tömegének és méreteinek meghatározása vonalzó és táramérleg segítségével. (A kisebb magvakból többet mérjünk meg és ebből számoljuk ki egy-egy mag átlagos méretét.) A láda aljára rétegezzünk 2 cm földet, erre szórjuk egy sorban a 4 különböző növény magját azonos mennyiségben (legalább 5 darab). A magvakra 5 cm földréteget tegyünk, majd erre ismét a megadott számú növényi magvak következnek a ládában kicsit eltolva az előző vetési sorhoz képest. Ismét 5 cm magas föld kerül a magvakra, erre ismét magvakat szórunk az előzőekhez hasonlóan. Ezen a szinten lévő magokra 2 cm magas földet rétegezzünk, ami a felszint jelenti. A felszínre is szórjuk ki a 4 féle növény megadott számú magját. Így tehát 4 szintet alakítottunk ki: felszín, 2 cm, 7 cm, 12 cm mélység. A 4 szint magjai a ládában különböző sorban helyezkednek el, ezért nem zavarják egymás fejlődését. A szükséges vizet a láda alsó nyílásain juttassuk be. 2–3 hétig figyeljük a változást, jegyezzük fel a tapasztalatokat. A kísérlet végén óvatosan emeljük ki a földet és vizsgáljuk meg az összes magot, értelmezzük és hasonlítsuk össze a változásokat. Foglaljuk táblázatba az eredményt.

3. Kísérlet végzése: A leírás alapján végezzük, jegyezzük fel a környezeti tényezők adatait, változásait is.

4. Eredmények, magyarázat: A szakirodalommal egyeztetjük a kapott eredményeket. Értelmezzük, magyarázzuk a tapasztalatokat. Értelmezzük a szakirodalomtól eltérő eredményt is.

5. Értékelés

6. Tovább lépés biztosítása: újabb kísérleti tervek (a vizsgált növényi magok szerkezeti vizsgálata)

7. Feladatlap készítése:

- a) Rendszerezd a vizsgált növényeket!
- b) Jellemezd a vizsgált növényi magvakat! Hogyan tudod megkülönböztetni a vizsgált magvakat?
- c) Milyen környezeti tényezőre kell figyelni a vizsgálat során? Miért?
- d) Miért lényeges a víz a kísérletben?
- e) Jelöld a magvak adatait a kísérlet kezdetén, a kísérlet végén!
- f) Hogyan befolyásolja a csírázást a talaj mélység változtatása? Miért?
- g) Milyen hibaforrást tapasztaltál a kísérlet során? Hogyan kerülnéd el a következő alkalommal?

További javaslat a növénytani vizsgálatokhoz:

1. Gyökér vizsgálata különböző növények esetén
2. Szár keresztmetszetének vizsgálata
3. Gázcsere nyílások szerkezetének és működésének vizsgálata
4. Levél keresztmetszetének vizsgálata
5. Növények ingermozgásainak vizsgálata
6. Szöveti vizsgálatok
7. Szövettenyésztés
8. Ozmózis növényi sejtek esetén
9. Fotoszintézis vizsgálata
10. Biológiai oxidáció vizsgálata
11. Kristályok vizsgálata

3.5. IBL módszer alkalmazása kísérletek tervezésében (Mikroszkópi vizsgálatok)

Az IBL ('inquiry-based learning/teaching') módszer pontos magyar fordítása nagyon nehéz a módszer összetettsége, jelentése miatt. Talán a legkifejezőbb a kutatásalapú tanulás/tanítás, amelynek során a tanulók lehetőséget kapnak a tudásalkotásra, az önálló tevékenységre, kutatásra is.

Mai környezetünk feltételezi a kreatív, szakmailag pontos, sokoldalú, interdiszciplináris gondolkodású, változásokhoz jól és könnyen alkalmazkodó munkaerőt. Így a tanároknak lényeges szerepe van a szakmai ismeretek, összefüggések prezentálása mellett a változásokhoz való alkalmazkodás, az egész életen át tartó tanulás kialakításában is.

A tanulók természettudományos ismereteinek hétköznapi életben való alkalmazása sajnos nem egyértelmű és hiányos. Nem megfelelő a problémamegoldó képességük és az önálló kutatáshoz szükséges kreativitásuk és kritikus gondolkodásuk sem. A tanulók nem tudják értelmezni a tanult információk és a környezetükben lejátszódó folyamatok közötti szoros összefüggéseket, ami a motiváció hiányához vezethet. Az IBL módszer elősegítheti ezeknek a hiányosságoknak a pótlását.

Szinte minden alkalommal elmondjuk, hogy ma kevés a természettudományos órák száma az iskolában. Ha a tanórák számát nem lehet növelni a mai tanulói terhelés mellett, a hatékonyságot, eredményességet igen. Ebben lényeges szerepe van az órát vezető tanárnak:

1. A tanárnak biztosítani kell a képességek, készségek kialakítását, amelyek segítenek a szakmai ismeretek közötti eligazodásban, ismeretek megtalálásában, rendszerezésében, logikus kapcsolatok kialakításában, lényeges elemek kiemelésében.
2. A tanárnak fontos szerepe van a motiválásban. Az órán megjelenő feladatok segítsék az ismeretek hétköznapi élettel való kapcsolatának kialakítását, megértését, szükségességét.
3. Szükséges a csoportmunka folyamatos jelenléte az oktatásban. Ezek a tanulói munkaformák biztosíthatják az együttműködés szabályainak tanulását, szociális készségek elsajátítását, az értékelés gyakorlását.
4. A megoldandó feladatok problémaérzékenyek legyenek, logikus gondolkodást feltételezzenek, és kihívást jelentsenek a tanulók számára. Az egyszerű feladatok, amelyek megoldása könnyen megtalálható a mai könnyen hozzáférhető információk között, nem motiváló, nem biztosítja a fejlődést.
5. Fontos a tanár mentoráló, értékelő, segítő szerepe is.
6. Folyamatos értékelést kell biztosítani az órákon, aminek számos előnye és eredménye lehet.
7. A tanulás tanulása kompetencia fejlesztése lényeges cél a tanórákon.
8. Jelentős a szerepe az interdiszciplináris gondolkodás fejlesztésének is (Nagyné, 2010).

Az IBL alkalmazás előnyei

1. Használható, alkalmazható tudás kialakítása.
2. Motivált, problémaérzékeny, önálló gondolkodású emberek megjelenése a munkaerőpiacon.

3. Kutatási készségek fejlődése, ami a folyamatos tanulást biztosíthatja.
4. A változó környezethez való alkalmazkodás biztosítása.
5. Kognitív kompetencia fejlesztése.
6. Interdiszciplináris gondolkodás kialakítása (*Korom, 2010*).

3.6. IBL módszer alkalmazása a gyakorlatban

A kutatás alapú oktatás (IBL) három típusának lényegét az 1. fejezetben elméletben már bemutattuk. Most példákkal szeretnénk illusztrálni, mit jelent ez a gyakorlatban.

A) Strukturált kutatás

Táptalajok készítése, különböző baktériumtenyészetek vizsgálata

Tanár feladata: Probléma felvetése, kijelölése. A szükséges anyagok, eszközök előkészítése, eljárások prezentálása, munka ütemtervének kidolgozása. Balesetvédelem. A feladat összegzésének értékelése, esetleges javítása. Értékelés, továbblépés biztosítása.

Tanulók feladata: A kísérlet során tapasztalatok összegyűjtése, magyarázata, összefüggések értelmezése. Értékelés.

Ütemterv:

1. Előzetes ismeretek összefoglalása (prokarióta-eukarióta összehasonlítása, baktériumok evolúciója, felépítése, morfológiája, baktériumok szaporodása és életmódja, baktériumok ökológiai jellemzői)
2. Probléma megfogalmazása (Milyen körülmények között élnek baktériumok? Miért képesek az eukarióták mellett ma is nagy számban fennmaradni?)
3. Kísérleti terv készítése
 - a) táptalaj készítése (agar-agar táptalaj)
 - b) tenyészetek létrehozása (például: bőrfelület vizsgálata különböző hatásokra, tantermi asztalok felületi vizsgálata, mosdók vizsgálata, foglepedék vizsgálata)
 - c) baktérium szaporodási ütemének vizsgálata
 - d) antiszeptikumok, antibiotikumok hatásának vizsgálata
4. Szükséges anyagok, eszközök előkészítése, biztosítása
5. Tapasztalatok rögzítése (adatok rögzítése, rajzok, fényképek, videók készítése)

6. Magyarázatok (grafikonok készítése, értelmezése, összefüggések logikus magyarázata, hétköznapi ismeretek magyarázatainak megjelenítése)
7. Értékelés
8. Feladatlap készítése és megoldása
 - a) tudománytörténeti jelentőség (baktériumok felfedezése, ellenük való védekezés, szerepük a környezetben)
 - b) baktériumok életmódja
 - c) baktériumok jellemző anyagcsere-folyamatai
 - d) ipari jelentőségük
9. Tovább lépés lehetősége

Algák vizsgálata

Tanár feladata: Probléma felvetése, kijelölése. A szükséges anyagok, eszközök előkészítése, eljárások prezentálása, munka ütemtervének kidolgozása. Balesetvédelem. A feladat összegzésének értékelése, esetleges javítása. Értékelés, tovább lépés biztosítása.

Tanulók feladata: A kísérlet során tapasztalatok összegyűjtése, magyarázata, összefüggések értelmezése. Értékelés.

Ütemterv

1. Előzetes ismeretek összefoglalása (prokarióta-eukarióta összehasonlítása, algák evolúciója, felépítése, morfológiája, zöld színtest szerepe, algák életmódja, algák ökológiai jellemzői)
2. Probléma megfogalmazása (Hol találkozhatunk algákkal természetes környezetben? Milyen a testszerveződési szintjük az algáknak? Hogyan lehet ezt vizsgálni? Miért különbözőek az algák? Mi a különbség oka? Mi a következménye a különböző felépítésnek?)
3. Kísérleti terv készítése
 - a) Vizek begyűjtése (akvárium víz, papucsállatka tenyészet, folyó- és patakvíz)
 - b) Fénymikroszkópos vizsgálat
4. Szükséges anyagok, eszközök előkészítése, biztosítása
5. Tapasztalatok rögzítése (adatok rögzítése, rajzok, fényképek, videók készítése)
6. Magyarázatok (grafikonok készítése, értelmezése, összefüggések logikus magyarázata, hétköznapi ismeretek magyarázatainak megjelenítése)

7. Értékelés
8. Feladatlap készítése és megoldása
 - a) Zöldszintest morfológiája és az algák határozása közötti összefüggés értelmezése!
 - b) Algák biológiai szerepének meghatározása
 - c) Milyen algafajok jelentek meg a mikroszkópi vizsgálatok során?
 - d) Hasonlítsd össze a különböző helyekről származó vizek algáit! Milyen összefüggést lehet találni a vizsgálatból?
9. Tovább lépés lehetősége

B) Irányított kutatás

Ozmózis vizsgálata különböző sejtek esetén

Tanár feladata: Probléma felvetése, kijelölése. A szükséges anyagok, eszközök biztosítása. Balesetvédelem. A feladat összegzésének értékelése, esetleges javítása. Értékelés.

Tanulók feladata: Az eljárások, munka menetének, ütemtervének a kidolgozása. A kísérleti tapasztalatok dokumentálása, magyarázata, összefüggések értelmezése. Értékelés. A tovább lépés kijelölése.

Ütemterv:

1. Előzetes ismeretek összefoglalása (membránok szerkezete, működése, membránmodellek értelmezése, izotóniás oldat/ hipertóniás oldat/ hipotóniás oldat hatása a sejtekre, ozmózisnyomás, turgornyomás)
2. Probléma megfogalmazása (Hogyan lehetne bizonyítani az ozmózis folyamatát? Mi a jelentősége az ozmózisnak? Lehet-e akadályozni?)
3. Kísérleti terv készítése: A tanulók feladata. (Néhány ötlet: papucsállatka lüktető üröcskéjének vizsgálata fénymikroszkóppal különböző koncentrációjú közegekben, plazmolízis vizsgálata, animáció készítése hemolízis bemutatására, celofán/disznóbél mint féligáteresztő hártya, burgonya méretének vizsgálata só hatására, hétköznapi ismeretek értelmezése)
4. Szükséges anyagok, eszközök előkészítése, biztosítása
5. Tapasztalatok rögzítése (adatok rögzítése, rajzok, fényképek, videók készítése)
6. Magyarázatok (grafikonok készítése, értelmezése, összefüggések logikus magyarázata, hétköznapi ismeretek magyarázatainak megjelenítése)

7. Értékelés
8. Feladatlap készítése és megoldása
 - a) Hol találkozhatasz a természetben ozmózissal?
 - b) Értelmezd az ozmózis jelentőségét az emberi szervezetben!
 - c) Milyen hormonok kapcsolhatók az emberi szervezetben a víz transzportjához? Értelmezd a folyamatot!
 - d) Energetikailag jellemezd az ozmózis folyamatát!
9. Tovább lépés lehetősége

C) Nyitott kutatás

Osztódás vizsgálata

Tanár feladata: Mentorálás. Értékelés, motiválás. A feladat végzéshez szükséges környezet biztosítása.

Tanulók feladata: Probléma megfogalmazása, hipotézis alkotása. Szükséges anyagok, eszközök, eljárások, munka fázisainak megtervezése. A tapasztalatok dokumentálása, magyarázata, összefüggések értelmezése, felhasználási lehetőségeinek feltárása. Értékelés. A további problémák megfogalmazása.

Lényeges, hogy az értelmezés, magyarázat feladat résznél is legyen fejlődés a három kutatási fokozat között!

Ütemterv:

1. Előzetes ismeretek összefoglalása (biokémiai ismeretek, sejtek felépítése, sejtmag és sejtközpont szerkezete, sejtosztódás célja, szükséges fogalmak)
2. Probléma megfogalmazása. Hipotézis alkotása. A tanuló feladata. (például: Lehet-e fénymikroszkóppal követni az osztódást? Milyen időtartam szükséges az adott sejtek osztódásához? Milyen különbségeket értelmezhetünk az osztódás során? Hogyan befolyásolhatjuk az osztódást?)
3. Kísérleti terv készítése: A tanulók feladata (a megfogalmazott probléma alapján kell kialakítani).
4. Szükséges anyagok, eszközök előkészítése, biztosítása. Tanuló feladata (javaslat: hagyma gyökércsúcs sejtjeinek vizsgálata, csíranövény tenyésztőkúp sejtjeinek vizsgálata, tulipán bimbós virágaiból pollennanya-sejt vizsgálata)

5. Tapasztalatok rögzítése (adatok rögzítése, rajzok, fényképek, videók készítése)
6. Magyarázatok (grafikonok készítése, értelmezése, összefüggések logikus magyarázata, hétköznapi ismeretek magyarázatainak megjelenítése)
7. Értékelés
8. Feladatlap készítése és megoldása
 - a) Milyen osztódási fázisokat lehetett azonosítani a vizsgálat során?
 - b) Milyen képződményeket lehetett azonosítani a mikroszkópban?
Jellemezd a felépítésüket! Magyarázd a jelentőségüket!
 - c) Mi a szerepe a vizsgálatban a kárminecetsavnak?
 - d) Mi az osztódás célja?
 - e) Hogyan lehet akadályozni az osztódás folyamatát?
 - f) Milyen emberi sejtek nem képesek az osztódásra természetes körülmények között? Miért?
9. Tovább lépés lehetősége

3.7. A boncolás szerepe

A boncolás a biológia tanítása során lényeges szerepet tölt be. Megjelenhet ez a tanulói munkaforma mint motiváció. Induktív vagy deduktív módszerek esetén is érdemes alkalmazni szemléltetesként vagy ismeretforrásként. Lényeges szerepet tölt be a kreativitás fejlesztésében is.

A boncolási folyamat tervezése

A boncolás tervezésekor több kérdést kell pontosan megfogalmazni és a választ megalkotni. A boncolás öncélú nem lehet, csak akkor érheti el a célját, ha megfelelően előkészített, figyelembe vettük a balesetvédelem, egészségvédelem, természetvédelem szabályait. Mikor jelenhet meg a boncolás a tanítás során? Pontos, körülhatárolt válasz nincs. Kiemelt szerepe lehet azonban az anatómiai, élettani, szövettani vizsgálatok során. Milyen tanulói létszám az ideális a munka során? Érdemes 1–3 fős csoportokban dolgozni, az osztálylétszám maximum 20–30 fő. Honnan szerezhető be a boncolás anyaga? Megfelelően biztos helyről, ahol az egészségvédelmi és természetvédelmi szabályokat betartják (állatkereskedések, állatházak, vágóhidak). Milyen időtartam szükséges a boncolás elvégzéséhez? A tervezésnél nem elég csupán a tananyag értelmezését fi-

gyelembe venni, fontos tudni, hogy a tanulók milyen gyakorlattal rendelkeznek és milyen életkorúak.

Munkamenet:

1. Előkészítés
 - a) szakmai előkészítés,
 - b) boncolás alapismereteinek bemutatása.
2. Szükséges anyagok beszerzése
3. Tervezés (cél, időtartam, ütemterv, csoportbeosztás, segédanyagok)
4. Boncolás (megfigyelési szempontok)
5. Tapasztalatok rögzítése
6. Magyarázatok (elmélet-gyakorlat összehasonlítása)
7. Ellenőrzés
8. Értékelés
9. Tovább lépés lehetősége

Konkrét példa: Közöséges földigilisza (*Lumbricus terrestris*) vizsgálata és boncolása

Fejlesztési célok: Természettudományi kompetencia, tanulás tanulása kompetencia, kommunikáció, szövegértési kompetencia és szociális kompetencia fejlesztése. Koncentráció készség, konvertáló képesség, együttműködési készség, lényegkiemelés készség, kreativitás, kognitív képességek, rendszerező készség, önismeret, gondolkodási (induktív és deduktív) képesség kialakítása és fejlesztése.

Didaktikai alapelvek: motiválás, megerősítés, tudományosság, érthetőség, tartósság, rendszeresség, szemléletesség, visszacsatolás, fokozatosság, differenciálás.

Tanulói munkaforma: csoportmunka (3 fő). Előnyös ez a forma a személyiség fejlesztésben, fejlesztő hatása az együttműködés és az egymásra figyelés révén valósulhat meg. Fejlődik az empatikus és tolerancia képesség is. A tanulók jobban megismerhetik társaikat és önmagukat is az együttes munka során, a gyakorlat közben.

A feladatmegoldásban belső korrekció előzi meg a nyilvánosságot, így nincsenek akadályok a válaszok kialakításában sem. Csökkenhet a szorongás, növekedhet a tanulási kedv, javulhat az eredményesség. Minden tag aktív, segítik egymást, új tanulási módszereket tanulhatnak meg a diákok egymástól. Jelen van az órán a feladatok kooperatív megoldása, frontális megbeszélés, értékelés és önálló tanulói munka.

Időtartam 2 tanóra 10. évfolyam esetén, alsóbb évesek esetén 3 tanóra.

1. évfolyam:

- Bevezető óra: Gyűrűsférges (különös tekintettel a kevéssertéjűek) értelmezése, vizsgálata
- Közönséges földigiliszta vizsgálata, boncolása

1. óra: A bevezető órán a következő vázlatpontok alapján dolgozunk:

1. Gyűrűsférges evolúciója
2. Testszerveződési szintjük
3. Kevéssertéjűek testfelépítése
4. Az élőlénycsoport önfenntartó működései
5. Szaporodása, egyedfejlődése
6. Ökológiai szerepe
7. Csóvájóféreg (Tubifextubifex) mikroszkópi vizsgálata
8. Összegzés, értékelés

2. óra: Földigiliszta vizsgálata, boncolása

1. Bevezetés (Ismétlés, érdekességek értelmezése) (5 perc)
 - a) Hol találkozhatunk a vizsgált élőlényel természetes környezetben? Miért?
 - b) Mit jelent a bőrizomtömlő? Milyen szövetekből épül fel?
 - c) Mi jellemző a földigiliszta megtermékenyítésére? Értelmezd a folyamatot!

Tanár feladata: kommunikáció biztosítása, feladatlap készítése, csoportok kialakítása, információközlés, a célok megjelölése.

2. Szükséges anyagok, eszközök (2 perc)

(alkohol, bonctál, olló, bonctű, csipesz, vatta, papírlap, üveglap, nagyító, fénymikroszkóp, tárgylemez)

Tanár feladata: A boncoláshoz szükséges anyagok előkészítése, ellenőrzése. Balesetvédelem biztosítása.
3. A földigiliszta vizsgálata, boncolása megfigyelési szempontok alapján (30 perc)
 - a) morfológia (méretek, szín, tapintás, szimmetria, serték) vizsgálata (3 perc)
 - b) mozgás vizsgálata (4 perc)
 - c) fényérzékelés vizsgálata (5 perc)

- d) regeneráció vizsgálata (Ezt a feladatrészt csupán elő kell készíteni, egy hét múlva vizsgálni az eredményt.) (3 perc)
- e) boncolás (csak gyakorlott csoporttal érdemes végezni órán) (15 perc)
Tanár feladata: Feladatlap készítése, a feladatok részletes leírása, megfigyelési szempontok megadása, a tanulói kísérlet pontos nyomon követése, mentorálás, a csoport munkájának segítése, magyarázat, értelmezés, időbeosztás betartása, a szabályok kialakítása, egészségvédelem és természetvédelem megjelenítése.
4. Tapasztalatok rögzítése (jegyzőkönyv vezetése) folyamatos
Tanár feladata: Rajzok, ábrák bemutatása, elkészítése. Ellenőrzés biztosítása. Jegyzőkönyvek vizsgálata. A műveletek tudatosítása, rögzítésének segítése.
5. Összefoglalás, magyarázatok elemzése (6 perc)
Tanár feladata: Együttes magyarázatok kialakítása. Következtetések megfogalmazásának elősegítése.
6. Értékelés, ellenőrzés (2 perc)
Tanár feladata: Az értékelések biztosítása, szempontok megadása. A szakmai továbblépés biztosítása.

Általános iskola

- Bevezető óra: Gyűrűsférgék jellemzése
- Közöséges földigiliszta vizsgálatának előkészítése
- Közöséges földigiliszta vizsgálata

1. óra: A bevezető órán a következő vázlatpontok alapján dolgozunk:

1. Hol találkozunk gyűrűsférgekkel?
2. Kevéssertéjúek testfelépítése
3. Az élőlénycsoport öfenntartó működései
4. Szaporodása, egyedfejlődése
5. Ökológiai szerepe
6. Összegzés, értékelés

2. óra: Földigiliszta vizsgálatának előkészítése

1. Bevezetés (4 perc)
2. Ellenőrzés (6 perc)
3. Vizsgálat előkészítése (10 perc)

- a) Hol találkozhatunk a vizsgált élőlényvel természetes környezetben? Miért?
- b) Hogyan és hol gyűjthetünk földigilisztát?
 Tanár feladata: kommunikáció, ellenőrzés, számonkérés előkészítése, értékelés, fejlesztés biztosítása, feladatlap készítése, csoportok kialakítása, információközlés, a célok megjelölése.
4. Hogyan mozog a földigiliszta? Milyen szerkezeti elemek teszik ezt lehetővé? Miért? (15 perc) (Filmrészlet segítségével)
 Tanár feladata: filmrészlet kiválasztása, vélemények értelmezés, összefoglalása.
5. Vizsgálat megfigyelési szempontjainak megbeszélése (10 perc)
 A tanulók érdeklődésük és tanult információk alapján megfogalmazzák a kísérlet kérdéseit, majd együttesen választják ki a megvalósítható szempontokat.
 Tanár feladata: motiváció kialakítása, lényeglátás biztosítása, konvertáló képesség fejlesztése, elmélet és gyakorlat összekapcsolása, kreativitás fokozása, önállóság fejlesztése, elfogadások erősítése.
3. óra: Földigiliszta vizsgálata
1. Bevezetés (4 perc)
 2. Megfigyelési szempontok ismételése (2 perc)
 3. Szükséges anyagok, eszközök (5 perc)
 (alkohol, bonctál, olló, bonctű, csipesz, vatta, papírlap, üveglap, nagyító, fénymikroszkóp, tárgylemez)
 Tanár feladata: A boncoláshoz szükséges anyagok előkészítése, ellenőrzése. Balesetvédelem biztosítása.
 4. A földigiliszta vizsgálata (22 perc)
 - a) morfológia (méretek, szín, tapintás, szimmetria, serték) vizsgálata (10 perc)
 - b) mozgás vizsgálata (7 perc)
 - c) fényérzékelés vizsgálata (5 perc)
 - d) boncolás (csak gyakorlott csoporttal érdemes végezni órán)
 Tanár feladata: Feladatlap készítése, a feladatok részletes leírása, megfigyelési szempontok megadása, a tanulói kísérlet pontos nyomon követése, csoport munkájának segítése, magyarázat, értelmezés, időbeosztás betartása, a szabályok kialakítása, egészségvédelem és természetvédelem megjelenítése.

- e) Tapasztalatok rögzítése (jegyzőkönyv vezetése) folyamatos
Tanár feladata: Rajzok, ábrák bemutatása, elkészítése. Ellenőrzés biztosítása. Jegyzőkönyvek vizsgálata. A műveletek tudatosítása, rögzítésének segítése.
- f) Összefoglalás, magyarázatok elemzése (7 perc)
Tanár feladata: Együttes magyarázatok kialakítása. Következtetések megfogalmazásának elősegítése.
- g) Értékelés, ellenőrzés (5 perc)
Tanár feladata: Az értékelések biztosítása, szempontok megadása. A szakmai továbblépés biztosítása.

Szükséges tanári kompetenciák:

1. Szakmai feladatok, szaktudományos, szaktárgyi, tantervi tudás
2. Pedagógiai folyamatok, tevékenységek tervezése és a megvalósításukhoz kapcsolódó önreflexiók
3. A tanulás támogatása
4. A tanuló személyiségének fejlesztése, módszertani felkészültség
5. A tanulói csoportok, közösségek alakulásának segítése, fejlesztése
6. Pedagógiai folyamatok és a tanulók személyiségfejlődésének folyamatos értékelése, elemzése
7. Kommunikáció és szakmai együttműködés, problémamegoldás
8. Elkötelezettség és szakmai felelősségvállalás a szakmai fejlődésért

Továbblépés biztosítása:

1. A tapasztalatok, magyarázatok ellenőrzése a következő tanórán.
 - a) szóbeli vagy írásbeli felelet (Milyen eszközöket és anyagokat használtál a boncolás során? Milyen balesetvédelmi szabályokat kellett betartani a munka során? Jellemezd a földigiliszta külső megjelenését! Értelmezd a szelvényezettséget a földigiliszta boncolása alapján! Hogyan bizonyítanád a boncolás alapján, hogy a földigiliszta szelvényezett élőlény? Mutasd be a boncolt állat mozgását! Milyen evolúciós pontot mutat a földigiliszta tápcsatornája? Hogyan szaporodik a boncolt állat?)
 - b) házi esszéírás (Önállóan választott cím alapján a boncolás összefoglalása, vagy érdekességének, jelentőségének az értelmezése.)
 - c) prezentáció készítése (Saját képek segítségével a vizsgálat összefoglalása.)

- d) az előkészített kísérlet befejezése, értelmezése (Regeneráló képesség vizsgálata.)
- e) a boncolás szerepének, jelentőségének összefoglalása
- 2. Újabb boncolás tervezése
- 3. Önértékelések értelmezése
- 4. Tanári értékelés, csoport értékelés megbeszélése
- 5. Következtetések feltárása
- 6. Kártyajáték készítése:
 - a) a tanulók önállóan kártyákat készítenek a vizsgálat során használt és értelmezett kifejezésekből
 - b) csoportban játékszabályt alkotnak
 - c) együttesen létrehoznak a feltárt lehetőségekből egy játékot
 - d) megtervezik és elkészítik a játékot
 - e) együttes játék (ez is lehet az ellenőrzés egy formája)

A feladatlap javasolt kérdései:

1. Hol és mikor találkoztál már a vizsgált élőlényvel?
2. Miért fontos a földigiliszta a természetben?
3. Vizsgáld meg a földigiliszta kültakaróját sztereomikroszkópban!
4. Jellemezd a földigiliszta testszerveződését és szimmetriáját!
5. Mutasd be a vizsgált élőlény morfológiai jegyeit!
6. Magyarázd az élőlény színét!
7. Rajzold le a vizsgált élőlény mozgását!
8. Miért fontos ennek az élőlénynek a számára a fény érzékelése?
9. Hogyan lehet előkészíteni a földigilisztát a boncolásra? Miért?
10. Milyen szerveket tudtál azonosítani a boncolás során? Rajzold le az állat hosszmetzeti képét! Nevezd meg a rajz részeit!
11. Milyen a tápcsatorna hossza a testhosszhoz képest?
12. Mi jellemző a vizsgált élőlény légzésére? Mi teszi ezt lehetővé?
13. Hol található az állaton a nyereg? Mi a feladata?
14. Mit jelent a hímnős és kölcsönös megtermékenyítés fogalom?

3.8. Ökológiai vizsgálatok

A környezeti nevelés a biológiatanítás szerves részét képezi.

„A környezeti nevelés a célja a környezettudatos magatartás, a környezetért felelős életvitel elősegítése. Távlatból nézve a környezeti nevelés a természet – s benne az emberi társadalom – harmóniájának megőrzését, fenntartását célozza. Célja az épített és társadalmi környezet, az embert tisztelő szokásrendszer érzelmi, értelmi, esztétikai és erkölcsi megalapozása.” (Vásárhelyi, 2010, 34.)

A környezeti nevelés jellemzői Schróth (2004) szerint:

1. Multi- és interdiszciplináris
2. Rendszerszemléletre nevel
3. Lokális és globális
4. Analitikus és holisztikus
5. Folyamatos
6. Értelmi és érzelmi nevelés
7. Aktuális és jövőbe tekintő
8. Megfelelő viselkedési normák kialakítása

A környezeti nevelés célja csak akkor valósulhat meg, ha a diákok motiváltak, érdeklődnek a környezetük iránt, meg akarják ismerni azt. Ezért a tanulók figyelmét a cél elérése irányába kell fordítani. Ebben eszköz lehet a tanítás során az elméletbe épített ökológiai vizsgálatok sora. A vizsgálatok sokféle módszerrel valósíthatók meg. Nagyon fontos a projektek tervezése, megvalósítása minden korosztály esetén. Szerepet kaphatnak a korosztály függvényében a terepgyakorlatok, a kreativitást igénylő, hangulatkeltő, rajzos, memóriafejlesztő, asszociációs és szituációs játékok, a házi dolgozatok, tanulói kísérletek és a tanulói prezentációk készítése.

Az ökológiai vizsgálatokat sokféle szempont alapján csoportosíthatjuk. Az alkalmazásukat a korosztály, érdeklődés, ismeretszint, elérendő célok, időkeret, az adott téma határozhatja meg.

Téma: *Talajok vizsgálata*

Bevezetés: A talaj kialakulása (alsóbb évesek esetén lehet kísérletek segítségével: fizikai és kémiai mállás esetén), talaj fogalma, jelentősége, szerepe, talaj típusok, magyarországi talaj típusok. A bevezetés, motiválás történhet tanári irányítással vagy szakirodalom segítségével.

Javasolt vizsgálatok:

1. Talaj élőlények vizsgálata
2. A talaj színének vizsgálata
3. Gyúrási próba
4. A talaj nedvességtartalom vizsgálata
5. A talaj hőmérsékletének mérése
6. A talaj vízmegkötő képességének vizsgálata
7. A talaj mésztartalmának meghatározása
8. A talaj kalcium, szóda, vas, szulfát, klorid tartalmának kimutatása
9. A talaj kémhatásának vizsgálata
10. A földigiliszta talajforgatásának megfigyelése
11. A növényi magvak csírázása és a kőzetek aprózódása
12. A csírázó magvak ereje
13. Komposztálás

A feladatlap javasolt kérdései:

1. Jellemezd lakóhelyed talaj típusát! Milyen élőlények tudnak alkalmazkodni ehhez a talajhoz? Miért?
2. Mit jelent a talajvédelem?
3. Fogalmazz meg szabályokat a talajvédelemmel eléréséhez!
4. Mit tehetsz a talajvédelem eléréséhez?
5. Miért fontos ismerni a talaj kémhatását?
6. Milyen összefüggés van a talaj kémhatása és a megjelenő mikroorganizmusok között?
7. Milyen biogén elemek szükségesek a növények számára? Hogyan, milyen folyamatokban használják a növények ezeket az elemeket?
8. Hogyan tudják felvenni a szükséges ionokat a növények?
9. Mit jelent a Liebig törvény?
10. Milyen életmódot mutatnak a talajlakó élőlények?
11. Mit jelent a következő kifejezés: a talaj nem megújuló?
12. Mi a komposztálás jelentősége?
13. Mit jelent a talajkolloid?
14. Hol és milyen formában találunk vizet a talajban?
15. A növények melyik vizet tudják hasznosítani? Miért?

A vizsgálatokat különböző módszerekkel lehet elvégezni a tanulás során.

Vizsgálatok:

A növényi magvak csírázása és a kőzetek aprózódása

1. A kísérlet szerepe, helye a tanulás/tanítás folyamatban: A vizsgálat alsóbb évesek számára megfelelő. Használható bevezető, probléma megjelenítéseként, lehet motiváló, vagy bizonyítást szolgáló.
2. A vizsgálat elvégezhető a következő munkaformákkal: csoportos tevékenység, tanári demonstráció, diák prezentáció, egyéni munka.
3. Anyagok, eszközök: száraz babszemek, gipszpép, szűrőpapír, tölcsér, Petri-csésze
4. Kísérlet leírása:
 - a) 100 cm³ sűrű gipszpép készítése
 - b) Szűrőpapírral kibélelt tölcsért meg kell tölteni félig a gipszpéppel
 - c) Erre babszemet kell tenni
 - d) Ezt követően megtölteni a tölcsért gipszpéppel
 - e) A Petri-csészét félig töltjük meg vízzel, ebbe öntsük ki a megszilárdult pépet.
5. Tapasztalat
6. Magyarázat
7. Értékelés

Talaj kloridion tartalmának kimutatása:

1. A kísérlet felsőbb évesek számára alkalmas. Fontos, hogy megelőzze biokémiai ismeretadás a vizsgálat elvégzését. Így lehet motiváló, problémafelvető vagy bizonyításra felhasználó kísérlet.
2. Munkaforma: Csoportmunka vagy egyéni munka.
3. Fejlesztendő tanulói kompetenciák (természettudományi, szociális, tanulás tanulása), fejlesztendő képességek (gondolkodási, kognitív kommunikációs, érdekvényesítési), készségek (manuális) kialakítása, erősítése.
4. Szükséges anyagok, eszközök: tölcsér, szűrőpapír, Erlenmeyer-lombik, mérőhenger, kémcső, szemcseppentő, kémcsőállvány, mérleg, nátrium-acetát oldat, ecetsav, talaj, ezüst-nitrát oldat
5. Kísérlet leírása:
 - a) talajkivonat készítése: 10 cm³ talajra csepegtetünk 100 cm³ nátrium-acetát oldatot, ezt szűrjük és vizsgáljuk
 - b) nátrium-acetát oldat készítése: 100 g nátrium-acetát, 500 cm³ desztillált víz, 30 cm³ tömény ecetsav

- c) a szűrlethez néhány csepp 0,005 m/m %-os ezüst-nitrát oldatot csepegtetünk
 - d) kloridion tartalom összehasonlítása a különböző talajok esetén standard táblázat segítségével
6. Tapasztalat: táblázat készítése a vizsgált, begyűjtött talaj vizsgálati, mérési eredményéről
 7. Magyarázat
 8. Értékelés

3.9. Terepgyakorlatok (tervezése, szervezése, kivitelezése, értékelése)

A környezeti nevelés egyik lényeges eleme a terepgyakorlat. Az iskolai pedagógiai program biztosítja a terepgyakorlatok lehetőségét, a helyi tanterv meghatározza a vizsgálat témáját, tananyagát, a tanmenet pontosítja az időpontot és a tevékenységet, módszereket.

A terepgyakorlati vizsgálatok elsajátításának több lépése ismert. Érdemes a vizsgálatokat elsőként tanári vezetéssel, irányítással végezni, ahol a tanár megmutatja a lényeges információkat, magyarázza a látottakat, a kölcsönhatásokat. A tanár közvetlen segítséget ad a módszerek elsajátításában, a tapasztalatok értelmezésében, összefüggések megtalálásában. Meg kell tanítani a tanulóknak, hogy mit figyeljenek meg (szempontok megfogalmazása), hogyan értelmezzék, mivel végezzék a vizsgálatokat. A következő fázis, amikor a tanár által készített feladatlap vezeti a tanuló figyelmét a terepi megfigyelés során. Így szabadabb, önállóbb a feladatmegoldás. A tapasztalt, rutinos tanulók csoportjai esetén használhatjuk a terepi vizsgálódást probléma bizonyítására, kérdések, hipotézisek értelmezésére, magyarázatára, vagy önálló kutatások végzésére. A tanár mint mentor fontos szereplő ebben a formában is, főként az előkészítésben, a tapasztalatok értelmezésében és az értékelésben. A terepi munkák helyszínei alacsonyabb évesek számára: iskolaudvar, városi kertek, közeli erdők, mezők, tanösvények, botanikus kertek, állatkertek, vadsparkok. Ezek a helyszínek lehetőséget adnak az ismételt látogatásokra más szervezésben (családi program, önálló vizsgálat) is. A tanult információ bekerülhet ily módon is a hétköznapi ismeretei közé, ami tovább erősíti a problémamegoldást, a természetvédelmet is. Használható tanulói munkaforma, a páros vagy csoportmunka (maximum 3 fő). Vigyázzunk, a tiltások helyett a helyes mondatokat használjuk a feladatok kialakítása során is és a tanításban is.

Cél: a terepgyakorlatok célja a diákok ismereteinek gazdagítása, az elméleti tudás gyakorlati alkalmazása, egy természeti terület komplex vizsgálata (földtani, botanikai, zoológiai, kultúrtörténeti szempontból). A természet- és környezetvédelem fontosságának és szerepének megismertetése a tanulókkal. Az egészségmegőrzés biztosítása. Tehetséggondozás. Lényeges cél olyan tanulói munkaforma kialakítása, amely a természetvédelem, a fenntartható fejlődés gondolatainak a mélyítését szolgálja.

Javasolt terepgyakorlati program:

A Szinva-tanösvényen keresztül a Bükk természeti értékeinek megismerése. Botanikai és zoológiai ismeretek – szaktanári ismertetés. Földtani és kultúrtörténeti ismeretek – diák és szülői ismertetés (a szakterületen jártas szülők bevonása). Egyéni és csoportmunkák (mérések, megfigyelések, feladatlap kitöltés).

Fejlesztendő kompetenciák:

Személyes kompetenciák: tevékenység-vezérelt élményszerzési képességek, érdeklődés, motiváltság, kreativitás. Szociális kompetenciák: együttműködési készség, empátia, kommunikációs készség, verbális és metakommunikáció, érvelési technikák, demokratizmus, kötődés, tolerancia, elfogadás, segítség. Kognitív kompetenciák: kutatási módszerek megismerése, kiválasztása, ismeretek alkalmazása és feldolgozása, kritikai gondolkodás, divergens gondolkodás, problémamegoldó feladatértés, praktikus intelligencia. Speciális kompetenciák: döntésképesség, munkavégzési képesség. Természettudományos kompetencia. Matematikai kompetencia.

A terepgyakorlatoknak többféle típusát ismerjük. Javasolt az aktív, komplex gyakorlatok végzése, ahol a résztvevő diákok a vezetőtől kapott információk hasznosítása mellett önálló vizsgálatokat, megfigyeléseket, méréseket végeznek, feladatokat oldanak meg, problémákat keresnek, az elméleti ismereteiket összehasonlítják a tapasztalatokkal, rövid beszámolókat tartanak társaik számára, majd a gyakorlat végén saját esszét írnak adott témákból.

A terepgyakorlat időtartalma változhat az életkor, az elvégzendő feladat, a célok függvényében. Több érv is szólhat az egy napos terepgyakorlatok mellett, ahol intenzív munka folyhat, nem kell szállást biztosítani és iskolai időben is elvégezhető.

Terepgyakorlat tervezése, szervezése:

1. A tanmenetben való elhelyezése tanterv alapján.
2. Iskolai, igazgatói engedély megszerzése, melynek tartalmaznia kell a következőket: utazási cél, időpont, időtartam, helyszín, a foglalkozás tartalma, célja, tanulói létszám, kísérő tanárok, utazási eszköz, utazás költsége.
3. Előkészítés: program megfogalmazása, utazás szervezése, szükséges anyagi források biztosítása. Fontos az anyagi forrás biztosításához iskolai alapítványokhoz írt kérvények beadása, vagy pályázatok megírása.
4. Szülők és tanulók tájékoztatása: A legfontosabb adatok: terepgyakorlat időpontja, időtartama, indulás-érkezés ideje, helye, utazási eszköz, útvonal, részvételi díj, rövid program leírás, szükséges eszközök, étkezés, felszerelés, feladatok. A tájékoztatóhoz érdemes egy nyilatkozatot csatolni, melyben a tanuló aláírásával rögzíti, hogy a terepgyakorlat feltételeit elfogadja és részt vesz a munkában. A szülő pedig biztosítja az iskolát, hogy a terepgyakorlaton a gyermeke részvételét engedélyezi.
5. A terepgyakorlat szakmai előkészítése.
 - a) a vizsgálandó környezet kiválasztása (vizsgálat célja, tanulók életkora, vizsgálat időtartama, vizsgálat időpontja szerint)
 - b) a terep megismerése, előtanulmányok végzése
 - c) a terep biztonságának a vizsgálata (veszélyes felszín, veszélyes élőlények, csapadék mennyisége, fakitermelés, permetezés, erdőgazdálkodás)
 - d) a tervezett feladatokhoz szükséges eszközök kipróbálása
 - e) tanulók szakmai és gyakorlati segítése (vizsgálatok, mérések előkészítése, munkaformák szervezése, gyakorlása)
6. A terepgyakorlat pontos útvonalának elkészítése.
 - a) térkép készítése
 - b) utazás tervezése, előkészítése (biztonságos közlekedési eszköz biztosítása, pénzforrás megteremtése)
 - c) ütemterv készítése
7. A terepgyakorlat feladatainak elkészítése. Témái lehetnek:
 - a) felszíni formák, kőzetek, talaj vizsgálat, víz vizsgálat, levegő vizsgálat
 - b) éghajlat- időjárás vizsgálata

- c) életközösségek megfigyelése
 - d) élőhelyek vizsgálata
 - e) élőlények megfigyelése, vizsgálata
 - f) kölcsönhatások megfigyelése
 - g) környezetszennyezés vizsgálata
8. A gyakorlat végzése.
 9. Értékelés, ellenőrzés.
 10. Felhasználási lehetőségek.

Terepgyakorlat javasolt feladatai a 11. évfolyam fakultációs csoportja számára:

1. Esszéírás
2. Csoportmunka feladatlap kitöltése
3. Témazáró ökológiai ismeretekből

Terepgyakorlati esszé témák:

Beadási határidő: terepgyakorlat után 1 hét

1. Gyertyános tölgyes és bükkös lágyszárú szintjének összehasonlítása
2. Mésző-sziklagyep élővilágának bemutatása
3. Készítsd el a szívárvány színskálát a látott növényi virágokból
4. Árnyéktűrő növények bemutatása
5. A terepgyakorlaton megfigyelt gombák összehasonlítása és elemzése
6. Mohák jelenléte az általad vizsgált társulásban
7. Az antocián jelenléte és változása a növényekben
8. Cserjék a gyertyános tölgyesben
9. Cserjék a hegyvidéki égerligetben
10. Idegen fajok viselkedése a vizsgált területen
11. A gyertyános tölgyes színezettsége
12. A cseres tölgyes színezettsége
13. Az erdészek és ökológusok az erdő védelmében
14. A terepgyakorlaton megfigyelt ízeltlábúak összehasonlítása, elemzése
15. Indikátor élőlények jelenléte
16. Útmenti társulások bemutatása
17. Molyhos tölgyes bemutatása
18. Bükki Nemzeti Park általános bemutatása
19. Szeleta-barlang bemutatása
20. Patakparti égerliget bemutatása
21. A kiválasztott növény: bükk

22. A pimpók keresése és összehasonlítása
23. A közönséges galaj és a szagos müge összehasonlítása
24. Az emberre veszélyes élőlények a túra során
25. A kutyatejfélék bemutatása
26. Rügyfakadás időbeli eltolódása
27. Parazitizmus formái
28. Tölgyek összehasonlítása

Készíthetők a terepgyakorlati információk segítségével tanulói montázsok. A témát meghatározhatjuk előre, vagy a tanulók a munka végén választhatják ki a készített anyagaikból.

Feladatlapok/csoportmunka:

Beadási határidő: terepgyakorlat vége

A)

1. Keresd meg a kövi fodorka élőlényt! Jellemezd! Hol találtad, miért?
2. Hasonlítsd össze a kocsánytalan tölgy és a bükk kérgét! Rajzold le!
3. Mutasd be a korai juhar és a mezei juhar levelét! Rajzold le!
4. Milyen a látott társulásokban a vegetatív szervek megjelenésének üteme? Írj példákat! Indokold állításod!
5. Vízre vizsgálva milyen tűrőképességű populációkat találsz a mészkő sziklagyep életközösségben? Miért? Írj példát!
6. Egy kiválasztott fa életkorának a meghatározása. Írd le a feladat megoldásának lépéseit! Indokold válaszod! Miért ezt a fát választottad?
7. Fajlista. A látott élőlények felsorolása!
8. Kedvenc fotó (A terepgyakorlaton címmel) elküldése a terepgyakorlati nap 20 óráig a megadott e-mail címre.

B)

1. Keresd meg a kapotnyak élőlényt! Jellemezd! Hol találtad, miért?
2. Hasonlítsd össze a fekete fenyő és az erdei fenyő kérgét! Rajzold le!
3. Mutasd be a bükk és a gyertyán levelét! Rajzold le!
4. Milyen a diverzitás a gyertyános tölgyes társulás cserjeszintjén? Miért? Milyen élőlényeket ismersz fel?
5. Milyen agresszív élőlényeket találsz az égerligetben? Mi az oka?
6. Egy kiválasztott fa környezetének jellemzése! Írd le a feladat megoldásának lépéseit! Miért ezt a fát választottad?
7. Fajlista. A látott élőlények felsorolása!

8. Kedvenc fotó (A terepgyakorlaton címmel) elküldése a terepgyakorlati nap 20 óráig a megadott e-mail címre.

C)

1. Keresd meg a mocsári gólyahír élőlényt! Jellemezd! Hol találtad, miért?
2. Hasonlítsd össze a közönséges nyír és a korai juhar kérgét! Rajzold le!
3. Mutasd be a kocsánytalan tölgy és a kocsányos tölgy levelét! Rajzold le!
4. Melyik véd jobban, ha menedéket keresünk: csíkos kecskerágó, gyertyán, bükk környéke? Miért?
5. Milyen színeket találsz a gyertyános tölgyes életközösségben tett túra során? Írj példákat!
6. A patakparti égerliget életközösségben jelölj ki egy területet, és vizsgálj meg az általad kiválasztott populációt! Jellemezd a mért adatok segítségével! Írd le a feladat megoldásának lépéseit! Miért ezt választottad?
7. Fajlista. A látott élőlények felsorolása.
8. Kedvenc fotó (A terepgyakorlaton címmel) elküldése a terepgyakorlati nap 20 óráig a megadott e-mail címre.

D)

1. Keresd meg a szagos müge élőlényt! Jellemezd! Hol találtad, miért?
2. Hasonlítsd össze a gyertyán és a bükk kérgét! Rajzold le!
3. Mutasd be a mézgás éger és a magas kőris levelét! Rajzold le!
4. Milyen hangokat figyelhetsz meg a túra során? Próbáld azonosítani! Hol a legcsendesebb-leghangosabb az erdő? Miért?
5. Milyen állatok jelenlétét gondolod a cseres-tölgyes társulásban? Miért?
6. Egy kiválasztott fa jellemzése! Rajzold le! Találj ki egy történetet a fa életéről! Miért ezt választottad?
7. Fajlista. A látott élőlények felsorolása!
8. Kedvenc fotó (A terepgyakorlaton címmel) elküldése a terepgyakorlati nap 20 óráig a megadott e-mail címre.

Terepgyakorlati javasolt feladatok általános iskolások számára:

1. Egy-egy élőlény megismerése
2. Jelzések, információs táblák tanulmányozása

3. Mondókák, versek, könyvek élőlényeinek összehasonlítása a környezet élőlényeivel
4. Fakéreg felszínének vizsgálata, rajz készítése
5. Természet színeinek tanulmányozása
6. Erdészek, favágók gondolatainak értelmezése
7. Természetvédelem, környezetvédelem
8. Állatok viselkedésének vizsgálata
9. Élőlények közötti kapcsolatok megfigyelése
10. Az élettelen környezeti tényezők hatásai az élőlényekre

Lényeges, hogy a vizsgálat alsóbb évesek esetén megfelelően követhető időtartamú (1–2 órás) legyen, hogy a tanulók a tapasztalatokat képesek legyenek feldolgozni. Érdeemes a terepgyakorlatokat ismert helyszínen kezdeni, így a már látott környezeti információkat tudatosan, szakmailag indokolva képesek megfigyelni, magyarázni.

Feladatok az alsóbb évesek számára a terepgyakorlaton és azt követő értelmezés során:

1. Készíts ábrát a helyes viselkedésről az erdőben! Magyarázd!
2. Készíts ábrát az erdő használatáról, szabályairól!
3. Mutass be egy élőlényt az általad megfogalmazott szempontok alapján!
4. Mi jut eszedbe a következő mondatról: a virágok, amit leszedtél az erdőben, mire hazaérsz, elhervadnak? Írd le a gondolataidat!
5. Magyarázd a következő mondatot: nagy fába vágta a fejszéjét!
6. Gyűjts fával kapcsolatos közmondásokat, szólásokat!
7. Mi határozza meg, hogy melyik fát kell kivágni az erdőben?
8. Mi történik a kivágott fával? Kövesd az útját a felhasználásig!

3.10. Gyűjtemények készítése

A fenntartható fejlődés gondolatának a kialakítása, erősítése minden korosztály esetén az oktatás lényeges feladata. Fontos a természeti értékek és a környezet védelme, a felelősségvállalás kialakítása, a fejlődés biztosítása. A fenntartható fejlődés szemléletének a kialakítását már egészen fiatal életkorban érdemes megkezdeni. Kis lépésekben való előrehaladás a biztosító az alsóbb évesek esetén, hogy a szemlélet kialakítása sikeres legyen. A környezettudatos nevelés megvalósulásának egyik lehetősége a gyűjtés, gyűjtemény készítése. A munka során a tanuló saját maga keresi,

kutatja, rendszerezi, értékeli a gyűjtött anyagokat. A gyűjtés személyiségformáló, gazdagító művelet, amelyben a gyűjteményt a tanuló hozza létre. A gyűjtemény valóságos alkotó munka eredménye. A gyűjtés során jelen van a felkutatás, elemzés, összehasonlítás, összeállítás, értékelés folyamata. Verseny alakulhat ki, annak pozitív és negatív hatásaival együtt. Ezt a tanárnak nyomon kell követni és segíteni probléma esetén, ha szükséges. Csoportos gyűjtés alkalmával erősödhet a tanulói kommunikáció mellett a szociális kompetencia is. A gyűjtőmunka segítheti a felfedezést, a tanulói kutató munkát is. A gyűjtés tervezésekor és a gyűjtés során gyakorolhatják a tanulók a kutatói munka lépéseit, szabályait, hatásait. Alsóbb éves korosztálynál a szülőket is bevonhatjuk a munkába. A szülők lényeges szereplői a tanulók tanításában-nevelésében. A tanulók érdeklődésüknek megfelelően gyűjthetnek különböző dolgokat. Kiválaszthatják a gyűjtés tárgyát, vagy együttesen beszélhetik meg, dönthetik el a gyűjtés célját. Lényeges, hogy ez a feladat nem tanórai keretek között zajlik. Ezzel egy folyamatosabb, gyorsabb, egyedi tanulói fejlesztést is elérhetünk. Lehetséges tanulói feladatok:

A) Vadgesztenye gyűjtése.

Cél:

1. a gyűjtött anyaggal a vadak etetése
2. óvodások kreativitását segítő foglalkozások alapanyagának biztosítása
3. ajándékok készítése a gyűjtött anyagból
4. iskolaudvar tisztítása
5. az élőlény megismerése

Gyűjtés kivitelezése:

1. a növény megismerése
2. a termésének jellemzése
3. gyűjtés megszervezése
4. a gyűjtés eredménye
5. értékelés
6. tanulói értékelés (gyűjtés időtartama, eredménye, mit tanultak a gyűjtés során? és a nehézségek értelmezése)

B) Etetők folyamatos fenntartása, magvak gyűjtése

Kérdések: Milyen madarak élnek az iskolaudvarban? Mivel táplálkoznak? Hol lehet ezeket a magvakat gyűjteni? Mikor, hogyan lehet gyűjteni a szükséges magvakat? Milyen mennyiségű szükséges gyűjteni?

A kérdések megválaszolása után a kivitelezés következik. A tanulók begyűjtik a szakmai ismeretük segítségével a szükséges magvakat a madarak etetéséhez. Ezt a gyűjtött anyagot használják fel az adott időszakban a madarak etetéséhez. Ebben a feladatban nemcsak a gyűjtés a lényeges, hanem kiemelt szerepet kap a tanulók folyamatos munkavégzése is, amit nehéz megszervezni és fenntartani, így folyamatos tanári motiváció szükséges. Ez a feladat érdekes, minden nap ad újabb információt, új szituációkat. Így a tanulók folyamatosan motiváltak, érdeklődők, aktívak.

C) Termésgyűjtemény készítése

Cél:

1. Fajismeret bővítése
2. Rendszerező képesség fejlesztése
3. Rendszeres, folyamatos, pontos munkavégzésre nevelés
4. Esztétikai nevelés
5. Élőlények környezetének a megismerése, élőlény és környezet kapcsolatának a felismerése
6. A fajok egyedeinek életmódjának értelmezése
7. Összefüggések feltárása, megoldása
8. Kompetenciák fejlesztése (természettudományi, matematikai, kommunikáció, tanulás tanulása, szociális, kognitív)

Munkaterv:

1. Motiváció (Hol találunk ma gyűjteményeket? Mikor készítettek először növényi gyűjteményeket? Hogyan kell tárolni, milyen feltételek mellett a gyűjteményeket? Milyen tudománytörténeti jelentősége van a gyűjteményeknek? Milyen gazdasági jelentősége van ezeknek a gyűjteményeknek?)
2. Hipotézis megfogalmazása (A gyűjteni kívánt természetes anyagok kiválasztása, mennyisége, témája, célja.)
3. Gyűjtés előkészítése
 - a) szakmai ismeretek biztosítása
 - b) természetvédelem
 - c) balesetvédelem
 - d) gyűjtés időpontjának a meghatározása
 - e) gyűjtés feltételeinek a biztosítása
4. Gyűjtés eszközeinek, anyagainak a tervezése, beszerzése

5. Gyűjtés

- a) termések gyűjtése (csak érett termések gyűjtése indokolt)
- b) a gyűjtött termések tárolása, preparálása (a terméseket ki kell szárítani, húsos terméseket lehet metszeni a szárítás előtt, apró magvakból többet kell gyűjteni)
- c) gyűjtött termések fényképezése a természetes környezetben
- d) gyűjtött termések folyamatos tisztítása (szennyeződéstől törölni, mosni nem szabad)
- e) gyűjtési napló vezetése (gyűjtés helye, időpontja, körülményei, időjárási jellemzők)
- f) egy adott növény terméséből érdemes többet gyűjteni, hogy legyen összehasonlításra, vagy pótlásra lehetőség
- g) eltarthatóság biztosítása

6. Gyűjtés szabályai

- a) veszélyes növényeket kerüljük (alsóbb éves csoportok esetén érdemes közösen végezni a gyűjtést)
- b) a gyűjtés ne veszélyeztesse az élőlény folyamatos jelenlétét (2009. évi XXXVII. törvény az erdőről, az erdő védelméről és az erdőgazdálkodásról)
- c) a növény maradjon életben a termés leszedése közben (ollóval szedjük, vagy a lehullott terméseket)
- d) az élőhelyet védjük, a taposást kerüljük
- e) tiszta helyről gyűjtünk (egészségvédelem)
- f) védett növényt tilos gyűjteni (1996. évi LIII. törvény a természet védelméről)
- g) a gyűjtést megfelelő öltözékben szabad végezni a tanuló egészségvédelme érdekében

7. Növényhatározások

8. Gyűjtött termések csoportosítása

9. Termések rögzítése, feliratozása (gyűjtő neve, növény neve, termés típus, gyűjtés helye, ideje)

10. Értékelés (beadási határidő, szakmai, formai, esztétikai szempontok alapján)

11. A gyűjtemény felhasználása

Feladatlap:

1. Növények felfedezésének története, leírása
2. Felfedezők tudománytörténeti leírása

3. Növényi termékek összetétele (vadgesztenye-tannin)
4. Termékek természetes felhasználása
5. Termékek gyógyászati felhasználása
6. Növények ökológiai viszonyainak értelmezése

A tanár feladata:

1. A gyűjtés céljainak a megfogalmazása
2. Szakmai ismeretek előkészítése
3. Környezettudatos nevelés
4. Egészségvédelem, balesetvédelem
5. A gyűjtés feltételeinek a kialakítása, biztosítása
6. Folyamatos kommunikáció a tanulókkal
7. Tanulói önállóság biztosítása
8. Tanulói felelősségtudat erősítése, szabálytudat kialakítása
9. Tanulói megfigyelőképesség kialakítása, erősítése
10. A gyűjtött anyagok rendszerezési szempontjainak az előkészítése
11. Előre mutató értékelés
12. Tanulói önismeret elősegítése
13. Az elkészült gyűjtemények megfelelő felhasználása
14. Ellenőrzés tervezése és kivitelezése

Felhasznált irodalom

- Korom Erzsébet (2010): *A tanárok szakmai fejlődése – továbbképzések a kutatásalapú tanulás területén*. Iskolakultúra, 1: 78–91.
- Nagy Lászlóné (2010): *A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása*. Iskolakultúra, 1: 31–51.
- Schróth Ágnes (2004): *Környezeti nevelés a középiskolában*. Trefort Kiadó, Budapest.
- Vásárhelyi Judit (2010): *Nemzeti Környezeti Nevelési Stratégia*. Magyar Környezeti Nevelési Egyesület, Budapest.

Ajánlott irodalom

- Both Mária & Csorba F. László (1999): *Ökológiai Példatár I., II., III.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Dobóné Tarai Éva & Tarján András (1999): *Környezetvédelmi praktikum tanároknak* Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Endrédi Lajos (2000): *Biológiai vizsgálatok.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Fischer Ernő (1997): *Állatszervezettani és állatélettani gyakorlatok.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Kiss Albert (2014): *Kreatív természettudományi tehetséggondozás.* MATEHETSZ, Budapest.
- Láng Ferenc (2012): *Növényélettan.* ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
- Lénárd Gábor (1983): *Biológiai laboratóriumi vizsgálatok.* Tankönyvkiadó, Budapest.
- Molnár Kinga (2012): *Bevezetés az állattanba.* Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Budapest.
- M. Nádasi Mária (2010): *A projekt oktatás elmélete és gyakorlata.* MATEHETSZ, Budapest.
- Müllner Erzsébet (2003): *Biológiai gyakorlatok és vizsgálatok.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- Revákné Markóczi Ibolya & Futóné Monori Edit & Balogh László (2010): *Tehetségfejlesztés a biológiatudományban* MATEHETSZ, Budapest.
- Páskuné Kiss Judit (2006): *Varázsszem.* Arany János Tehetséggondozó Program, Debrecen.
- Perendi Mária (1996): *Biológiai vizsgálatok.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Szerényi Gábor (1988): *Biológiai terepgyakorlatok.* Tankönyvkiadó, Budapest.
- <http://www.termesztar.hu/anyagok/termag/termag.html> Letöltés: 2015. 01. 28.

IKT a biológiatanításban

Göz József

4.1. IKT a biológiatanításban

A korszerű természettudományos oktatásban meghatározó szerephez jutnak az infokommunikációs (IKT) eszközök. Informatikai eszközeink révén képesek vagyunk felfoghatatlanul apró vagy éppen óriási, időben vagy térben távoli, követhetetlenül gyors vagy lassú jelenségek szemléltetésére. Bemutathatók eszközigenyes vagy veszélyes folyamatok, megoldható a folyamatok háttérmagyarázata (pl. matematikai vagy molekuláris háttére). Egyszerűsített modellek segítségével mutathatunk be komplex folyamatokat, akár sejtek, vagy életközösségek szintjén. Valóságghű szimulációkkal, tantermi táblán mutatható be szerveink mozgása, egy műtét, vagy egy molekuláris biológiai kísérlet (*Sulinet*, 2008).

A digitális szemléltetés azonban nem cél, hanem eszköz. A diákok IKT-kompetenciáját nem a passzív szemlélőként befogadott látvány fejleszti, hanem a tartalmak felhasználásával végzett tevékenységek. Egyszerű esetben ez lehet a szemléltetéshez kapcsolódó, papíron vagy elektronikus úton ki- és beadandó feladatlap, amelyet a tanár értékel. Az összetett alkalmazások lehetőséget adnak az elért eredmények (pl. helyes és helytelen válaszok) azonnali elektronikus értékelésére, ezzel támogatva a felhasználó önálló fejlődését. További lehetőség az egyes diákok vagy csoportok eredményeinek elektronikus dokumentálása, megosztása, bemutatása, összevetése másokéval. Mindez már az IKT eszközök érdemi használatát feltételezi (kép-, hang- és filmrögzítés, naplózás, adatgyűjtés és -feldolgozás, szakmai és közösségi fórumok használata). Tanárok és diákok között új kommunikációs csatorna nyílt, amely a digitálisan közölt tananyagoktól, segédanyagoktól, az online feladatoktól, a tevékenységek online szervezéséig és a komplex oktatási keretrendszerek használatáig terjed (*Hunya*, 2011).

Az IKT hatására a természettudományos vizsgálatok is átalakulnak. A klasszikus vizsgálati eszközökkel gyűjtött adatok feldolgozásának, értékelésének üteme nagyságrendekkel nő, mind az adatmennyiséget, mind a feldolgozás sebességét illetően. Ehhez társul az informatikai eszközökkel összekapcsolt vizsgálati műszerek, berendezések használata. Kellő források birtokában ma már elérhetők olyan adatgyűjtő és adatfeldolgozó műszerek (ún. data loggerek), amelyeket kimondottan oktatási célra, iskolai használatra fejlesztettek ki. Ezek a könnyen kezelhető, akár terepi vizsgálatokra is alkalmas eszközök további mennyiségi és minőségi változást eredményeznek az adatgyűjtés üteme, a pontosság, gyorsaság, reprodukálhatóság terén. A diákok, akik megismerkednek ezen eszközök valós vagy szimulált használatával, magától értetődő természetességgel használják őket további tanulmányaik során vagy majdani munkahelyükön.

Az IKT korlátlan lehetőségeket biztosít fejlesztéseink, eredményeink megosztására, illetve – a megfelelő szabályok között – mások eredményeihez való hozzáférésre is. Használatával lehetőséget és ösztönzést kapunk illetve adhatunk iskolai, helyi, országos vagy nemzetközi közösségekkel való együttműködésre. Ezzel egyidejűleg megismerkedhetünk a szellemi tulajdonhoz kapcsolódó jogokkal, például a forrásfelhasználásra vonatkozó szabályokkal. Ezek egyik alkalmazási területe az önálló iskolai kutató- és gyűjtőmunka, különös tekintettel a középszintű érettségire választható projektmunkára.

Az IKT eszközök használata vitathatatlan előnyökkel jár. Az alkalmazásukhoz szükséges technikai feltételek a legtöbb helyen elérhetőek. A következőkben abból a meggyőződésből indulunk ki, hogy e lehetőségeket a mobil informatikai eszközökkel a kezükben felnövő generáció tagjai magától értetődő természetességgel használják majd. Ez egyben szükség-szerű feltétele annak, hogy az informatika korszakában versenyképes ismeretekre és készségekre tegyenek szert (Kardos és Karnuts-Takács, 2012).

Hangsúlyozni szükséges azt is, hogy a fent említett korosztály ismeretszerzési stratégiái egy olyan információs környezetben alakulnak ki, amely gyökeresen eltér attól, amelyben az előző generációk felnőttek. Ennek a környezetnek a legszembetűnőbb jellegzetessége az egyidejű, több forrásból érkező, elsősorban vizuális ingerek, multimédiás tartalmak növekvő túlsúlya. Az IKT, amely ennek az új típusú ismeretszerzésnek gerjesztője és eszköze is egyben, megkerülhetetlen szerephez jut egy

olyan generáció oktatásában, ahol a hagyományos, verbális alapon nyugvó, lineáris ismeretszerzési folyamat egyre kevésbé hatékony.

Ennek jelei már azon modern iskolai tankönyvekben megmutatkoznak, amelyek szerkesztése a korábban megszokottól eltérő, mozaikszerűen tördelt, ezzel is sugallva az információk előzetes csoportosítását, kisebb, fogyaszthatóbb adagokban történő tálalását.

Egyre terjed az a vélekedés is, hogy néhány évtizeden belül eltűnhetnek a tankönyvek az iskolai oktatás egyes területeiről. Ma még a legtöbb hazai iskolában a mobiltelefonok használatának korlátok közé szorítása az aktuális kérdés. Azonban egyre gyakoribb jelenség, hogy a telefon határait rég túlnőtt mobil informatikai eszközök használata az órai munkába integrálódik. Több mint kézenfekvő az a gondolat, hogy ez a belátható jövőben elterjedt, mindennapos gyakorlattá válik (*Nádori, 2013*).

Az IKT nyújtotta új távlatokat szemlélve nem szabad megfeledkeznünk az ismeretek, készségek átadásának, elsajátításának hagyományos módszereiről sem. Erre nem csak a „mihez kezdünk áramszünet esetén”-típusú ellenvetésekre adunk választ. A klasszikus szemléltető módszerek, eszközök, kísérletek, táblai vázlatok, rajzok szerepe az informatikai forradalom közepette változatlanul megmarad, a megfelelő helyen és időben alkalmazva. Ezeknek a módszereknek továbbra is gazdagítaniuk kell a pedagógus eszköztárát, lehetővé téve, hogy a tanár mindig kiválaszthassa a körülményeknek és céloknak leginkább megfelelő, vagy az adott helyzetben lehetséges megoldást (*Nádori és Prievara, 2011*).

Az IKT paradox módon egyszerre jelent anyag- és energiatakarékos – adott esetben ingyenes – forrásokat, ugyanakkor drága, gyorsan elavuló eszközöket is, amelyek alig követhető sebességgel veszítik el értéküket és használhatóságukat. A magas költségek miatt az informatikai fejlesztés ma az oktatásban alapvetően pályázati forrásokból valósítható meg, így az intézmények pályázati lehetőségei meghatározó jelentőségűek. Az elnyert források azonban gyakran nem terjednek ki a berendezések karbantartására, szervizköltségére. Ezek a feladatok így nagy terhet rónak az intézményekre. Elmaradásuk viszont oda vezet, hogy az eredetileg az oktatás színvonalát emelő eszközök a pedagógiai folyamatok gátjává válhatnak (*Makó 2011*). E jelenségnek a szemléletformáló hatása is fontos: az IKT eszközök gyors elavulása rácsúfol a környezettudatos életvitel, a fenntartható fejlődés, az újrahasznosítás, az energia és az erőforrások takarékos felhasználásának alapvető elveire.

Ezzel egyidejűleg viszont a digitális technológia lehetővé teszi, hogy valós anyagfelhasználás (könyv, eszköz, berendezések, vegyszerek, élő vizsgálati anyag) nélkül, alacsony költségek mellett szerezzünk és osszunk meg sok, folyamatosan frissülő információt. Természettudományos laboratórium híján szimulációkkal is elvégezhetők egyes vizsgálatok, akár olyanok is, amelyekben a környezetre vagy az egészségre ártalmas anyagok felhasználására kerülne sor. Tanteremben (mobileszköz birtokában bárhol) végezhetünk vércsoport-meghatározást, vérátömlesztést, műtétet, boncolást, radioaktív kormeghatározást, gélelektroforézist, olyan feladatokat, amelyek eszköz-, anyag- és energiaigényük miatt egyébként iskolai környezetben nem volnának kivitelezhetőek. Az IKT használata során tehát különös figyelmet kell fordítani arra, hogy kihasználjuk az alkalmazások által biztosított előnyöket a takarékoság terén, és ne változtassuk azokat hátránnyá rosszul értelmezett kényelmi szempontokból vagy figyelmetlenségből, például nagy tételben történő nyomtatással, vagy az eszközök gondatlan kezelésével.

Az informatikai robbanás korában feltartóztathatatlanul özönlő információáradatban csak úgy tudunk tájékozódni, ha kifejlesztjük a szelekció és a kritikus befogadás készségét. Különösen igaz ez a természettudományok esetében. Nemcsak a reneszánszokat élő hamis és áltudományos információk kiszűrése a cél, hanem a tévedéseket, torzításokat tartalmazó, valós tényekkel összekeveredett ál-információk kritikus kezelése is. Erre csak a jól felkészült, ismereteit frissíteni képes és akaró pedagógus alkalmas.

Ugyanakkor számolni kell azzal is, hogy a napi rendszerességgel frissülő tartalmak világában egyes nemrégiben még autentikusnak számító információforrások hamar elavulttá válhatnak, míg más, azelőtt marginális helyzetű források központi szerephez jutnak. Az informatika világában néhány év alatt felejtenek el egykor közzismert webhelyeket, alkalmazásokat, szolgáltatásokat, hogy helyükbe ugyanilyen sebességgel a semmiből óriássá nőtt utódok lépjenek. A mindig újra fogékony fiatal nemzedékkel foglalkozó pedagógusra ez is az állandó megújulás kényszerével hat.

Az élethosszig tartó tanulás igénye az IKT alkalmazásában is megnyilvánul. Ezt nemcsak a napi rendszerességgel érkező információk sokasága teszi szükségessé (köztudott, hogy az informatika mellett napjaink legdinamikusabban fejlődő tudományága éppen a biológia). Az informatikai eszközöket használó tanárnak arra is fel kell készülni, hogy információs

forrásai, – jó esetben eszközei és berendezései is – folyamatosan bővülnek, korszerűsödnek, egyes tudományterületeken pedig teljes szemléletváltás is bekövetkezhet. A diákjainak versenyképes tudást biztosítani kívánó, illetve az egyes kiemelkedően tájékozott tanulókkal lépést tartani akaró tanár készen kell, hogy álljon ismereteinek állandó frissítésére.

Különösen fontos elfogadni a pedagógus szerepében történt azon változást, amely szerint a tanár megszűnt az információ egyedüli forrásának lenni. Ez azonban távolról sem jelenti a tanári szerepkör csökkenését, hiszen egyidejűleg új feladatai keletkeztek: a diákokat segítő útmutatás elsősorban az adott területet legjobban ismerő pedagógusra hárul.

Az információkhoz való hozzáférés egyik fontos tényezője az idegen nyelvek – elsősorban az angol – ismerete. A mai tanári közéggeneráció és az ennél fiatalabbak már gyermekkoruktól kezdve tanultak angolul, így velük szemben jogos elvárás e nyelv bizonyos szintű használata. A diákok idegen nyelvi kompetenciáját, nyelvtudásuk biztonságát erősíti, ha hozzászoknak a más nyelvű források használatához is. Ezzel egyben tudatosul bennük, hogy a nyelvtudás nem önmagáért való cél, hanem elsősorban eszköz az információkhoz való hozzáférés kiszélesítésében.

Az angol nyelven hozzáférhető források mennyisége és minősége természetesen meghaladja a magyar nyelvűekét. Hátrányunkat ezen a téren fokozza, hogy a nagy állami ráfordítással elindított digitális oktatási tudásbázis (SDT) nem teljesítette a neki szánt feladatot. A keretrendszer komplexitásának a létrehozott anyag felhasználhatósága esett áldozatul (Hunya, 2005). Jelenlegi elavult, nehézkes állapotában, frissítések és érdemi felhasználói bázis nélkül a rendszer önmaga karikatúrájává vált. A közeljövő egyik kérdése, hogy mekkora változást hoz majd ebben a helyzetben a 2015-ben induló Nemzeti Közoktatási Portál.

Az egyetlen korlátozás nélkül elérhető magyar nyelvű forrás (Realika) egy külföldi rendszer (YTeach) részleges, néhol hiányos magyarítása. Noha ízelítőt ad abból, milyen lenne egy jól működő rendszer, az adaptációja csak részleges maradt, így felhasználási lehetősége az eddig elkészült fejezetekre korlátozódik. A Sunflower Learning, amely a múltban az SDT-n át is elérhető volt, 2013 óta fizetőssé vált. Mindenre kiterjedő, jól használható digitális anyagot eddig csak egyes tankönyvkiadók biztosítottak saját vevőik részére. A felhasználható források listája ezzel ki is merült, nem kevés tartalmi és minőségi ürt hagyva maga után.

Ez utóbbi tény különös hangsúlyt ad a nyelvismeretnek. Hosszú azon angol nyelvű tárhelyek listája, amelyek a hazai iskolai környezetben is felhasználható, színvonalas digitális tananyagokat tesznek elérhetővé. E források széles körű megismeréséhez szintén az IKT biztosít lehetőséget szakmai, oktatási, közösségi felületeken való megosztás, link- és alkalmazásgyűjtemények segítségével. A következőkben felsorolt összes digitális alkalmazás hivatkozása megtalálható az általam működtetett weblapon (<https://sites.google.com/site/bioteka2014/home>), vagyis a kézikönyv a honlappal egységben használható.

Az IKT-használattal kapcsolatos gyakorlati tapasztalatok bőséges forrásai egyes szakmai fórumok (pl. Tanárblog) és felmérések (pl. *Kőrösné*, 2010).

4.2. Építsünk sejteket! (Sejtek, sejtalkotók és működésük, membránok, transzportfolyamatok)

A sejtekre jellemző mérettartományok távol esnek a mindennapi életünkben megszokott arányoktól. Ezek bemutatásában, érzékeltetésében így különösen jól használhatóak a digitális szemléltető eszközök. Az ilyen tárgyú szimulációk segítségével látványosan mutatható be a méretarányok tág skálája, a szubatomi tartománytól egészen a kozmikus méretekig. Kellő mértékben felnagyítva vagy lekicsinyítve elképzelhetővé, egymással összevethetővé válnak egy más léptékű világ elemei. Érzékelhetővé válik rész-egész viszonyuk a belőlük felépülő nagyobb rendszerekkel, ugyanakkor feltárható a saját belső szerkezetük is, amely a náluk is kisebb alkotórészek kölcsönhatásából alakul ki.

A mindennapokban megszokott léptékekkel mérve a sejtek, sejtalkotók közötti méretkülönbségek elenyészőnek tűnnek. Diákjaink számára például sokszor nem egyértelmű a sejtes és az atomi mérettartományok különbsége. Megfelelő szemléltető eszközökkel azonban jól érzékeltethetők és gyakoroltathatók a közöttük fennálló, sokszor nagyságrendnyi eltérések.

Ezek a szemléltető eszközök segítenek tájékozódni a mindennapi élet skáláján kívül eső mérettartományok viszonyai között. Különösen igaz ez a tízes alapú hatványokkal jelölt méretek esetében, ahol a hatványkitevőben fennálló egy-két számértéknyi eltérés tízszeres-százszoros különbséget jelent a valóságban. Így gyakorolható a méretek számszerű kifejezése,

illetve ezzel egyidejűleg az SI mértékrendszer megfelelő előtétszavainak (mikro-, nano- stb.) alkalmazása is.

A diákok munkáltatására, önálló feladatvégzésére több szinten is adódik lehetőség. Példákat jelölhetünk ki az alkalmazásokban szereplő nagyszámú tárgy/sejt/ élőlény közül (angol nevük megadása egyben a nyelvi kompetenciák fejlesztését is szolgálja). Ezek méretének összehasonlítása számolás nélkül is elvégezhető. A diákok feladatául adható egyes objektumok pontos méretének a megadása is. Számítási feladattá bővítve (10 hatványaival) meghatározhatjuk, hányszor nagyobb valamely objektum hossza, mint egy másiké. Összetettebb változatként (közelítőleg gömb alakú tárgyak esetében) szóba kerülhet a térfogatviszonyok kiszámítása is.

A méretekkel való ismerkedés után következik annak a meghatározása, hogy az e mérettartományokba eső objektumok milyen eszközökkel tehetők láthatóvá a vizsgálódó ember számára. A szem felbontóképességének ismeretében (amelynek átlagos értéke egy ívperc, így olvasási távolságban közelítőleg egy tizedmilliméter különbség érzékelését teszi lehetővé) szorzással, osztással meghatározható a szükséges nagyítás mértéke. A digitális források közt egyes alkalmazások használhatók arra, hogy méretskála és megadott példák, alapján kiválasszuk, milyen eszköz(ök) használatára van szükség az adott mérettartományba eső objektumok vizsgálatához. Ennek meghatározása példák alapján, önálló feladatként is kiadható.

Vizsgálati eszközök

A mikroszkóp használatának elsajátítása csak az eszközzel elvégzett valóságos gyakorlati munkával lehetséges, amelyet a virtuális tevékenység nem helyettesíthet. Egyes fázisok megkönnyítése, gyakorlása azonban digitális eszközökkel is lehetséges.

Egyszerű alkalmazásokkal, „fogd és húzd” módszerrel gyakorolható például a mikroszkóp egyes részeinek megnevezése. Az elvégzett munka eredménye a képernyőtartalom elmentésével dokumentálható, ami alkalmas feladat elvégzésének igazolására. Az összetettebb alkalmazások akár a mikroszkóp használatának teljes körű szimulációját is lehetővé teszik. E tevékenység során a virtuális eszköz használható teljesen önállóan, vagy opcionális súgóval, beépített utasításokkal irányítva.

Ezek az alkalmazások segítséget nyújthatnak olyan esetben, amikor nem áll rendelkezésre valóságos készülék, például otthoni gyakorláskor, vagy ha nincs megfelelő szaktanterem, illetve nem áll rendelkezésre kellő számú eszköz. Alkalmask lehetnek a korábban megszerzett gyakorlati tudás ellenőrzésére, felelevenítésére is.

Az elektronmikroszkóp működése iskolai körülmények között kizárólag virtuálisan szemléltethető, így ennek az eszköznek a megismeréséhez nélkülözhetetlen az ilyen jellegű alkalmazások használata.

Sejtek, sejtalkotók

A sejtek és alkotóik gyakorlati vizsgálata megfelelően felszerelt biológiai laboratóriumban klasszikus módszerekkel elvégezhető (*Lénárd, 1981*). A vizsgálatok elvégzését az eszköz- és vegyszerhiány korlátozhatja. A digitális alkalmazások így a laboratóriumi munka hasznos kiegészítői, adott esetben helyettesítői is lehetnek.

A sejtek felépítését szemléltető alkalmazások különböznek abban a tekintetben, hogy milyen szintű felhasználói aktivitást igényelnek. Többségük a sejtalkotók felsorolásával, megnevezésével, strukturális leírásával kezdődik. Ezt követi egy ellenőrző szakasz, amelyben a megismert részletek azonosítása a feladat, például a megadott elnevezéseket kell az ábrák egyes részleteihez párosítani.

Az összetettebb alkalmazások a sejtalkotók funkcióját is megadják, illetve visszakérdezik. Az ellenőrzés ebben az esetben a struktúra és a funkció párosításával történik. Önálló feladatként is kiadható a sejtalkotók megkülönböztetése, szétválogatása aszerint, hogy melyek fordulnak elő univerzálisan, illetve csak egyes sejtípusokban (például csak növényi vagy csak állati sejtekben). Az elvégzett munka a képernyői ábra elemzésével dokumentálható.

A legmagasabb szintű aktivitást igénylő alkalmazások módszere a sejt „saját kezűleg” történő felépítése. Egyszerű esetben ez a rendelkezésre álló kész sejtalkotók „fogd és húzd” technikával történő összeillesztését jelenti. Ennél nagyobb kihívást és egyben élményt jelent azonban az olyan alkalmazás, amelynek során az evolúciós fejlődés egyfajta megismétléseként, problémamegoldásra alapozott, interaktív játék formájában végezhető el a sejt felépítése. Az alapvető elemektől elkezdve egyre több sejtalkotóval és működésükkel ismerkedünk meg. A megszerzett sejtalkotókat – és az új ismereteket – azonnal a gyakorlatban is alkalmazzunk

kell. A sejt egyre több feladat ellátására lesz alkalmas, a szerepjátékok hőseihez hasonlóan új képességeket szerez. Energiát állít elő, megszerzi és felépíti saját anyagait, megküzd az ellenséges kórokozókkal. Az ily módon létrehozott sejt virtuális (akár szerethető) élőlényé válik, a megismerési folyamat pedig a létért való küzdelemmel kapcsolódik össze (Ollé, 2012).

Ebben az alkalmazásban a számítógépes játékokra jellemző módon lehet egyes szintekig eljutni. Az elért szintek rögzítése a képernyőtartalom elmentésével történhet. Ez a játékok esetében megszokott módon alkalmat ad az önálló teljesítmények összevetésére, megbeszélésére.

Külön említést érdemel az endoszimbionta elmélet bemutatása. Az endoszimbiózis jelensége komplexitásából adódóan igényli a digitális szemléltetést, amely nagyban megkönnyíti a folyamat értelmezését. Látványosan kimutatható a hipotetikus ősi sejtek és a belőlük létrejött sejtstruktúrák fejlődése. Érzékelhetővé tehetők a kialakult sejtiszervecskék (mitokondriumok és zöld szintestek) közötti szerkezeti analógiák, és valós folyamatként mutathatók be az elmélet által feltételezett evolúciós események.

Biológiai membránok szerkezete

A hagyományos módszereket követve a biológiai membránok szerkezetének bemutatása többféle nehézségbe ütközik. Ennek oka egyrészt az, hogy az ábrázolni kívánt membránstruktúra igen összetett, másfelől pedig az, hogy e szerkezetnek a lényegi eleme a dinamikus változatosság, amelynek érzékeltetése statikus szemléltetéssel szinte lehetetlen.

Az alkalmazásokban az első lépés rendszerint az egyes membránalkotók megnevezése, funkciójuk leírása. A következő szakasz a megismert struktúrák azonosítása kész mintákon. Ez történhet „fogd és húzd” módszerrel, szöveges vagy ábrás párosító feladattal, vagy a megadott ábrarészletek kattintással történő kiválasztásával. További szinten a megismert elemekből építőjáték-szerűen össze is rakható a membrán összetett rendszere. A feladatok elvégzése a kész struktúra ábrájának elmentésével igazolható.

Membránokhoz kötődő folyamatok

Ezek a folyamatok a klasszikus sejttani laboratóriumi vizsgálatokkal szemléltethetők (Perendy, 1980). Ezek kiegészítéséhez, értelmezéséhez a

digitális szemléltetés nagy segítséget nyújt, hiszen e változások térbeli és időbeli lefolyását csak mozgó, működő modellekkel lehet igazán érzékelteni. Az e célra használható alkalmazások lehetővé teszik a diffúzió, az ozmózis (ehhez kapcsolódóan a plazmolízis és a hemolízis) valamint a membrántranszportok molekuláris szintű bemutatását és magyarázatát.

A diffúzió és az ozmózis vizsgálatának szimulációja virtuális kísérletként is elvégezhető. Ez akár a valós kísérlet előtti bevezetésként, akár azt követő ismétlésként is használható.

Egyes alkalmazások lehetőséget adnak a diffúzióval és az ozmózissal kapcsolatos kísérleti helyzetek szimulációjára, jelenségek értelmezésére, feladatok megoldására is. Ezen alkalmazások futtatása közben mód nyílik a kísérleti körülmények, például a folyamatban részt vevő egyes anyagok koncentrációjának megváltoztatására, a folyamatok irányának befolyásolására. Mindez a valós kísérletekkel szemben nem jár eszköz- és anyagfelhasználással. A virtuális szemléltetés arra is képes, hogy segítségével egyszerre mutassuk be a makroszkopikus és mikroszkopikus nagyságrendű változásokat, így adva meg a jelenségek részecskeszintű magyarázatát.

A membránok közreműködésével lezajló transzportfolyamatok bemutatása szintén megkívánja a digitális eszközök használatát. Ily módon értelmezhetővé válik a facilitált diffúzió, a csatornafehérjék és hordozófehérjék működése, az aktív és passzív transzportfolyamatok molekuláris mechanizmusa. Ábrázolhatóvá tehető a folyamatok irányát meghatározó koncentrációviszonyok, a közeg (víz) és a benne oldott részecskék áramlásának iránya, illetve az olyan összetettebb magyarázatot igénylő fogalmak, mint a féligáteresztő membrán vagy az elektrokémiai gradiens. Párosító feladatokkal gyakorolható, hogy a sejt életfolyamataiban szerepet játszó részecskék milyen módon képesek átjutni a membránokon.

A membrán szerkezeti változásaival járó transzportfolyamatok, az endocitózis és az exocitózis értelmezését szintén időbeli és térbeli vonatkozásaik miatt könnyíti meg a digitális szemléltetés.

4.3. Hogyan működik a sejt? (Enzimműködés, sejtleggés, fotoszintézis, nukleinsav- és fehérjeszintézis, sejtosztódás)

A középiskolai biológia tananyag talán leginkább problematikus területe a sejtben zajló biokémiai folyamatok tárgyalása. A biológia egyéb területei iránt lelkesen érdeklődő diákok közül is sokak számára kemény

próbatétel a sejtanyagcsere folyamatainak megértése, a molekuláris mechanizmusok részleteinek tisztázása és az egyes részfolyamatok közötti összefüggések felismerése. Az ehhez szükséges kognitív műveletek igen sokrétűek: kémiai és biológiai lexikális ismeretek szintézise, rendszerező munka, analogikus gondolkodás, összetett folyamatok analízise szükséges ahhoz, hogy ezek a folyamatok komplexitásukban megismerhetővé váljanak. Nem véletlen, hogy a biológiaoktatás ezen ága a digitális szemléltetőanyagok alkalmazásának egyik kiemelt területe.

Az enzimek működése

A sejtben lezajló anyagcsere-folyamatok csak enzimek által katalizált módon mehetnek végbe az élő rendszerekre jellemző intenzitással. Az enzimműködés részleteinek ismerete, az enzimekkel végzett vizsgálatok így alapfeltételei az anyagcsere megértésének.

A klasszikus iskolai laboratóriumi kísérletek elsősorban a környezeti tényezőknek az enzimreakciókra gyakorolt hatásait vizsgálják (*Perendy, 1980; Lénárd, 1981*). Ezen összetett, idő- és anyagigényes vizsgálatok alapján a makroszintű változásokból vonhatók le molekuláris szintű következtetések. A digitális szemléltetőanyagok ennek kiegészítőjeként bővebb és sokrétű lehetőséget kínálnak a folyamatok molekuláris mechanizmusának értelmezésére.

Az enzimek és az általuk átalakított szubsztrátok szerkezetének egymást kiegészítő jellege sematikus geometriai formákkal, egyszerű animációkkal is jól bemutatható. Hasonlóan egyszerű és látványos az enzimek kompetitív és allosztérikus gátlásának bemutatása. Az ilyen jellegű alkalmazások egyetlen különálló enzim molekula példáján mutatják be a katalizátor és inhibitor hatású molekulák működését.

Az összetettebb animációk az enzimeket és szubsztrátokat már egy dinamikus anyagi halmaz részeként mutatják be. Így lehetővé válik az időegység alatt átalakult anyag mennyiségének (azaz a reakciósebességnek) az érzékeltetése. Egyes alkalmazások lehetővé teszik a katalizált átalakulás körülményeinek (például a hőmérséklet, a kémhatás vagy a koncentrációviszonyok) változtatását is, így azoknak a reakciósebességre gyakorolt hatásai is nyomon követhetők.

Az enzimhatás termodinamikai alapjai, energetikai viszonyai szintén jól szemléltethetők digitális eszközökkel. Interaktív módon, a kísérleti körülmények változtatását szimulálva vizsgálható a reakciók aktiválási

energiájának mértéke katalizátor jelenlétében, illetve hiányában. A szimulációk eredményei grafikusán szemléltethetők. Az önállóan végzett feladatok teljesítése az elmentett ábrák segítségével igazolható.

A rendelkezésre álló források mindezt kiegészítik az enzimekkel végzett valóságos kísérletek filmre vett bemutatójával, virtuálisan elvégezhető laboratóriumi vizsgálatokkal és a felhasználás területeinek bemutatásával.

Az életkori sajátosságoknak megfelelő, jól szerkesztett alkalmazással mindez játékos formában, akár kisiskolásoknak is bemutatható (pl. a monomer „építőkövekből” egy enzim molekula épít hidat a játékfigura számára).

A szénhidrát-anyagcsere folyamatai

A glükóz lebontása és felépítése összetett reakciósorozatokon át megy végbe. A reakciók menetét enzimek szabályozzák, amelyek a sejt adott helyein, lokalizáltan termelődnek. A folyamatok áttekintéséhez így nemcsak az egyes kémiai változásokat kell bemutatni, hanem ezen reakcióknak a sejten belüli helyét is.

Ez a kettős feladat nehezen oldható meg hagyományos szemléltetési módszerekkel. Ismert megoldás a feladatok különválasztása, azaz először történik a kémiai reakciók értelmezése, majd a már megismert folyamatok elhelyezése a sejtben. Ezután történhet a kétféle megközelítés szintézise.

Ezen megközelítések egyidejű alkalmazása a hagyományos szemléltetési módokon csak kompromisszumokkal valósulhat meg. Vagy egyenletekkel telezsúfolt ábrákat készítünk, ami az áttekintést nehezíti, vagy leegyszerűsítve írjuk fel a folyamatokat, így egyes részletek elvesznek. A digitális szemléltetés ezzel szemben lehetővé teszi, hogy egyszerre kövessük az anyag átalakulását és útját is a sejt egyes régiói között.

A molekulák jelölése az egyes alkalmazásokban különböző részletességgel történik. Némelyek megadják a teljes szerkezeti képleteket, mások különböző mértékben leegyszerűsített jelöléseket használnak. A jobb átláthatóság kedvéért többnyire kalottmodell-szerűen ábrázolják az átalakulás során nyomon követendő molekulákat. A szénatomokat a hozzájuk közvetlenül kapcsolódó atomokkal együtt gömbök jelölik, a többi atomcsoportok közül pedig csak azok vannak részletesen feltüntetve, amelyek részt vesznek az átalakulásban. Így megfigyelhető az atomok, atomcsoportok mozgása, áthelyeződése, kiválása vagy beépülése. A reakcióban

szerepet játszó egyéb molekulák (koenzimek, ATP) jelölése leegyszerűsített szimbólumokkal történik.

A biológiai oxidáció utolsó szakaszának tanulmányozásakor több, párhuzamosan zajló folyamatot kell figyelemmel kísérni az elektronszállító lánc működése kapcsán. Animációk alkalmazásával a részecskék térbeli mozgása is bemutatható, így segítségükkel látványosan szemléltethető az elektronok és protonok áramlása, illetve az ATP-molekulák ezzel egyidejű szintézise. Ez jelentős segítséget nyújt a kemiozmózis-elmélet megértéséhez.

A fotoszintézis szemléltetése hasonló jellegű feladatokat jelent. A források legtöbbje egységes séma szerint, a fentebb említett jelölések alkalmazásával mutatja be a folyamatokat. Bőséges szemléltetőanyag áll rendelkezésre mind az egyes részfolyamatok egyenkénti, mind a fotoszintézis komplex bemutatására. Ezek közt található a folyamatok molekuláris szintjét is pontosan részletező alkalmazás, de a kisiskolások számára készült játékos, interaktív változat is. A feladat elvégzésnek jutalma a fotoszintézis útján létrehozott cukor, amely egyben az önállóan elvégzett munka virtuálisan benyújtható bizonyítéka is.

A nukleinsavak és a fehérjék szintézise

Ezen két anyagcsere-folyamat szoros kapcsolata abban is tükröződik, hogy számos forrás együtt dolgozza fel a két témát. Emellett találhatóunk példát az egyes részfolyamatok külön-külön való tárgyalására is.

E témakörben sajnálatos módon még a megszokottnál is kevesebb magyar nyelvű forrás érhető el. A téma egyike azoknak, amelyek valamely okból kimaradtak a legismertebb hazai digitális gyűjtemény fejezetei között, noha az angol nyelvű eredetiben megtalálhatók.

A DNS-molekula és annak működése már csak az örökítő anyag molekuláinak mérete miatt is nehezen mutatható be. Ezért a szemléltetésben bizonyos fokú egyszerűsítésre mindenképpen szükség van (akár hagyományos, akár digitális úton történik). Ez leginkább a molekula cukorfoszfát láncának szimbolikus megjelenítésében mutatkozik meg, csakúgy, mint a hagyományos módon történő bemutatás során. A DNS megkettőződését csakúgy, mint az egyéb anyagcsere-folyamatokat, egyszerűbb és összetettebb animációkkal is szemléltethetjük. A könnyebb érthetőség a minél egyszerűbb ábrázolásmódot indokolja.

A folyamat szemikonzervatív jellegét igazoló kísérletek bemutatásához nagy segítséget jelent az animációk használata. Ugyanígy jelentősen megkönnyítik a megértést a „vezető” és a „kullogó” szál működésének különbségét bemutató alkalmazások.

A folyamatot irányító enzimek a forrásokban többnyire egyértelműen, világosan megkülönböztethetők, szerepük könnyen megérthető.

A fehérjeszintézist bemutató alkalmazások különböző mértékben igénylik a felhasználó aktív közreműködését. A legegyszerűbb változatok csupán az összekapcsolódó nukleinsavak és riboszómák működését mutatják be. Esetenként még a kodon-antikodon kapcsolódási szabályai is több lépcsőben kerülnek bevezetésre.

Az összetettebb alkalmazások lehetőséget nyújtanak az önálló munkára, a „saját kezűleg” történő fehérjeszintézisre, a genetikai kodonszótár gyakorlati alkalmazására is. Ilyen munkáltató jellegű alkalmazások többféle felhasználói szinten is rendelkezésre állnak, akár játékos formában, akár magasabb szintű tudást feltételező módon. Az elkészített fehérje egyben virtuálisan „beadandó” végtermék is.

A nukleinsavak és fehérjék szintézisére vonatkozó ismeretek az operon-modellben összegződnek. Az operon működése időben és térben is összetett, soktényezős folyamat, amely csak komplex ismeretek alkalmazásával érthető meg. Ez tehát tipikusan olyan terület, ahol a digitális szemléltetés alkalmazása indokolt.

A rendelkezésre álló alkalmazások többsége bemutató jellegű, ám található magas fokú felhasználói aktivitást igénylő, interaktív változat is, amely ráadásul magyar nyelven is hozzáférhető. A operon-rendszer „saját kezű” működtetése nagyban elősegíti a folyamat bemutatását és megértését.

A sejtciklus és a sejtosztódás

A sejtek osztódásának körülményei sokrétű tudás szintézisét igénylik. A sejt belső szerkezetére vonatkozó ismeretek tovább bővülnek a sejtmag felépítésére és az örökítőanyag szerveződésére vonatkozó ismeretekkel. A klasszikus iskolai megfigyelések a megfelelően felszerelt laboratórium-ban elvégezhetők (*Perendy, 1980; Lénárd, 1981*).

A sejtciklus szakaszainak bemutatására és gyakorlására sokféle digitális alkalmazás közül válogathatunk. Az egyszerűbbek csupán a szakaszok rövid leírását adják, az összetettebbek részletesen tárgyalják a folyamat

összefüggését az örökítőanyag szerveződésével és működésével (Kőrösné, 2010). A kromatinállományból szerveződő kromoszómák kialakulását látványos animációkkal mutathatjuk be. Virtuálisan akár emberi kariogram is készíthető. A feladat önálló munkavégzésre is alkalmas, eredménye digitális úton beadható.

A mitózis és a meiózis során a sejtekben változatos struktúrák térben és időben összehangolt mozgása zajlik. Így nem meglepő, hogy számos egyszerű és összetett alkalmazás készült bemutatásukra, összehasonlításukra, a sejtek életében betöltött jelentőségük megvilágítására. Interaktív gyakorlásra az egyszerű „fogd és húzd” módszerű feladatoktól az osztódás önálló modellezésén át a sejtciklus komplex, játékos irányításáig számos lehetőség érhető el. Önálló munkaként való elvégzésük a záró képernyővel igazolható.

4.4. Nézzünk magunkba! – 1. Az emberi test: mozgási, táplálkozási s légzési szervrendszer

Az ember mozgási szervrendszere

Ha létezik a biológiának olyan területe, ahol indokolt a térbeli formákat, a mozgást érzékeltető eszközök használata, akkor az emberi mozgásszervek bemutatása bizonyosan ilyen. A szemléltetés elsődleges módszere természetesen az, hogy e szervek kézzelfogható valóságukban (például saját testünkön, az emberi csontváz modelljén vagy mikroszkópi preparátumokon) kerüljenek bemutatásra.

Ezt követhetik, támogathatják és kiegészíthetik a virtuális szemléltetés eszközei. Ezeknek a létjogosultsága olyan helyzetekben van, amikor nem áll rendelkezésre más eszköz (például otthoni gyakorláskor), a kellő részletességű szemléltetés nehézkes, vagy a szemléltetni kívánt szerkezetek mérete nem teszi lehetővé a bemutatásukat (például az izomfonalak esetében). Egyes struktúrák eredeti, élettani helyzetükben, esetleg működés közben történő bemutatása szintén könnyebb virtuális úton.

A vázrendszer alkotórészeinek elhelyezkedése, a csontkapcsolatok szerkezete, mechanikai sajátosságai, az izomműködés és annak molekuláris mechanizmusa olyan jelenségek, amelyek szemléltetését, megismerését a digitális technika nagyban elősegíti (Kőrösné, 2010).

Az emberi anatómiát bemutató kiadványokhoz ma már gyakran tartozik valamilyen digitális segédanyag. Ezek azonban korlátozott hozzáférésük miatt nem jelentenek mindenki számára elérhető lehetőséget.

A magyar nyelvű források száma igen korlátozott. A legismertebb webhelyeken néhány egyszerű „fogd és húzd” technikával készült alkalmazás található, amelyek a csontok megnevezéseit vagy az ízületek részeinek neveit gyakoroltatják. A legjobban használható hazai digitális gyűjteményből pedig ez a fejezet egyszerűen kimaradt.

A „fogd és húzd”-típusú feladatok önálló munkáltatásra használhatók. Az elkészült feladatok a képernyőtartalom mentésével beadhatók.

Az idegen nyelvű források felhasználási lehetősége éppen az anatómia területén a leginkább korlátozott. Használatuk során nem lehetséges a magyar nyelvű szakkifejezések gyakorlása. Alkalmazásuk leginkább akkor lehet indokolt, amikor a felhasználó saját anyanyelvén már biztonsággal használja az anatómiai kifejezéseket, és csupán a szemléletes bemutatás, gyakorlás a cél. Mindezen okokból kevés lehetőség van az önálló feladatmegoldásra és a munkák bemutatására.

Az elérhető alkalmazások többsége egyszerű bemutató. Ilyen például a koponyacsontok ábrázolása különféle nézetekből. Ennél összetettebb szemléltetőanyagok mutatják be az ízületek típusait, és a hozzájuk rendelhető mozgásokat, a mozgási szervrendszer különböző részeinek példáján.

A vázizmok nevezéktana, feladata, felépítése és működése makroszinten és molekuláris szinten is jól szemléltethető. A legegyszerűbb bemutatókban előbb megnevezésre kerülnek az egyes vázizmok (több nézőpontból készült anatómiai ábrákon), majd megjelenik a hozzájuk kapcsolódó működés(ek) leírása. Ezután kerül sor a gyakorlásra, fordított sorrendben.

Ha a mozgási szervrendszer bemutatásához általános értelemben véve hasznos a mozgófilmmel történő szemléltetés, akkor fokozottan érvényes mindez a vázizmok működésének molekuláris mechanizmusára. A csúszófonál-elméletet, az izomfonalak működési sajátosságait (például azt, hogy a fonalak hossza nem változik, miközben maga az izom megrövidül) sokszor a hosszadalmas, körülményes magyarázat ellenére is félreértik a diákok.

A magyar nyelvű szemléltető anyag, amely bántóan szegényes és alacsony színvonalú, nem alkalmas a molekuláris mechanizmus részleteinek

tisztázására az emelt szintű érettségien elvárt szinten. Jó minőségű digitális animációkkal azonban látványosan ábrázolhatók az izomfonalak felépítésbeli különbségei, egymáshoz viszonyított térbeli elhelyezkedésük, kapcsolódásuk és mozgásaik. Lehetővé válik a miozinmolekula kötődésének, konformációváltozásának és ATP-bontó aktivitásának szemléltetése, az egyes részfolyamatok időrendiségének ábrázolása. Érthetővé válik, hogy miként alakul ki makroszintű változás a mikroszkopikus változások sokaságának ismétlődése nyomán. A digitális szemléltetés egyik fő erőssége éppen az ilyen területeken a legszembetűnőbb: ugyanazon folyamat egymástól különböző léptékekben is értelmezhető.

Az ember táplálkozási szervrendszere

A táplálkozási szervrendszer anatómiája, az emésztőnedvek működése jól tanulmányozható és bemutatható torzók, modellek, kémcsökísérletek, mikroszkópi preparátumok és állatboncolás segítségével (*Perendy, 1980; Lénárd, 1981*).

A digitális szemléltetés hasznos kiegészítő az olyan mikroszkopikus nagyságrendű struktúrák és működésük szemléltetéséhez, mint például a tápcsatorna falának szöveti szerkezete, a bélfal mirigyei vagy a vékonybélbolyhok. Hasonlóan sokat segítenek a mozgást is szemléltető alkalmazások azon szervek esetében, amelyek működésének lényege valamilyen mozgásban rejlik. Ilyen a garat és a gégefedő működése a nyelés alatt, vagy a bélszakaszok perisztaltikus mozgása.

Ebben a témában bőséges a kínálat digitális forrásokból, amelyek egyaránt lehetőséget nyújtanak a tápanyagokra vonatkozó ismeretek tárgyalására, a tápcsatorna anatómiájának és élettanának a bemutatására, valamint mindezek gyakorlására.

Munkáltató alkalmazások segítségével ismerhetjük meg az egyes tápanyagok előfordulását, mennyiségi viszonyait, szerepét, illetve a hiányuk következményeit. A tevékenységek (csoportosítás, párosítás) eredménye elmenthető. Az érdeklődés felkeltésére, az önálló munkára kimondottan jól használhatók az olyan alkalmazások, mint például az, amelyik egy hamburger összetételének változtatásán át mutatja be az adott élelmiszer tápanyag- és energiatartalmát. Az ilyen bemutatóhoz könnyen szerkeszthető változatos feladatok. Feladatként adható például különböző összetételű hamburgerek zsír/fehérje/energiatartalmának számszerű összehasonlítása, húst tartalmazó és vegetáriánus változatok tápanyag-összetételének

vizsgálata, vagy például adott határ alatti zsír/energiatartalmú virtuális hamburger összeállítása. Az összevetés meghökkentő eredményekre vezet, amelyek az egészséges táplálkozási szokások kialakításában is felhasználhatók.

Noha az alkalmazás angol nyelvű, a globális „hamburgerkultúra” segít áthidalni a nyelvi nehézségeket, így a feladat az idegen nyelvi kompetenciát is fejleszti. A virtuális hamburgerek és a hozzájuk tartozó adatok kép formájában is elmenthetők, illetve bemutathatók.

A tápcsatorna részeit a legtöbb alkalmazás valamilyen oktatófilm segítségével mutatja be. Ezután az egyes bélszakaszok, szervek, szervrészek azonosítása történik ellenőrző kérdések, párosító feladatok, feliratozandó ábrák segítségével. Ezzel párhuzamosan, ugyanilyen módon zajlik az egyes szakaszokhoz tartozó funkciók azonosítása is. Az elvégzett munka eredménye kép formájában rögzíthető, lementhető.

Önálló feladatként végezhető az emésztés fázisainak időbeli sorba rendezése, és a folyamatokban közreműködő szerv(részlet)ek, emésztőnedvek, emésztőenzimek azonosítása. A bélből felszívott emésztési termékek nyomon követése az előbbiekhöz hasonló munkáltató jellegű alkalmazásokkal történhet.

Az ember légzési szervrendszere

A légzési szervrendszer felépítése és működése sokféle hagyományos eszközzel szemléltethető (torzók, működő modellek, állatboncolás). Az IKT eszközei különösen a szervek működésének bemutatásához, a bennük lejátszódó folyamatok megértéséhez nyújtanak segítséget.

A szervrendszer megismerése során az IKT alkalmazásának több aspektusával is találkozhatunk. A szervrendszer anatómiájának ismertetésén túl szemléltethetők a légcsere és a gázcsere során végbemenő áramlási és nyomásviszonyok, a légzőmozgások, a hangadás mechanizmusa, vagy a légzési gázok szállítása a testben. Megfelelő eszközökkel pedig a légzés-funkciók vizsgálata és az eredmények értékelése is lehetővé válik (*Kőrösné, 2010*).

A szervrendszer részeinek azonosítása a legtöbb alkalmazásban kattintással vagy „fogd és húzd” módszerrel történik. Az így elvégzett munka eredménye kép formájában elmenthető.

A tüdők szerkezetének bemutatása során többször szükséges változtatni az ábrázolás léptékét, amit a digitális technika alkalmazása jelentősen megkönnyít.

A belégzés és a kilégzés során zajló légzőmozgások, a térfogati és nyomásviszonyok összehasonlítása szemléletes animációkkal oldható meg. Összetettebb változatokban a bemutatót ellenőrző feladatok is követik. Hasonlóképpen összehasonlítható a be- és kilélegzett levegő összetétele is.

A légzési gázok útjának és az ezt meghatározó nyomásviszonyoknak a szemléltetése kimondottan igényli a digitális szemléltetés eszközeit. Több alkalmazás kiter a légzőrendszer egészségét veszélyeztető tényezőkre (levegőszennyezés, dohányzás), és ezek hatásának a bemutatására is.

A ember légzésének hagyományos laboratóriumi módszerekkel történő vizsgálata a légzőmozgások modellezésén és a kilélegzett szén-dioxid kimutatásán túl a légzési térfogatok (korlátozott pontosságú) vizsgálatára terjed ki (*Perendy*, 1980; *Lénárd*, 1981). IKT-eszközök alkalmazásával a térfogati elemzés tovább bővíthető. Első fokozatban az adatrögzítés és az adatfeldolgozás történhet digitálisan (például a nagyobb számú mintán végzett adatgyűjtés utáni adatfeldolgozás, átlag, gyakoriság és szórás számítása). Korszerű adatgyűjtő berendezés (amely az egészségügyben is használt, számítógéppel összekötött műszer oktatási célú változata) használatával lehetővé válik az egész vizsgálat egyszerű, gyors, és nagyobb pontossággal történő elvégzése.

4.5. Nézzünk magunkba! – 2. Az emberi test: keringési és kiválasztási szervrendszer

A vér összetevői és a hozzájuk kapcsolódó folyamatok

Az emberi vér összetettsége, alkotóinak szerkezeti és funkcionális sokfélesége igényli a komplex szemléltetési módszereket. A vér számos fizikai, biokémiai, immunológiai folyamat színhelye, amelyek bemutatásához, vizsgálatához nagy segítséget nyújtanak a digitális eszközök. Mivel az iskolákban az emberi vér vizsgálata egészségvédelmi indokok miatt nem engedélyezett, nagy jelentősége van a virtuálisan elvégezhető kísérleteknek.

A vér alakos elemeinek bemutatására mikroszkópi felvételeket vagy stilizált ábrákat tartalmazó animációk állnak rendelkezésre. Az egyes vér-

alkotók alakváltozatai, kóros elváltozásai (pl. sarlósejtes vérszegénység) valóságként bemutathatók. Felismerésük gyakoroltatható az ábrák és megnevezések párosításával, funkcióik hozzárendelése a „fogd és húzd” módszerrel. Hasonló módon mutatható be és gyakorolható a vérplazma egyes összetevőinek csoportosítása, illetve a vérképzésben részt vevő szervek jellemzése.

A vér gázszállítását befolyásoló nyomásviszonyok, a gázok áramlási irányának bemutatása mozgó animációkkal szemléletesebbé tehető. Munkáltató alkalmazásokkal ezek a feladatok önállóan is elvégezhetőek, az eredmények kép formájában elmenthetőek.

Az AB0 és az Rh-vércsoportok bemutatására alkotott animációk értékes segítséget nyújtanak a szemléltetéshez, a gyakorláshoz és a virtuális kísérleti munkához. Ezekben az alkalmazásokban a sematikus ábrák mellett valóságként interaktív szimulációk segítségével is megismerkedhetünk a vércsoportokat meghatározó sejtszintű szerkezetekkel és a vérátömlesztésre vonatkozó gyakorlati tudnivalókkal. A szerzett ismeretek párosító feladatok vagy akár életszerű szimulációk segítségével is gyakorolhatóak. Az egyik ilyen alkalmazás, amely játékos formában dolgozza fel a vércsoport-meghatározást és vérátömlesztést, letisztult, lényegre törő, a figyelmet megragadó stílusával 2012-ben a Swedish Learning Awards díjnyertes alkotása lett. A méltán elismert program több különböző nehézségi fokon, minimális magyarázat mellett, akár nyelvtudás nélkül is játszható, s kitűnően ötvözi a klasszikus játékelemeket a tudományos tárgyyszerűséggel.

Az ilyen szintű alaposággal kidolgozott oktatóprogramok tálcán kínálják a feladatot az önálló munkavégzéshez, hiszen egy-egy közösen elvégzett feladat után már csak ki kell jelölni a következő vizsgálati alanyt, s a diákok szó szerint és képletesen is játszva végzik el a munkát.

Érdekes összevetni az említett alkalmazást az egyik magyar nyelven elérhető megfelelőjével. Az egyébként igényes kivitelű animáció stílusa vontatott, túlmagyarázott, a felhasználó helyett a program dolgozik, így az előző példához képest kisebb kihívást jelent.

Részletes és szemléletes alkalmazások állnak rendelkezésre a véralvadás mechanizmusának ábrázolására, illetve a sarlósejtes vérszegénység okainak, kialakulásának és tüneteinek bemutatására. Ezek magasabb szintű nyelvtudást igényelnek, és kevésbé interaktívak, inkább bemutatásra alkalmasak.

Az emberi immunrendszer működése olyan összetett folyamat, amely méltán tarthatna igényt a magas színvonalú digitális szemléltetésre. Jelenleg azonban csak egyetlen olyan magyar nyelvű alkalmazás érhető el, amely többé-kevésbé a középiskolában elvárható szinten és minőségben mutatja be a védekező szervrendszer felépítését és működését. Noha a nevében interaktív, valójában ez az alkalmazás nem több bemutónál, amely munkáltatásra, önálló feladatvégzésre közvetlenül nem alkalmas.

Az idegen nyelven hozzáférhető alkalmazások látványosan mutatják be az immunrendszer működését egészében, illetve az egyes részfolyamatokat külön-külön is. Szemléltethetők az antigént felmutató falósejtek és a különféle nyiroksejtek kölcsönhatásai, a specifikus és nem specifikus, a sejtes és az antitestes immunitás közötti különbségek, az antigén-antitest reakciók, az immunrendszer szerepe az allergiás folyamatok kialakulásában. Magasabb szintű nyelvtudás birtokában mindez elérhető játékos, interaktív formában is. Ennek eredményei más játékokhoz hasonlóan rögzíthetők, bemutathatók.

A szív felépítése és működése

A szív hagyományos úton való bemutatása torzók, modellek, preparátumok, állatboncolás segítségével történik (*Perendy*, 1980; *Lénárd*, 1981). A szív működés bemutatásához hagyományosan alkalmazott békaszív ma már nem használható fel iskolai kísérleti célokra. A digitális szemléltetés ily módon környezeti nevelési küldetést is teljesít, az élet és a környezet védelmére ösztönöz.

A szív szerkezetének és működésének szemléltetése önmagában is összetett feladat. Magában foglalja a szerv szöveti felépítésének bemutatását, az üregek, billentyűk, erek működésének, a vér áramlási és nyomásviszonyainak, illetve a szív ingerületképző és ingerületvezető rendszerének szemléltetését. Végül a megszerzett ismeretek egyidejű alkalmazásával, szintézisével, az ok-okozati összefüggések feltárásával érthető meg a szerv egészének működése. Ennek megfelelően bőséges a kínálat a szívet bemutató alkalmazásokból.

A szemléltetéshez rendelkezésre állnak szerkezetileg és funkcionálisan leegyszerűsített modellek, amelyek külön-külön mutatják be a szív egyes területeit vagy funkcióit. Külön gyakorolható a szívüregek, billentyűk, a be- és kivezető erek megnevezése. Ezek a feladatok ábrarészletekre való

kattintással vagy ábrák feliratozásával végezhető el. A feliratozott ábrák lementett kép formájában alkalmasak az elvégzett munka igazolására.

A két szívfél működése elkülönítve is bemutatható, ezzel megkönnyítve a vér áramlási irányának megértését a be- és kivezető erekben, illetve a szíüvegek között. Ezeknek elsősorban a szívvel való ismerkedés kezdeti szakaszában vehetjük hasznát. Más alkalmazások a folyamatokat egyidejűleg, a valós események élethű, térbeli megjelenítésével mutatják be: ezek használata a megszerzett ismeretek szintézisében segít.

A szívciklus szakaszai kifejezetten szemléltetést igénylő jelenségek. A szakaszok sorrendjének, időtartamának, az egyes szakaszokban párhuzamosan zajló eseményeknek a bemutatásához számos forrás nyújt lehetőséget. Munkáltatásra a szívciklus eseményeinek sorba rendezése, a szívciklus időtartamának kiszámítása ad lehetőséget. Lehetőség van a szívhangok bemutatására is, valamint a hozzárendelésükre a szívciklus megfelelő szakaszaihoz.

A szív ingerületképző és ingerületvezető rendszerét szemléltető animációk a rendszer részeinek bemutatásával, az egyes részek azonosításával, szerepük és kapcsolatuk megvilágításával segítik a gyakorlást. Ezek megnevezése, működési sorrendbe állítása ad lehetőséget a munkáltatásra. A szív elektromos aktivitását regisztráló elektrokardiogram egyszerű, sematikus modellek és valóság-hű interaktív szimuláció segítségével is vizsgálható. Ez utóbbi magasabb szintű nyelvtudást feltételez, és komolyabb elemző-értékelő munkát is kíván. A vizsgálat azonban teljesen életszerű, az elért eredmények regisztrálhatók és beadhatók.

Az érrendszer részei

Az érrendszer felépítése, az egyes értípusok felismerése, szerkezetük és működésük bemutatása során szintén jól kihasználhatók a virtuális szemléltetés adta lehetőségek. Valódi mozgásként, folyamatként mutatható be a vér áramlása, az erek mozgásai, a keringési rendszer és a szövetek között lezajló anyagforgalom. Jól szemléltethető és gyakorolható a légzési gázok szállítása a vérben, illetve a gázok útját meghatározó nyomásviszonyok. Az ezt bemutató ábrák kiegészítés és feliratozás után elmenthetők.

Megfelelő szemléltetőeszközzel könnyen tisztázhatók az olyan típusú félreértések, mint például az artériák és vénák fogalmának téves összekapcsolása a bennük szállított vérgázok összetételével. Azonnal megmu-

tatható, hogy ez a fajta megközelítés a két vérkör esetében ellentétes következtetésre vezet, a vér áramlási iránya viszont egyértelműen meghatározza a kérdéses ér típusát.

Számos alkalmazás tárgya a keringési rendszer egészséges működése. Mivel hazánk világszerte a szív-érrendszeri megbetegedések gyakoriságát illetően, indokolt, hogy a diákok minden lehetséges fórumon szembesüljenek az egészséges életmód és a keringési rendszer épsége közötti összefüggésekkel. Az ilyen témájú animációk tárgya a különféle étkezési, életviteli szokások hatásának bemutatása a keringési rendszer egészségére. A munkáltatás során a kockázati tényezők és az egészségügyi következmények ok-okozati kapcsolatát kell tisztázni. Ezen feladatok elvégzését is igazolhatjuk a végeredmények elmentésével.

A kiválasztás szervrendszere

Az emberi kiválasztó szervrendszer bemutatásához jelenleg nem áll rendelkezésre szabadon hozzáférhető, jó minőségű magyar nyelvű szemléltető anyag. Egyéb alkalmazások segítségével viszont jól tanulmányozható a vese működése, a különféle anyagok forgalma a vese folyadékterei között. Ezek használata némi nyelvismeretet igényel. Munkáltatásra kevésbé, inkább szemléltetésre, gyakorlásra alkalmasak.

A nefronok csatornái és a vérplazma között áramló részecskéket a legtöbb alkalmazás színekkel jelöli. Külön-külön és együtt is megfigyelhető kiszűrődésük a vesetestecskékben, illetve visszaszívódásuk az elvezető csatorna egyes szakaszain. Egyes animációk még a csatorna sejtjeinek membránjában elhelyezkedő transzportfehérjék működését is részletezik. Külön említést érdemelnek a Henle-kacs területén lejátszódó folyamatok, amelyek tisztázását szintén megkönnyítik a mozgások érzékelésére is alkalmas animációk. E jelenségek egyes alkalmazásokban interaktív módon befolyásolhatók.

Szemléltethetők olyan, a tananyagban kevésbé részletezett eljárások, mint a vesekőképződés, a művesekezelés vagy a veseátültetés. A hemodialízis tárgyalása során bemutatatható az ellenáramlás elvén működő dializátor.

4.6. Állandó szabályozás, szabályozott állandóság – 1. (A neuronoktól az agyig; az idegrendszer működése)

Az idegi szabályozás makroszkopikus és molekuláris szintű folyamatok sokaságát foglalja magában. Elemi jelenségei az idegsejtek szintjén mennek végbe, ezért nagyságrendjük, intenzitásuk érzékszerveinkkel fel-foghatatlan. A hagyományos szemléltetés mikroszkópi preparátumok, állatboncolás, illetve állatokon és embereken végzett kísérletek segítségével végezhető (Lénárd, 1981; Perendy, 1980). Ezek a vizsgálatok sokszor anyag- és eszközigényesek, kivitelezésük körülményes. Az állatkísérletek szerepét a környezettudatos oktatás szellemében az olyan vizsgálatokra kell korlátoznunk, amelyek nem károsítják a megfigyelt egyedeket. Helyettesítésükhöz, csakúgy, mint a csupán műszerekkel megfigyelhető jelenségek bemutatásához, modellezéséhez az IKT eszközei nyújtanak segítséget.

A neuronok felépítése és az elemi idegjelenségek

Az idegi szabályozás alapfogalmait, az idegrendszer feladatait a digitális források által kínált struktúra-funkció párosító feladatokkal, az egyes idegi működések részfolyamatainak grafikus sorba rendezésével mutathatjuk be. A neuronok részleteinek megnevezése ábrafeliratozással, „fogd és húzd” módszerrel gyakorolható. Egyes alkalmazások esetében az ábrarészletek nevét billentyűzeten begépelve kell megadnunk.

Az idegsejtek egyes típusainak megkülönböztetése ábrafelismerés és -feliratozás útján gyakorolható. Más alkalmazásokban a feladat a neuronok „fogd és húzd” típusú grafikus összekapcsolása, amelyet az ingerület terjedési irányának megfelelően kell végrehajtanunk. Eközben figyelemmel kell lennünk arra, hogy az egyes neurontípusok a reflexív felépítésének megfelelő sorrendben kövessék egymást a képen. Végül az ábrán elhelyezett nyilak segítségével meg kell jelölnünk az ingerület útját. A kész ábrát a diákok elmenthetik, így a feladat önálló munkaként kiadható és eredménye is ellenőrizhető.

Az elemi idegjelenségek – a membránpotenciál és ennek változásai – bemutatására bőséges szemléltetőanyag áll rendelkezésre. Animációk sokaságával mutatható be a membrán egyes szerkezeti elemeinek (kettős lipidszél, ioncsatorna- és pumpafehérjék) szerepe a sejtmembránra jellemző töltéseloszlások kialakításában. Az alkalmazások többsége bemu-

tató jellegű. Némelyek elkülönítve szemléltetnek egyes részfolyamatokat (például a Na^+ - K^+ -pumpa vagy a feszültségfüggő ioncsatornák működését). Mások komplex módon, a részfolyamatok együttes szemléltetésével mutatják be a membránban kialakuló elektromos jelenségeket. Virtuálisan elvégezhetjük egyetlen sejt oszcilloszkópos megfigyelését is: a megjelenítés léptékének változtatásával szemléltethetjük, hogy az ioneloszlás apró, sejtszintű változásai hogyan válnak a műszer által érzékelhetővé tett grafikus jelekké.

Az akciós potenciál kialakulása összetettebb interaktív alkalmazással is szemléltethető. Ebben a felhasználó úgy tanulmányozhatja az általa ingerelt sejtet, hogy a vizsgálat közben igény szerint változtatni tudja az ábrázolás léptékét és sebességét. Így különböző tér- és időbeli felbontás mellett figyelhetők meg a membránfolyamatok, a töltéseloszlás változásai, illetve a lezajló folyamatok műszeres regisztrálása. A szimuláció nagy előnye, hogy az egyes részletek megjelenítése be- és kikapcsolható, így azok külön-külön vagy egyszerre is megfigyelhetők.

Az akciós potenciál „minden vagy semmi”-elven történő működése szintén bemutatható néhány egyszerű interaktív alkalmazás segítségével. A szemléltetés során a keletkezett potenciálgörbe egyes szakaszainak megnevezése és a háttérükben zajló folyamatok hozzárendelése ábrafeliratozással, „fogd és húzd” módszerrel gyakorolható. Ezek az alkalmazások lehetővé teszik az önálló feladatmegoldást is. A munka eredménye az elmentett kép formájában bemutatható.

Az ingerületeknek a membránokban való tovaterjedése jól szemléltethető a digitális animációk segítségével. Ezek különösen nagy segítséget jelentenek a pontról pontra történő ingerületvezetés mechanizmusának a megértésében: abban, hogy az egyes membránterületek hogyan képesek a körkörös töltésáramlás révén a szomszédos membránrészletekben akciós potenciált kiváltani, miközben azok a területek, ahol a potenciálváltozás már lezajlott, egy ideig refrakter állapotban maradnak. Az előbbihez hasonló, hosszadalmas mondatok értelmezését jelentősen megkönnyíti a mozgóképi megjelenítés, amely láthatóvá teszi az egyes ionok, illetve töltések áramlását a sejtmembrán szomszédos szakaszai között. Eközben jól megfigyelhető, hogyan helyeződik át a membránban az a terület, amelyben éppen kialakul az akciós potenciál.

Hasonlóan látványos a csupasz és a velőshüvelyes axonok ingerületvezetési sebességének összehasonlítása a kétféle struktúra párhuzamos be-

mutatása során. Jól szemléltethető, hogy az idegrostokban az ionáramlás és az ennek nyomán kialakuló akciós potenciál csak az axonok csupasz szakaszain valósul meg, míg a velőshüvellyel borított szakaszokon nem változik meg az ionok és a töltések eloszlása.

A szinaptikus ingerületátvitel mechanizmusa sejtszintű folyamatok révén válik érthetővé. A kémiai szinapszis animációján szemléletesen bemutatható az egyirányú ingerületvezetés, a szinaptikus átvivőanyagok felszabadulása és ürülése a szinaptikus részbe, a diffúziójuk által okozott szinaptikus késés, a transzmitter és a receptor molekulák egymáshoz illeszkedő szerkezete, a fel nem használt átvivőanyag-molekulák további sorsa. Bemutatható, hogy egy neuron számos más idegsejttel létesíthet kapcsolatot, így a rajta végződő szinapszisok hatása összegződve befolyásolja a működését.

Egyes alkalmazások a szinaptikus jelátvitelt befolyásoló anyagok (alkohol, koffein, nikotin, mérgek, gyógyszerek, pszichoaktív szerek) hatásmechanizmusát is szemléltetik. Virtuális állatkísérletekben (egerek, pókok példáján) bemutatható a kísérleti egyedek megváltozott viselkedése, ugyanakkor az ennek háttérében álló molekuláris és sejtszintű folyamatokra is fény derül. Ezek a látványos interaktív eszközök magasabb szintű idegennyelv-ismeretet igényelnek, ám a témaválasztás és a magas színvonalú megjelenítés ösztönzést adnak a megértéshez.

Külön hangsúlyozandó ezen alkalmazások kapcsán a környezettudatos szemléletmód erősítése, hiszen jó példát mutatnak arra, hogy miként csökkenthető a tudományos céllal végzett állatkísérletek (*Perendy*, 1980) jelentősége az oktatás egyes területein. Nem kevésbé fontos az egészségnevelő szerepük sem, hiszen e digitális tartalmak fő célközönsége éppen az alkohol, a dohányzás és a pszichoaktív szerek hatásainak legérzékenyebben kitett korosztály. E példákat látva remélhetőleg megfelelő módon alakul ki bennük a szerhasználattal kapcsolatos egészségtudatos hozzáállás.

A szinapszisok működéséről szerzett ismeretek elmélyítését számos munkáltató alkalmazás segíti. Az ingerületátadás részfolyamatait „fogd és húzd” módszerrel sorba rendezhetők. Egyes alkalmazások lehetővé teszik annak a vizsgálatát, hogy milyen hatással van a szinapszis utáni sejt aktivitására a szinapszis működésében bekövetkező változások (például a preszinaptikus sejt állapota, a felszabaduló átvivőanyag mennyiségének változása). A serkentő és gátló szinapszisok működése például szövegki-

egésztési feladat révén hasonlítható össze. Az elvégzett feladatok eredménye elmenthető, bemutatható, így ezek az alkalmazások önálló feladatvégzésre adnak lehetőséget.

Az idegrendszer felépítése és működése

Az idegrendszer és a benne lejátszódó, időben és térben szerteágazó folyamatok összetett szerkezeti és működési rendszert alkotnak. Ezek működése csak az általuk szabályozott folyamatokkal összefüggésben értelmezhető, így tanulmányozásukhoz a más területeken megszerzett ismeretek felelevenítése, szintézise is szükséges. Nem véletlen tehát, hogy a digitális alkalmazások széles skálája modellezi és mutatja be az idegrendszert, amelynek egyik lehetséges működési analógiája is éppen a számítógép.

Az idegi szabályozás elemi egysége, a reflexív összekapcsolt szervek, sejtek és egymást követő folyamatok összessége. Ezek térbeli viszonyait és időbeli lefolyását könnyen szemléltethetjük az animációk segítségével. Az ismert gyakorlati vizsgálatok mellett (*Perendy, 1980*) így is bemutatható a klasszikus bőr- és izomeredetű reflexek működése. Gyakorláskor a reflexív anatómiai részletei, illetve a lejátszódó részfolyamatok „fogd és húzd” módszerrel megnevezhetők, illetve sorba rendezhetők, akár önállóan elvégzendő feladat formájában.

A központi és a környéki idegrendszer szerkezeti és funkcionális felosztása, anatómiai részleteik megnevezése, illetve a hozzájuk kapcsolódó folyamatok meghatározása minden esetben hasonló módon, ábrafeliratozás, szövegkiegészítés, fogalompárosítás segítségével gyakorolható. E célra számos munkáltató alkalmazás áll rendelkezésre. A bemutató jellegű alkalmazások jellemzően az ingerületek útját követik nyomon egy-egy adott idegrendszeri funkció esetében (pl. gerincvelői reflexek, illetve a fel- és leszálló pályák által közvetített impulzusok példáján).

Számos alkalmazás foglalkozik az agy egyes részeihez kapcsolódó feladatok bemutatásával. Virtuális kísérleteket végezhetünk, amelyekben megfigyelhetjük, milyen hatást vált ki bizonyos agyterületek stimulációja (például milyen mozgások válhatnak ki a mozgatómező egyes részeinek ingerlésével).

Az idegrendszer egyes részeinek nevezéktanát, felépítését, működését játékos formában is szemléltethetjük. Az agyat ábrázoló virtuális kirakójáték segítségével változtatható nehézségi szinten, nyelvismeret nélkül is

gyakorolhat a felhasználó. Az idegennyelvi kompetenciákat is fejlesztő alkalmazások (memóriajátékok, keresztrejtvény, szókereső) a nyelvet már beszélő diákok számára jelentenek kihívást. A játékos feladatok végezhetőek önálló tevékenységként, akár verseny formájában is, mivel a megoldásukhoz szükséges időt kijelzik, s a megoldott feladat eredményével együtt ez is rögzíthető.

4.7. Állandó szabályozás, szabályozott állandóság – 2. (Érzékek birodalma; az érzékszervek működése)

Az érzékszervek felépítését, illetve működését sokféle klasszikus vizsgálattal mutathatjuk be. Ezeket a legkézenfekvőbb módon a saját testünkön, szerveinken végezhetjük. A tanári gyakorlatban számos vizsgálat akár minimális felszereltséggel is elvégezhető (*Lénárd, 1981; Perendy, 1980*). Egyes kísérletekhez állatok is felhasználhatók, de a korszerű gyakorlatban csak úgy, ha az állatok nem szenvednek károsodást.

Egyszerűségüknél fogva az érzékszervek működését bemutató vizsgálatok nagy része kötöttségek nélkül, a tanteremben vagy otthoni körülmények között is elvégezhető, megismételhető. Tanórai kísérletként végezve mindig számíthatnak a diákok érdeklődésére. Az ily módon megszerzett ismeretek rögzülését segíti, hogy ebben az esetben az érzékszervi élmény nemcsak kísérője, de a tárgya is a tanulási folyamatnak.

Az érzékelés részfolyamatainak logikai sorrendjében gondolkodva az IKT eszközök elsődleges felhasználási területe a különböző ingerek előállítására. Íz, szag, tapintás, hő és fájdalomingerek előidézésében – egyelőre – nem érdemes IKT alapú alternatívákkal kísérletezni a klasszikus módszerek helyett. A hang- és fényingerek terén azonban (amelyek definíciószerűen az audiovizuális szemléltetés eszközei) már tágabbra nyílik a lehetőségek tárháza az IKT innovatív alkalmazói előtt.

Digitális eszközökkel, számítógépes alkalmazásokkal, vagy online források használatával olyan hanghatások idézhetők elő, amelyek erősségét és frekvenciáját tetszés szerint változtathatjuk. Erre – minimális eszköz-igény mellett – akár tanulói szintű hallásvizsgálat is építhető. Érettségi projektmunkaként bemutatható például egy, a család vagy az iskolai közösség tagjaiból álló mintán elvégzett vizsgálat eredménye, amely a hallásnak az életkorral és az életmóddal való összefüggését tárgyalja. Az interneten többféle online hallásteszt is elérhető, amelyeket egészségügyi

intézmények, hallókészülékeket gyártó cégek működtetnek. Ezek, bár a szakorvosi vizsgálatot nem helyettesítik, otthoni felhasználásra, oktatási célú demonstrációra kiválóan alkalmasak. E hallásterveztek kiegészítéseként olyan szimulációk is elérhetők, amelyekkel az egészséges hallású emberek számára mutathatók be a halláscsökkenés különböző fokozatai.

A látás vizsgálatához, működésének bemutatásához a klasszikus eszközök is széles repertoárt biztosítanak. (Lénárd, 1981; Perendy, 1980). Ezeket bővíti tovább az IKT, amely mint vizuális ingereken alapuló technológia, a legkülönbözőbb képi hatások előidézésére alkalmas. Animációkkal látványosan bemutatható például az additív színkeverés mechanizmusa, amely a látás elemi részfolyamata. A színlátás vizsgálatához használt csereszíntáblák szintén elérhetők online formában, s tantermi kivetítő használatával a bemutatásukat sem nehezítik méretbeli problémák. A látási rendellenességek érzékeltetése hagyományos eszközökkel kevésbé lehetséges, a digitális alkalmazások segítségével azonban szó szerint is igen látványosan szemléltethetők. Az egészséges látású néző manipulált mintaképeken vagy szimulációkon át tapasztalhatja meg a különféle látási zavarokat: a látótérkieséseket, a látásélesség változásait, vagy a színlátást érintő problémákat.

Külön érdemes megemlíteni az optikai illúziók keltésére alkalmas paradox ábrákat. Ezek ékes bizonyítékot szolgáltatnak arra, hogy a látásérzet kialakításáért felelős szerv nem a szem, hanem az agy, amely megfelelő eszközökkel becsapható (illetve bennünket csap be). Ezek a képzőművészetben, de ma már az utcai graffitiken is megjelenő alkotások évszázadokkal megelőzték a digitális technika születését, ám az utóbbi évtizedekben az IKT eszközöknek köszönhetően igazi reneszánszukat élik. Az internet valóságos tárháza az ilyen ábráknak, filmeknek. A gyűjtemények nemegyszer szakszerű magyarázat kíséretében mutatják be a különféle optikai illúziókat. Ezek iskolai alkalmazása jó eséllyel számíthat sikerre a diákok körében. A téma iránt fogékony tanulók önálló munkaként is végezhetik a téma feldolgozását, demonstrációját, adott esetben reprodukálását, de a bemutatott jelenség, amely a kognitív disszonancia klaszszikus példája, szinte mindenkire motiváló hatással van.

Az érzékelés vizsgálatának soron következő eleme az érzékszervek felépítése és működése. E szervek kis méretéből adódóan a klasszikus anatómiai modellek is erős nagyításban készülnek. Az IKT eszközök egyik nagy előnye, hogy nem pusztán egyszerű nagyításra adnak lehető-

séget, hanem arra is, hogy a bemutatás közben igény szerint folyamatosan megváltoztathassuk az ábrázolás léptékét. Erre az érzékszervek esetében kimondottan szükség is van, hiszen párhuzamosan kell vizsgálnunk a sejtszintű folyamatokat és a szervek egészére kiterjedő változásokat. A digitális szemléltetés képi eszköztára jelentős segítséget nyújt az összetett érzékszervi struktúrák vizuális értelmezéséhez. Könnyebben megmutatható, hogyan néz ki például egy „csigavonalban feltekeredett csőrendszer, amelyben az alaptól kiinduló felső járat a csúcson átfordulva az alsó járatban folytatódik, miközben a kettő között egy mindkét végén zárt harmadik járat húzódik”. A valóság-hű szemléltetés érdekében egyes szervek, például a szem, virtuális boncolás útján is megfigyelhetők (valóságos állati szervek helyett vagy mellett). A modellekhez és a boncoláshoz képest az IKT eszközök elsősorban a szervek működésének szemléltetéséhez nyújtanak több lehetőséget.

A rendelkezésre álló IKT alkalmazások az érzékszervek felépítését és működését ábrafelismeréssel, struktúra-funkció elvű párosító feladatokkal, az érzőműködések részfolyamatainak vagy a szerv(részlet)ek ábráinak a sorba rendezésével, ábrafeliratozás illetve „fogd és húzd”-típusú feladatok útján gyakoroltatják. Ezek önálló munkáltatásra is használhatók. Az elkészült feladatok a képernyőtartalom mentésével beadhatók.

Különösen jól használhatók az olyan interaktív szimulációk, amelyekben a felhasználó által változtathatók egyes paraméterek (például a hallott hang frekvenciája, a látott kép távolsága, a fény erőssége), és az alkalmazás válaszképpen bemutatja, hogy a beavatkozásnak milyen hatása van az adott szerv működésére. Összetettebb szimulációban a felhasználó a szerv működését is befolyásolhatja, azaz például előbb a látott tárgy helyét állítja be, majd ennek megfelelően módosítja a szemlencse domborulatát is, úgy, hogy a fénysugarak az éleslátás helyén egyesüljenek. Egy ilyen IKT alkalmazás, amely a felhasználó aktivitását többszörösen is igényli, más eszközökkel el nem érhető többletet nyújt az aktív ismeretszerzés révén.

Az IKT alapú szemléltetés előnyei akkor válnak leginkább nyilvánvalóvá, amikor az érzékszervek működését a sejtek szintjén kívánjuk megérteni, illetve bemutatni. Nem véletlen, hogy bőséges az ilyen témájú szemléltető animációk választéka. A bőr, a belső fül vagy a szem receptorait működés közben bemutató alkalmazások jelentős segítséget nyújtanak a felhasználóknak, különösen azokban az esetekben, amikor maguk az érzősejtek is valamely összetett térbeli szerkezet részei. Ezen alkalmazá-

sok nagy előnye az, hogy működés közben különböző színekkel, grafikus kiemeléssel irányítják a felhasználó figyelmét a sejtek, struktúrák sokasága között. Így sejtről sejtre haladva bemutatható és megérthető például szem ideghártyájának vagy a belső fül labirintusszervének a felépítése és működése.

Az IKT fent említett előnyei fokozottan érvényesülnek akkor, amikor a sejteken belül lezajló molekuláris szintű változások értelmezésére kerül sor, például a szem ideghártyájának fényérzékelő sejtjeiben. A neuronok membránjában lezajló potenciálváltozásokhoz e receptorsejtekben egy összetett reakciósorozat társul. E bonyolult jelátviteli folyamat részleteinek, például a rodopszin fotokémiai átalakulásának a szemléltetését az IKT eszközök jelentősen megkönnyítik.

Az IKT által biztosított grafikus szemléltetési lehetőségekre jó példa a belső fülben az egyensúlyozást segítő érzékszervek működésének a bemutatása. Animáció segítségével párhuzamosan lehetséges szemléltetni a fej mozgásának, térbeli helyzetének változását, illetve azt, hogy eközben milyen változások történnek magában az érzékszervben.

Az érzékszerveket követően az érző idegrostok útvonalát kell követnünk az érzőidegekben, illetve a központi idegrendszer pályáiban. A klasszikus bőr- és izomeredetű reflexek szemléltetése során a reflexív érző szarának anatómiai részletei, illetve a lejátszódó részfolyamatok „fogd és húzd” módszerrel megnevezhetők, illetve sorba rendezhetők. Ez önállóan elvégzendő feladat formájában is történhet, amelynek eredménye elmenthető és beadható.

A környéki idegrendszer idegeinek, ezen belül az érző funkciójú agyidegeknek a felosztása, megnevezése, a hozzájuk kapcsolódó folyamatok meghatározása ábrafeliratozás, szövegkiegészítés, fogalompárosítás segítségével gyakorolható. E célra számos munkáltató alkalmazás áll rendelkezésre. Emellett elérhetők bemutató jellegű alkalmazások is, amelyek általában az ingerületek útját követik nyomon egy-egy adott idegrendszeri funkció esetében (pl. a gerincvelői reflexek, illetve a felszálló pályák által közvetített impulzusok példáján).

Az érzőműködések és az IKT kapcsolatát elemezve említést kell tennünk a lehetséges jövőbeli alkalmazásokról is. A neurobiológia és az informatika egyik fontos fejlesztési területét képezik azok az eszközök, amelyek az emberi érzékelés kiterjesztésére vagy az elvesztett érzékszervek pótlására szolgálnak. A bionikus szem első prototípusát 2012-ben

ültették be emberbe, részlegesen visszaadva egy vak ember látását. A mesterséges látószerv kialakításával az IKT eszközök testbe való beépítése előtt nyílt meg az út. Más célú, de szintén informatikai fejlesztések eredményei a fejre illeszthető kijelzők (játéksisakok, vagy a 2012-ben megjelent Google Glass okos szemüveg), amelyek az úgynevezett kibővített valóság megjelenítésére alkalmasak. Segítségükkel a valóság szimulációja egyre tökéletesedik, a minket körülvevő világ látványa pedig digitális forrásokból, például az internetről származó információkkal kibővítve jelenik meg.

Ma még erősen korlátozott az ilyen eszközök elérhetősége és felhasználhatósága. A gyógyászatban 2001-ben végezték az első távsebészeti műtétet, amelynek során az orvos valós idejű vizuális visszajelzést kap az általa robotkéz útján végzett műtétről, amely több ezer kilométeres távolságban zajlik. Ma már a haptikus (mechanikai) visszajelzés kifejlesztése zajlik, ami által még valóságghűbb körülmények között végezhető a munka. Az oktatásban minden bizonnyal el fognak terjedni az ilyen elven működő eszközök, amelyek használata egyre csökkenti a különbséget a valós és a virtuális világ érzékelése között.

4.8. Törpék és óriások – Méretek és arányok szemléltetése, mikroszkópi vizsgálatok támogatása

A biológia által vizsgált rendszerek, folyamatok kiterjedése térben és időben igen széles skálán változik. Hagyományos eszközökkel körülményes feladat az olyan jelenségek bemutatása, elemzése, amelyek hossza milliszekundumoktól évmillióig, mérete nanométerestől bolygó nagyságúig terjed. Az emberi képzelőerő, az analógiákban való gondolkodás képessége az egyik hatékony eszköz az ilyen jellegű problémák áthidalására. Az ember készítette vizsgálóeszközök, modellek tovább tágították a megismerhetőség korlátait, már a digitális technika elterjedése előtt is. Az IKT megjelenése azonban nemcsak mennyiségi, de minőségi változással is járt. Viszonylag alacsony ráfordítással, tömegesen elérhetővé váltak olyan eszközök, amelyek érzékszerveinkkel felfoghatóvá teszik a felfoghatatlant. Segítségükkel szinte bármit képernyőméretűre nagyíthatunk vagy zsugoríthatunk, és eldönthetjük, mennyi ideig kívánjuk szemlélni a pár percbe sűrített vagy tágított valóságot.

A molekulák és a sejtek mérettartományába eső biológiai rendszerek vizsgálatáról, arányaik szemléltetéséről már a sejtek felépítése kapcsán szó esett. Ennek során azt részleteztük, hogy a mikroszkóppal való ismerkedést hogyan támogathatjuk az IKT eszközeivel. A következőkben néhány további alkalmazási lehetőséggel ismerkedhetünk meg.

A laboratóriumi vizsgálatok hasznos kiegészítője a mikroszkóphoz csatlakoztatható digitális webkamera, amely lehetővé teszi a vizsgált objektumok képének a monitoron vagy a kivetítőn való megjelenítését. Az eszköz nagy segítséget nyújt a magas létszámú csoportokban végzett munka során, mivel így egyszerre sok diáknak egyértelműen bemutatatható a kijelölt feladat, például a megfigyelésre szánt sejtek, szövetek jellegzetes képe, amelyet azután a diákok önállóan keresnek meg a saját mikroszkópjuk lencséje alatt. A kamera megkönnyíti a munkánkat egy-egy jól sikerült tanulói preparátum bemutatásakor, vagy a látott jelenségek közös értelmezése során is.

A kamera segítségével a mikroszkópban látott kép rögzíthető álló- vagy mozgókép formájában. Ezzel alkalom nyílik a vizsgálatok egyéni és közösségi dokumentálására, a készített képanyag vagy film megosztására is. Az iskolai mikroszkópokra illeszthető webkamerákat az iskolák jellemzően nem szerzik be nagy számban, általában intézményenként maximum egyet használnak. Hátrányuk továbbá a kis felbontás okozta viszonylag gyenge képminőség (Scheuer, 2011). Ezzel ma már sok okostelefon kamerája is versenyre kelhet.

A mobiltelefonok kameráit a diákok nemegyszer önállóan alkalmazzák a mikroszkópban látott képek rögzítésére. Egy egyszerű, ám ötletes találmány tovább bővíti az okostelefonok alkalmazásának lehetőségeit a biológiai vizsgálatok során.

Némi ügyességgel egy kamerás mobiltelefonból is készíthetünk egyszerű mikroszkópot, amely a drága és kényes eszközökkel azonos elven működik. Elkészítéséhez mindössze egy olcsó (esetleg elromlott) lézermutatót kell feláldoznunk (vagy újrahasznosítanunk). A lézermutatóból kiszertelt nagyítólencsét megfelelő módon rögzítjük a kamera elé (ami házilag egy hajtú és szigetelőszalag segítségével megoldható). Az így létrejött lencserendszer a közeli tárgyakat körülbelül tízszeres nagyításban mutatja, de az elkészített képek a telefonnal digitálisan tovább is nagyíthatók. Számos mobil eszközben nagy fényerejű LED vaku is működik, ami a szükséges fényforrást is biztosítja. A berendezés elkészítése során

lényegében megismételjük az első mikroszkópok megépítésének folyamatát, mai körülmények között, a korszerű technika eszközeivel összeházasítva.

Ma még nem minden telefonnal lehetséges jó minőségű fényképeket készíteni, de a fejlődés ütemében ez nem sokáig marad így. A szükséges lézermutató pár száz forintból beszerezhető, s mivel az elektromos része többnyire gyorsan elromlik, a nagyítólencséje az újrahaznosítás szép példajaként szolgálhat tovább. Az eszköz szétszereléséhez néhány egyszerű szerszám, esetleg felnőtt segítség szükséges. A mikroszkóppá alakított telefon némi barkácskészséggel akár állványra is szerelhető, és vizsgáló asztallal, illetve a vizsgált tárgyak átvilágításra alkalmas alsó fényforrással is bővíthető. Ebben a változatban, egy második lencse felhasználásával már a kisebb iskolai mikroszkópok teljesítményét is elérhetjük.

Ezzel az egyszerű berendezéssel fényképet vagy filmet is készíthetünk a megfigyelt tárgyról. Az összeszerelés után nyugodtan hagyatkozhatunk a diákok kíváncsiságára és fantáziájára – a telefonra manuálisan „telepített” új alkalmazás felhasználási lehetőségei szinte kimeríthetetlenek.

Az elkészült képek a telefon segítségével tárolhatók, továbbküldhetők, megoszthatók. Így az elvégzett munka a megfigyeléstől a dokumentálásig ugyanazon mobileszköz alkalmazásával történhet.

Az iskolai laboratóriumokban végezhető gyakorlatok jelentős részét képezik a mikroszkópos vizsgálatok. A diákok készségeinek fejlődését, az önálló felfedezés élményét leginkább a saját kezűleg elkészített preparátumokkal való munka biztosítja. A legegyszerűbb növényi preparátumok percek alatt, minimális eszközigénnyel elkészíthetőek, mások – különösen az állati eredetű minták – összeállítása hosszas folyamat, amely adott esetben drága, vagy az egészségre ártalmas anyagok használatát is igényelheti (Perendy, 1980). Az iskolai feltételek között nehezen elkészíthető preparátumok helyett kereskedelmi forgalomban kapható kész mikroszkópi metszetsorozatok is beszerezhetünk. Ezek azonban meglehetősen drágák, idővel elszíntelenednek, eltörnek, elvesznek, s pótlásukat sokszor gátolja a pénzhiány.

E problémák egy része áthidalható az adathordozókon (CD, DVD) beszerezhető digitális fotógyűjtemények felhasználásával. Ezek minősége nem romlik az idővel (legalábbis a lemezek élettartamán belül maradván),

azonban használatuk jellege statikus. A vizsgálat közben a felhasználónak nincs módja a látómező és a nagyítás megváltoztatására, így kevésbé lehetséges a valóságos mikroszkópi vizsgálat körülményeit szimulálni. A diákok figyelme kizárólag a fotón kiválasztott területre irányul, amely valamilyen tipikus részletet ábrázol, hasonlóan a régi növényhatározók kézzel festett, idealizált képeihez. Ez részben előny, mivel elősegíti a tudatosan kiválasztott részletek célzott, hatékony rögzítését. Másfelől azonban nem ad lehetőséget az önálló felfedezés élményének a megélésére, ehelyett mechanikus tevékenységre, passzív befogadásra készíti a felhasználót.

A felhasználók aktivitására nagyobb mértékben építenek azok az interaktív sejtteni, szövettani bemutatók, amelyek a valós mikroszkópi megfigyelést szimulálják, úgy, hogy a nagyítás mértéke és a látómező is változtatható. Ilyen jellegű szövettani gyűjtemények szintén kaphatók kereskedelmi forgalomban, de az interneten, szabadon is hozzáférhetők, többnyire egészségügyi, oktatási és kereskedelmi intézmények jóvoltából. Ezek a webhelyeken a különféle mikroszkópi ábrák tematikus csoportosításban tekinthetők meg. A preparátumokról speciális eszközökkel rendkívül nagy felbontású képeket készítenek, amelyek ennek megfelelően igen részletgazdagok. Minőségük a nagyítás során sem romlik, hűen szimulálva a mikroszkóp optikai tulajdonságait. A képek fizikai mérete (térben és adatmennyiségben érve egyaránt) igen nagy, ezért használatuk hardver- és szoftverigényes. A nagyítás mértéke folyamatosan vagy fokozatonként változtatható. Egyes alkalmazások lehetővé teszik a látótér változtatását is, így a vizsgálat jól szimulálja a valós vizsgálati körülményeket. Az ilyen források használata időigényesebb, hiszen a felhasználó maga választja ki a megjeleníteni kívánt részleteket, s az is előfordulhat, hogy nem sikerül azonnal a megfelelő struktúrák azonosítása. Keresés közben viszont a valóságoshoz hasonló élmény élhető át, amelyben a felhasználó problémahelyzetek elé kerülve, saját döntései alapján oldhat meg feladatokat.

A virtuális mikroszkópia felhasználási lehetőségeit elemző kutatások rámutatnak, hogy ezen eszközök alkalmazása az oktatásban akár a hagyományos optikai mikroszkópi vizsgálatok teljes értékű alternatívájaként is működhet. Ennek hatékonyságát nem csupán a technikai fejlődés kihívásaira válaszolva mérték fel, hanem egyben válaszokat kerestek a gyakorlati képzések óraszámcsökkentése nyomán felmerülő problémákra is

(Mione, Valcke és Cornelissen, 2012). Ezek a – hazai oktatásban is jelentkező – problémák indokoltá teszik az alkalmazási lehetőségek és hatékonyságuk felmérését.

Más vizsgálatok pedig azt támasztják alá – tanári szemmel nézve egyértelmű következtetésként – hogy a virtuális mikroszkópia alkalmazása, más módszerekhez hasonlóan, csak az elvégzett munka következetes számonkérése mellett lehet sikeres (Helle, Nivala és Kronqvist, 2012).

4.9. „Játszani is engedd...” – Játék és tudomány határán, a játékalapú tanulás. Online játéztér kicsiknek és nagyoknak

A pszichológusok régóta hangoztatják a játék jelentőségét a gyermekkori fejlődésben (Vekerdy, 2001). Ez a különleges emberi tevékenység a későbbi életkorokban, változó formában ugyan, de továbbra is nélkülözhetetlen szükséglet marad. A játék érzelmeket kelt, amelyek szenvedéllyé is válhatnak – ebből a szempontból a tudomány művelői nem különböznek a játszó gyermektől, aki élmények sorozatán át fedezi fel az őt körülvevő világot.

Az informatikai fejlesztések egyik fő iránya kezdettől fogva a szórakoztatás – a tudomány és a kommunikáció mellett. Korszerű eszközeinkben ma is ezek a funkciók ötvöződnek, miközben a határ egyre inkább elmosódik közöttük. Az egyik területeken elért fejlődés a másikba olvadva gazdagítja annak lehetőségeit: tanulás, játék és kommunikáció eszközei együtt hatva erősítik egymást (Pivec, Koskinen és Tarin, 2011). A digitális játékokban rejlő potenciált felismerve, széles körű kutatások vizsgálják alkalmazási lehetőségeiket (Pásztor, 2013).

A vizsgálatok szerint a digitális játékok közös jellemzője, hogy „interaktívak, egy adott szabályrendszeren alapulnak, valamilyen cél elérésére irányulnak, ami kihívást jelent a játékos számára, továbbá folyamatos visszacsatolást biztosítanak a játékban történő előrehaladásról” (Pásztor, 2013). Az oktatási célra felhasználható, játékalapú alkalmazások (továbbiakban: digitális játékok) jelentőségét további kutatások igyekeznek tisztázni. A következőkben e jellemzők szerint haladva, példákkal illusztrálva tekintjük át szerepüket az oktatásban.

A digitális játékok egyik legfőbb motivációs tényezője az interaktivitás lehetősége a program és a felhasználó között, illetve – több felhasználó esetén – az egyes felhasználók között is. A diákok a folyamat fölötti kont-

roll érzésével gazdagodnak, egymás között pedig együttműködésre, vagy éppen versengésre nyílik lehetőség. A diákok egymással és a tanárunkkal is meg tudják osztani tapasztalataikat: tanácsot, segítséget kérhetnek és adhatnak. Ezzel a tanulási környezet megváltozik, a diákok kikerülnek a passzív befogadó szerepéből, és aktív cselekvés során szerzik meg ismereteiket, illetve fejlesztik problémamegoldó, kommunikációs, nyelvi stb. készségeiket. Az interaktív módon előzetesen szerzett ismeretek és készségek azonnal fel is használhatók a játék egy további szakaszában, ahol újabbak épülnek rájuk. Egy adott alkalmazásban például így épül a radioaktív bomlás megértésére a radiokarbon kormeghatározás módszerének megtanulása; a vércsoportok ismeretére a vérátömlesztés szabályai; a virtuális „sejtépítés” során a megszerzett sejtalkotókra és az „elsajátított” anyagcsere-folyamatokra pedig újabb, összetettebb játékbeli képességek. Az interaktív tanulási módszerek ily módon egyben a kutatásalapú tanulás alapjait is képezik.

Külön érdemes megemlíteni a digitális szimulációk körébe tartozó alkalmazásokat is. A kutatók megítélése változó azt illetően, hogy indokolt-e a szimulációk különválasztása az egyéb oktatási célú digitális játékoktól (Pásztor, 2013). Legfőbb különbségként megemlíthető, hogy eredeti formájukban szimulációk nem célorientáltak, csupán bemutatnak egy jelenséget, s eközben lehetőséget adnak egyes tényezők manipulálására. Kiváló szimulációk érhetők el egyes eljárások és jelenségek bemutatására: például egyes korszerű laboratóriumi technikák, vércsoport-meghatározás és vérátömlesztés virtuális elvégzésére, illetve az üvegházhatás vagy a természetes kiválasztódás szemléltetésére. Ha a szimuláció eredendően nem tűz ki célt, akkor mi magunk is megadhatjuk azt, de gyakran a szimulációba beleépítve is előfordulhat valamilyen célt is tartalmazó modul. A legösszetettebb alkalmazások önálló, komplex gyakorlatok elvégzésére is lehetőséget nyújtanak, amely magában foglalja a gyakorlat menetének ismertetését, a gyakorlat virtuális elvégzését, ellenőrző kérdéssort és a megírandó vizsgálati jegyzőkönyvet. Ilyen lehetőség például a vérnyomás mérése egy nagyobb számú vizsgálati populációban, amelyet a kapott adatok feldolgozása, ábrázolása és értékelése követ.

A célok megadásakor, mint minden más esetben, ügyelnünk kell arra, hogy a felhasználók tudásához, készségeihez igazodó, optimális nehézségű célokat tűzzünk ki. Csakúgy, mint más játékokban, az a feladat képvi-

sel megfelelő motivációt, amely nem teljesíthetetlenül nehéz, és nem is unalmasan könnyű.

Az előbbi példákból is látható, hogy a digitális játékok gyakran valamilyen történetbe ágyazottan jelennek meg. A történet vagy lineáris, vagy elágazásokat tartalmaz, amelyek közt a felhasználó az érdeklődése vagy az elért eredményei alapján választva haladhat tovább. Laboratóriumi műveletek vagy műtétek szimulációja esetén például az alkalmazások többnyire csak egyféle helyes út mentén engedik haladni a felhasználót – akkor is, ha ez a valóságban másképpen is történhetne. A történetet itt csupán ellenőrzőpont-szerűen működő kérdések, illetve visszajelzések szakítják meg (például a leletek alapján el kell dönteni, hogy a páciens műthető-e, és egy röntgenfelvétel alapján be kell jelölni, hogy melyik lábát műtsék). A felhasználónak ebben az esetben nincs lehetősége téves úton folytatni a játékot, például azzal kísérletezni, hogy mi történik, ha összeönti a laborban található vegyszereket. Más esetekben a program (megfelelő figyelmeztetés mellett) engedélyezi a hibás döntést is, például a nem csoportazonos vér beadását, amire a páciens részéről szintén azonnali visszajelzés érkezik.

Ha a felhasználó többféle döntést is hozhat, azok közt akár helytelenek is lehetnek (engedhet túlmelegedni egy atomreaktort, vagy túlszorodással az összeomlásba kergetni egy populációt). Ilyenkor a cél éppen a hibás döntés következményeinek a vizsgálata. A visszajelzést tehát, ami a játék egyik fő ismérve, ez esetben is biztosítani kell.

A kutatások arra utalnak, hogy nincs jelentős különbség a történethez kapcsolt illetve nem kapcsolt játékok hatékonysága között. A lehetőségekhez vagy az adott helyzethez igazodóan mindkét típusnak vannak előnyei és hátrányai (Pásztor, 2013). Hátrányként jelentkezhethet, hogy a történet elvonhatja a figyelmet az átadni kívánt tartalomról (ahogyan a formai kidolgozottság indokolatlan részletessége is járhat ilyen mellékhatással). Előnyt jelent azonban a történet motiváló hatása. A „küldetés” típusú játékok népszerűsége nyomán gyakran jelenik meg ez a fajta szemlélet az oktatási célú alkalmazások között is.

A nemlineáris alkalmazások lehetőséget adnak arra, hogy az ismeretszerzés egyéni igények szerint, személyre szabott módon történjen. Ilyen esetben elegendő az elérni kívánt cél megadása, ehhez azonban a diákok a maguk tempójában, az általuk kiválasztott úton jutnak el. Egyszerű esetben például egy alkalmazás segítségével össze kell állítaniuk egy virtuális

szendvicset, amely megadott határérték alatti zsírt/kalóriát tartalmaz. Egy ugyanezt a témát komplexebben feldolgozó alkalmazásban meg kell határozniuk egy olyan státusz-táplálkozás-testmozgás kombinációt, amely hosszú távon garantálja az egészséget. Ehhez változók sokaságát kell beállítani (magasság, testtömeg, táplálék, mozgástípus), amely az egyes felhasználók esetében más-más módon történik, de a végcél minden esetben ugyanaz.

A digitális játékok a diákokat azon a kommunikációs csatornán szólítják meg, amely mindennapi életükben is az egyik fő információs forrássá vált. E csatorna szabályai között a diákok otthonosan mozognak, „digitális ösztönüktől” vezérelve rájönnek, hogyan használják valamely alkalmazást. Így akár a nyelvi korlátok is áthidalhatók. Sok alkalmazás éppen azért használható oly könnyen, mert „magáért beszél”. Némi előzetes tudás birtokában még a felhasználók nyelvismerete is fejlődhet (szükség és lehetőség szerint tanári segítséggel, úgy, hogy mindez ne menjen az eredetileg kitűzött cél rovására).

A digitális játékok többféle érzékszervi ingert nyújtanak. Színek, formák hangok sokasága kíséri az információkat, elősegítve hatékonyabb tárolásukat. Ugyanakkor tanulságos kutatási tapasztalat, hogy (hacsak nem éppen a térbeli szemléltetés a cél) az egyszerűbb vizuális élményt nyújtó játékok is ugyanolyan eredményesek, mint a valóság-hű, költséges fejlesztői munkát igénylő alkalmazások (Pásztor, 2013). A sejtanyagcsere folyamatait például sokkal célszerűbb egyszerűsített szimbólumok segítségével ábrázolni, mint részletesen ábrázolt molekulákkal. A siker titka eszerint inkább a tartalom innovatív beágyazása a digitális keretekbe.

Egyes szempontok mindazonáltal témától és környezettől függetlenül érvényesek. A képernyőn megjelenített alkalmazások használhatóságának szempontjából alapkövetelmény a megfelelő méret. Erre vonatkozóan elrettentő példákkal szolgálnak egyes közismert digitális tananyagok. Ugyanígy találkozhatunk esztétikai szempontból nem megfelelő példákkal is. Nem hagyható figyelmen kívül, hogy az a korosztály, amely a digitális játékok célközönsége, fejlett kritikai érzéssel utasítja vissza az alacsony színvonalú termékeket.

A játékhoz érzelmi töltés is társul. A digitális játékokban a kitűzött feladat sikeres végrehajtása, a számszerűen kijelzett teljesítmény (például az elért pontszám vagy a megoldáshoz szükséges idő), az eredményt kísérő hangjelzések, vagy a felugró ábrák/szövegek megjelenése motivációs

tényezők, csakúgy, mint a sikertelen próbálkozást jelző elemek elkerülése. Az érzelmi hatást fokozza a megszemélyesítés, a „virtuális kedvencek” megjelenése. A biológiai témájú digitális alkalmazások szereplői lehetnek barátságos (vagy ellenséges) sejtek, az életfolyamatokat a szabályozó „laboratóriumból” irányító figurák, műtetre váró betegek stb. Általános tapasztalat, hogy szívesebben használunk olyan informatikai eszközöket, amelyek valamilyen módon emberi érzelmek kifejezésére képesek (üdvözölnek, kommentálják az elért eredményeket, segítséget kérnek vagy adnak).

A digitális játékok természetesen önmagukban nem csodaszerek. A tanulást segítő informatikai alkalmazások csak az egyéb módszerekkel kölcsönhatásban kerülhetnek a megfelelő helyre a tanítási folyamatban. Amint azt a kutatási eredmények is alátámasztják, a játékokhoz kapcsolódóan lehetőséget kell biztosítani arra, hogy a diákok egymással és a tanárral is megbeszéljék a tapasztalataikat, így építve be azokat ismereteikbe. A tanár szerepe tehát nem ér véget azzal, hogy diákjait a „digitális pásztor” gondjaira bízza, hanem a folyamat előtt-közben-után segítő, magyarázó, összegző, a reflexiókat, a szociális interakciókat támogató szerepet tölt be.

4.10. Készüljünk az érettségire! – Feladatarchívumok használata, feladatok rendszerezése

A biológiaversenyekre vagy az érettségire készülő diákok felkészüléséhez mindig jelentős segítséget nyújtottak a gyakorló feladatgyűjtemények és a feladatarchívumok. A közismert klasszikus nyomtatott gyűjtemények kisebb-nagyobb változásokkal ma is hozzáférhetők. Ezek száma az évek során folyamatosan bővült, így a diákok és a tanárok számára ma inkább az jelenti a feladatot, hogy megtalálják az igényeiknek leginkább megfelelő kiadványt.

A vizsgák, versenyek után megmaradt feladatlapokat, a korlátozott példányszámban megjelölt helyi kiadványokat régebben féltett kincsként őrizték a felkészítők. Az iskolai fénymásolás elterjedése hozott némi előrelépést, ám a feladatlapok utólagos szerkesztése, a feladatok tematikus csoportosítása még így is csak nehézkesen, jórészt kézi eszközökkel történhetett.

Az igazi áttörést az írásbeli feladatlapok digitális változatainak megjelenése hozta el. A 2000-es évek elejétől CD-n is elérhetővé váltak az írásbeli felvételi vizsgák feladatsorai. Néhány éven belül a feladatok az egyre szélesebb körben elérhető internetre is felkerültek. Oktatási intézmények, magánfelhasználók, végül az oktatást irányító országos szervek honlapjain is megjelentek a korábbi évek feladatsorai. A formátum a kezdetben használt HTML helyett a PDF lett, amely megszüntette a korábbi lehetőséget a feladatok szövegének, formátumának utólagos módosítására (például a kezdetekben gyakori gépelési hibák kijavítására). Innentől kezdve a feladatsorok bárki számára elérhetővé, sokszorosíthatóvá és – szűk korlátok között – szerkeszthetővé váltak.

A kétszintű érettségi 2005-ös bevezetését követően az írásbeli feladatsorok száma is ugrásszerűen megnőtt. Korábban az egységes érettségi-felvételi feladatsorokból évente kettő jelent meg. A közép- és emelt szintű írásbeli feladatsorokból viszont évente több is készül, így azok száma 2014-ben már meghaladta az ötvenet. Kézenfekvővé vált a gondolat, hogy lehetővé kellene tenni az egyre növekvő feladattömeg valamilyen átlátható rendszerbe foglalt megjelenítését.

A legtöbb online forrás az írásbeli feladatsorokat időrendi sorrendben feltüntetve teszi hozzáférhetővé. A gyakorláshoz anyagot kereső pedagógus és diák számára azonban az jelenti az igazi segítséget, ha az egyes feladatokat tematikus csoportokba rendezett, kereshető formában is elérheti. 2009-ben ennek jegyében láttam hozzá egy olyan adatbázis megalkotásához, amelyben lehetővé vált a feladatok év, szint és témakör szerinti csoportosítása, illetve az adott feladatot tartalmazó feladatsor és a hozzá tartozó megoldókulcs gyors elérése. Az Excel táblázat formájában létrejött gyűjtemény azóta egyre növekedő terjedelemben áll a tanárok és a diákok rendelkezésére.

Megjegyzendő, hogy – különösen emelt szinten – egyre nehezebb a feladatok besorolása valamely tematikus kategóriába. Ennek oka az az (egyébiránt indokolt) tendencia, hogy a biológia érettségi feladatok egyre inkább komplex jellegűek, több témakört is érintenek. Ennek következtében egy-egy feladat több kategóriában is szerepelhet, esetenként pedig újabb kategóriák létrehozása is szükségessé válik.

A közelmúltban könyv formájában is napvilágot látott egy ilyen témájú gyűjtemény (*Faragó és Szászné, 2012*). Ebben a megoldókulcsokat tartalmazó CD-mellékleten kívül többletként a szerkesztők által hozzáfűzött

megjegyzések, magyarázatok, kiegészítések is olvashatók. Ez különösen azon feladatok megoldásához nyújt segítséget, amelyek már megjelenésük idején is utólagos értelmezésre, korrekcióra szorultak. A kiadvány mindazonáltal jellegéből adódóan korlátozott hozzáférésű, illetve folyamatosan veszít aktualitásából.

A diákok és a tanárok visszajelzései, illetve személyes tapasztalataim alapján a saját szerkesztésű digitális tematikus feladatgyűjtemény jól használható a biológia érettségire való felkészüléshez, illetve a gyakorláshoz. Az árnyaltabb vizsgálathoz egy kérdőíves felmérés keretében mértem fel a feladatgyűjteményemet használó diákok véleményét. A kérdőív kitöltése anonim és önkéntes volt, kitöltésekor semmilyen személyes adat megadását nem kértem, hogy a válaszokat ezzel semmilyen irányban ne befolyásoljam.

A kérdőív hangsúlyozottan nem reprezentatív jellegű. A megkérdezett kis létszámú csoport (19 fő) a Tóth Árpád Gimnázium 2015-ben érettségiző 13. évfolyamos osztályának egyik fele. A csoport ötéves, nyelvi előkészítő évfolyammal kibővített képzésben vesz részt. Ennek során emelt óraszámú tanulás biológiát és kémiát. Döntő többségük emelt szintű érettségire készül biológiából, és továbbtanulási céljuk is e tárgyhoz kapcsolódik. Általánosságban és a biológia tantárgy terén is elkötelezett hozzáállás, magas színvonalú munka és iskolai szinten is kiemelkedő teljesítmény jellemző rájuk. A csoportból többen értek el kimagasló sikereket szaktárgyi versenyeken. A csoport minden tagjának lehetősége volt arra, hogy a biológia szaktanárától digitális formátumban megkapja a korábbi biológia érettségik írásbeli feladatsorait, illetve a felhasználásukat segítő tematikus adatbázist. Emellett az iskolában lehetőség van e feladatok tematikus gyűjteményének a szaktanár által szerkesztett nyomtatott változatban történő felhasználására is.

A fentiekből látható, hogy a csoportban végzett felmérés eredményei nem tekinthetők általános értelemben mérvadónak. Összehasonlítási alapként azonban tekinthetünk rájuk, abban az értelemben, hogy válaszaik az optimálisnak tekinthető körülmények között várható eredményeket tükrözik. Az alábbiakban a kérdések sorrendjében haladva ismerhetjük meg a felmérés eredményeit.

A válaszadók többségének (89%) van saját számítógépe. A csoport több mint felének (59%) állandó online kapcsolat áll a rendelkezésére, de a többiek is kivétel nélkül napi rendszerességgel használják az internetet.

Ehhez egy-egy diák többféle eszközt is igénybe vesz. A korosztályra jellemzően magas arányban használnak okostelefont (az összes eszközhasználat 34%-a) ugyanilyen arányban hordozható laptopot, és csak 25% a hagyományos asztali számítógép felhasználási aránya.

A digitális segédanyagokat a többség nagyon hasznosnak találja (öt fokozatú skálán mérve 4,21 az átlag). E segédanyagok létezéséről többnyire az iskolai biológia szaktanártól (41%) illetve más tanártól (11%) hallottak, ami megerősíti azt a nézetet, hogy a tanárok tájékoztató, eligazító szerepe és felelőssége a digitális világban is jelentős marad. Osztálytársaktól, iskolatársaktól az összes értesülések 43%-a származott, ami a kortárs csoport jelentős szerepére utal.

Az iskolán kívül, önállóan végzett érettségi felkészülés során a válaszadók többsége használ biológia feladatgyűjteményeket (a gyakoriságot ötfokozatú skálán mérve 3,33 az átlag). A nyomtatott változatok használatának gyakorisága 49%, a digitálisaké 47%. Kereskedelmi forgalomban megvásárolható CD-t, DVD-t egyetlen válaszadó sem vett igénybe. (Ez részben oka, részben következménye lehet az előbbieknél.) A leggyakrabban az internetről letölthető (20%), illetve az iskolában, a szaktanártól kapott anyagokat (27%) jelölték meg forrásként. A kapott válaszok azt tükrözik, hogy a diákok – megfelelő választási lehetőség birtokában – élnek a rendelkezésre álló digitális eszközökkel. Egyebek mellett az ingyenes hozzáférhetőség is fontos szempont lehet a választáskor.

A diákok többsége (66%) hasznosnak találta, ha már alsóbb évfolyamokban is alkalma nyílik az érettségi feladatok gyakorlására. Kellő szaknári eligazítással tehát érdemes erre lehetőséget biztosítani az érettségit megelőző években is.

Időrendi szempontból a diákok mintegy tíz évre visszamenőleg tartják célszerűnek tanulmányozni a korábbi évek írásbeli érettségi feladatsorait. Ez egybeesik a kétszintű érettségi bevezetésének idejével, bár a válaszadók egy része (28%) a régi típusú, közös érettségi-felvételi feladatokat is használja a felkészülés során. A feladatok megjelenésének éve a többség (67%) számára nem volt fontos szempont. Azok között, akik ezt figyelembe vették, éppen úgy akadt példa az időrendben előre- mint a visszafelé haladásra.

A gyakorláshoz a válaszadók többsége egyaránt használja a középszintű és az emelt szintű feladatokat is. Az emelt szintű feladatlapokat

gyakrabban használják, ami azzal magyarázható, hogy a válaszadók döntő többsége emelt szintű érettségi vizsgát szándékozik tenni biológiából.

A feladatgyűjtemények szerkesztése szempontjából kulcsfontosságú az az információ, hogy a diákok többsége élt a témakör szerinti válogatás lehetőségével a korábbi érettségi feladatok megoldása során. Ez megerősíti azt, hogy van igény az ilyen módon szerkesztett feladatgyűjtemények készítésére.

A gyakorlófeladatok használatának körülményeivel kapcsolatban kiderült, hogy azokat a többség kinyomtatva használja szívesebben (58%). Ezen belül a feladatlapokat eredeti formájukban 25%, tematikus bontásban 33% használja szívesebben. Ugyanezt digitális formában, képernyőn a válaszadók 37%-a használja, eredeti formában 25%, tematikus csoportosításban 12%.

A feladatgyűjtemények hasznosságát illetően a megadott válaszlehetőségek közül a legtöbb válaszadó azt emelte ki, hogy segítenek a hiányszágok felismerésében (90%), rutint adnak az egyes feladattípusok megoldásában (90%) és segítenek a helyes időbeosztás gyakorlásában (72%). Kisebb mértékben, de megemlítették, hogy e feladatsorok segíthetnek megjósolni a következő érettségi vizsgán várható feladattípusokat. Legkevésbé azzal értettek egyet, hogy e gyűjtemények segíthetnének a következő érettségi írásbeli vizsgán várható témák megjósolásában.

A felmérés eredménye megerősíti azt az álláspontot, hogy a digitális feladatgyűjtemény a vizsgált csoporthoz hasonló iskolai közösségekben jól használható eszköz lehet a biológia érettségire való felkészüléshez, illetve a gyakorláshoz.

4.11. IKT használata a Nemzetközi Érettségi (IB) rendszerében

A Nemzetközi Érettségi programja 1968 óta működik, jelenleg 145 ország háromezer intézményében. Az IB (International Baccalaureate Organization) kétszintű érettségi vizsgájára felkészítő képzés a 16–19 éves korú fiataloknak szóló két éves Diploma Program, amelyben Magyarországon jelenleg öt iskolában, közöttük a debreceni Tóth Árpád Gimnáziumban lehet részt venni,

A program keretében a diákok tantárgycsoportokból választják ki az általuk tanulni kívánt tárgyat, csoportonként egyet, összesen hatot. A

biológia a természettudományos tantárgycsoport része, s a többi tárgyakhoz hasonlóan alap- és emelt szinten is tanulható.

A kétéves IB biológia képzés összóraszámja alapszinten 150 óra (ebből 40 óra kötelezően gyakorlat), emelt szinten 240 óra (ebből 60 óra kötelező gyakorlat). A hazai viszonyokhoz képest szembevetve a gyakorlati képzés jelentős aránya. Az IB programját általánosságban is a gyakorlatorientált szemlélet jellemzi, ami tükröződik az óraszámokban. Ennek jelentőségét tovább erősíti, hogy a gyakorlati munka értékelése a végső érettségi eredmény részét is képezi. Az értékelés négy aspektusból történik. Külön-külön értékelés tárgyát képezi a tevékenységek megtervezése, az adatgyűjtés és adatfeldolgozás, a következtetések levonása és az önértékelés, valamint a manipulatív készségek. A szorgalmi időszak alatt az értékelés az intézmény saját keretei között történik, azonban a végső értékelésre kiválasztott munkákat a szervezet központjába kell elküldeni, ahol külső szakértők bírálják el.

A program további része egy interdiszciplináris jellegű projektmunka is, amelyet az egyes tantárgycsoportokban szerzett ismeretek komplex alkalmazásával, csoportmunkában együttműködve végeznek a diákok. A projekt az azonos tantárgycsoportba tartozó tárgyakat fogja össze. A biológia a kémiával, fizikával, földrajzzal együtt szerepelhet például egy olyan projektben, amely a vízszennyezéseket vizsgálja.

Az IB nem határoz meg egységesen alkalmazandó tankönyveket, így a biológia tankönyvek kiválasztása is az adott intézmény döntésére van bízva. A rendelkezésre álló könyvek szerkesztésében a kimeneti szabályozás érvényesül, így a könyvek szorosan igazodnak a központi érettségi követelményrendszerhez. A programban használt tankönyvekhez magas színvonalú digitális segédanyag és feladatgyűjtemények is elérhetők. Ezek közül egyes digitális feladatbankok jóval szélesebb körű felhasználást biztosítanak, mint a hagyományos változatok. Lehetőséget adnak ugyanis tetszés szerinti, egyénileg szerkesztett feladatlapok készítésére is. Ez jelentős segítség a gyakorlásra illetve számonkérésre szánt feladatlapok szerkesztése során, hiszen lehetővé teszi, hogy gyorsan készíthessünk a szerkezet, a feladattípusok és az arányok szempontjából állandó, tartalmilag viszont könnyen változtatható, megújítható feladatsorokat.

Ez a szemlélet az IB érettségi feladatsoraiban is tetten érhető. A diákok írásban vizsgáznak, s a vizsga három részből áll. Az első rész egyszerű feleletválasztásos kérdéseket tartalmaz, amelyek azonban sokszor eltérnek

a nálunk megszokott sémától. (Az ilyen feladatok tulajdonképpen egyszerű választásnak álcázott csoportos választáskombinációk.) A teszt sorozatok évről évre azonos tematikus sorrendben dolgozzák fel a tananyagot, így garantálva, hogy a vizsgázók egy kiszámítható szerkezetű feladatsorral találkoznak. Ezzel egyidejűleg biztosítható, hogy az egymást követő évek vizsgaanyagában változatlan súlyozással forduljanak elő a tananyag egyes témakörei. Bizonyosra vehető, hogy e feladatsorok összeállítása is számítógépes adatbázis igénybevételel történik.

A világhálón az IB nemzetközi jellegéből és a felhasználók nagy számából is adódóan óriási mennyiségben található digitális segédanyag. A tananyag egységes, egyértelmű tagolásának köszönhetően minden dokumentum az IB követelményrendszeréhez igazodó, egységes szerkezet szerint épül fel, amelyben a világ bármely országában élő felhasználó könnyen eligazodik. Mivel e dokumentumok készítése során eleve számoltak azzal, hogy a célközönség nagyrészt online felhasználókból áll majd, e források webes eszközökkel jól kereshetők, könnyen használhatók.

Az IB hivatalos honlapja is jelentős segítséget biztosít a felhasználók számára. A több nyelven hozzáférhető portál csak a regisztrált intézmények dolgozói számára érhető el. Tartalmazza az IB hivatalos dokumentumait, naprakész információkat, felhívásokat, segédanyagokat, dokumentumsablonokat stb. A portál a látogatók részére szakmai fórumokat is biztosít, amelyeken széles körű kommunikáció zajlik. A világ egymástól távoli pontjain élő felhasználók igen sokszínű, nagy létszámú szakmai közösséget alkotnak, amely nagyságrendjét, változatosságát tekintve páratlan. A más fórumokon is megszokott módon lehetőség van az ötletek, források, információk megosztására, segítség kérésére, szakmai eszmecserére. Egyedi különlegesség azonban, hogy mindez globális méretekben zajlik, azaz olyan szakemberek cserélhetik ki gondolataikat, akik gyökeresen eltérő földrajzi, társadalmi, kulturális háttérrel rendelkeznek. A földrajzi távolság csökkenti a közvetlen szakmai konkurencia lehetőségét, így a megszokottnál nagyobb szerephez jut az önkéntes közösségi tartalomfejlesztés. Mindezek eredményeként egy-egy jó ötlet példa nélküli sebességgel terjedhet el az IB világméretű közösségében.

Az IB előírja, hogy tanulmányai során a gyakorlati munka részeként minden diák legalább egy alkalommal használja a következő IKT módszereket: műszeres kísérleti adatgyűjtés, szoftveres függvényábrázolás, táblázatkezelés, adatbázis kezelése, valamint számítógépes szimuláció. A

következőkben az eddig felsorolt területeket vizsgáljuk meg részletesebben az IKT eszközök használatának szemszögéből.

A gyakorlati munka a klasszikus laboratóriumi tevékenységek mellett egyéb területekre is kiterjed. Számítógépes szimulációk, kérdőíves felmérések, adatfeldolgozási gyakorlatok és terepi munka során is igény illetve lehetőség van az IKT eszközök használatára.

A labormunka során az IB javasolja az olyan, könnyen kezelhető iskolai adatgyűjtő eszközök (data loggerek) használatát, amelyek számítógéphez kapcsolva alkalmasak meghatározott paraméterek (pH, nyomás, koncentráció, hőmérséklet, fényerősség, hang stb.) változásának időbeli regisztrálására, valamint a nyers adatok tárolására és továbbítására. Segítségükkel nagyszámú minta pontos, automatikus, akár egyidejű vizsgálatára nyílik lehetőség. A vizsgálatot követően, a hagyományos módon vagy az IKT eszközökkel gyűjtött adatok feldolgozása során ismét szerephez jutnak a digitális alkalmazások. Az adatokkal végzett műveletek (például átlag, medián, módusz és szórás kiszámítása, logaritmikus átalakítások, táblázatok készítése, az adatok grafikus ábrázolása) igénylik a grafikus megjelenítésre, statisztikai műveletekre is alkalmas számológép vagy megfelelő számítógépes szoftverek használatát. A vizsgálati eredmények bemutatása, értékelése szintén informatikai eszközök segítségével történik, így a diákok munkájának feltétele az irodai alkalmazások használata is.

A fentebb leírt módon történik a kérdőíves felmérések adatainak, vagy a terepi munka során gyűjtött adatoknak a feldolgozása is. Gyakorlati munka keretében egyéb forrásokból származó kész adatsorok feldolgozására is sor kerül.

A kötelező csoportos projekt munka megvalósítása során szintén széles körű az IKT eszközök alkalmazása. Az IB deklarált célja, hogy a projektek résztvevői ne csak a saját órai csoporttársaikkal, hanem más csoportok, iskolák, esetleg más országok diákjaival együttműködve is dolgozzanak. A kapcsolatot ilyenkor digitális kommunikációs eszközökkel, webes közösségi felületek használatával tartják. A projekt megvalósításának ütemezéséhez, a munkafázisok dokumentálásához a résztvevők multimédiás eszközöket használnak. Az így elkészült anyagokat a projekt eredményével együtt prezentálják. Ez szintén IKT eszközök, alkalmazások segítségével valósul meg, képes, filmes, webes dokumentáció formájában. Voltaképpen a projekt tárgya önmagában nem is annyira cél, inkább esz-

köz a kooperatív munkához, illetve az IKT alapú dokumentálás gyakorlásához.

A számítógépes szimulációk széles skálája érhető el az interneten. Optimális esetben ezek komplex virtuális gyakorlatokként is elvégezhetők. Mellékletként tartalmazzák a gyakorlat leírását, a gyakorlat menetére vonatkozó ellenőrző kérdéssorokat és segítséget a megírandó vizsgálati jegyzőkönyvhöz. Ilyen módon végezhetünk például virtuális boncolásokat, élettani kísérleteket, molekuláris biológiai gyakorlatokat, ökológiai vizsgálatokat. A szimulációs alkalmazások haszna sokrétű: jelentősen kiszélesítik az elvégezhető gyakorlatok körét, ugyanakkor idő-, anyag- és energiatakarékos, környezettudatos lehetőséget biztosítanak a gyakorlati munkához.

A nemzetközi érettségi programban résztvevő magyar iskolákban angol nyelven folyik az oktatás. Ez nagy előnyt jelent az oktatási célú digitális segédanyagok felhasználása során. Az angol nyelvismeret megerősíti a hozzáférés lehetőségét a szemléltető animációk, munkáltató alkalmazások, szimulációk széles tárházához. Így a tanulók szaktárgyi ismeretei és nyelvi kompetenciái egyidejűleg fejleszthetők.

Az IB programjának szellemiségét a kezdetektől fogva meghatározta a nemzetközi jelleg, a kutatásra, együttműködésre való ösztönzés, a gyakorlatias szemléletmód és a tudományos naprakészség. Az IKT a maga eszközeivel ezt az arculatot erősíti tovább.

4.12. „Egy a valóság, ezer a ruhája” – Barangolás a biológia határtudományai között

A tudományok kialakulására vonatkozó egyik nézet szerint az egyes természettudományok történeti és logikai sorrendben épülnek egymásra. Az anyagi világ jelenségeit leíró fizika, az anyag belső szerkezetét vizsgáló kémia és az élő anyag működését vizsgáló biológia más szinten, más szemszögből, de ugyanazt a valóságot igyekszik megmagyarázni. A biológiai jelenségek helyszínét a földrajz vizsgálja, az összetett biológiai folyamatok absztrakt leírása pedig gyakran matematikai alapon történik. Természetes hát, hogy a biológia tanulmányozása közben nagy segítségünkre vannak e határtudományok eszközei.

Az interaktív szemléltető animációk tárháza még biológiából is felmérhetetlenül széles, így a határtudományok terén csupán a legtöbb gyakor-

lati hasznót kínáló alkalmazások között válogatunk, a teljesség igénye nélkül.

Kémia

A kémiai tárgyú interaktív alkalmazások között számos olyan programot találunk, amely a periódusos rendszerrel való ismerkedésben segít. Ezek többnyire a „mindent egy helyen”-elv szerint működnek, azaz a táblázatban egy adott vegyjelre kattintva az információk sokaságát jelenítik meg. Ily módon az atom elektronszerkezetétől kezdve az elem fizikai és kémiai tulajdonságain át egészen a biológiai, gazdasági vagy épp történelmi jelentőségéig szinte mindent megtudhatunk. Ezen a ponton látványosan érvényesül a digitális ismeretterjesztés egyik fő előnye, az összekapcsoltan működő információs hálózatok használata, amelyekben minden mindennel összefügg (vagy legalábbis bármihez hozzálinkelhető). Az ilyen jellegű programok például adatbázisként használhatók a biogén elemekkel való ismerkedés során.

A periódusos rendszer atomjait „saját kezűleg” építhetjük fel virtuális elemi részecskékből. Ezalatt megfigyelhetjük, hogyan változnak a mennyiségileg is leírható tulajdonságaik (tömegszám, rendszám, elektronszerkezet). Az eközben végzett manuális tevékenység hozzájárul az ismeretek hatékonyabb rögzítéséhez. Hasonlóképpen építhetünk és figyelhetünk meg izotópokat is, eközben pedig értelmezhetjük a relatív atomtömegeket, illetve azok súlyozott átlagát. Az izotópok ilyen módon való megismerése megkönnyíti az alkalmazási területeik megértését, így például a radioaktív jelölést, kormeghatározást, vagy a DNS szemikonzervatív replikációs mechanizmusát bizonyító kísérleteket. A felsorolt alkalmazási területek bemutatása gyakorlati példákkal támasztja alá az izotópokról szerzett ismereteket.

A radioaktív izotópok bomlása és e jelenség felhasználási lehetőségei iskolai környezetben semmilyen más eszközzel nem szemléltethetők olyan hatékonyan, kockázatmentesen, mint a számítógépes szimulációkkal. Legyen szó akár egy atomerőmű működéséről, akár a radioaktív kormeghatározási módszerekről, látványos interaktív alkalmazásokkal mutathatók be és sajátíthatók el e folyamatok elvi és gyakorlati alapjai. Az alkalmazások munkáltató jellegűek, így használhatók önálló munkavégzésre, megadott feladatok végrehajtására, de kíváncsi kísérletezésre is, például egy láncreakció elszabadítására egy atomreaktorban.

Az atomokból tovább építkezve, „saját kezűleg” készíthetünk el virtuális molekulákat, majd vizsgálhatjuk azok kötésrendszerét, térbeli szerkezetét, polaritását. Ez elsősorban a sejtek felépítésében részt vevő molekulák oldhatósági viszonyainak meghatározásában nyújt segítséget.

Interaktív szimulációkkal végezhető egyes anyagi rendszerek, például oldatok virtuális létrehozása, tulajdonságaik vizsgálata. Ennek során nemcsak makroszkopikus jellemzőik vizsgálata lehetséges, de a részecskék mikroszkopikus szintű változásai is megfigyelhetők. Az oldatok és a tiszta oldószer fagyáspontja közötti különbség virtuális kísérleti vizsgálata fontos információt nyújt az egyes élőlények fagy elleni védekezésének megértésében.

A biológiai rendszerekben végbemenő, enzimek által katalizált reakciók megértéséhez azok az interaktív alkalmazások nyújtanak segítséget, amelyek tárgya a kémiai reakciók mechanizmusának tanulmányozása, a reakciósebességnek és az azt befolyásoló tényezőknek a vizsgálata. A megfigyelt reakciók során az atomi szintű változások (az eredeti kötések felszakadása, új kötések keletkezése) és a makroszinten tapasztalható változások (a kiindulási anyagok, illetve a végtermékek koncentrációja) szimultán elemzésére is van lehetőség. Ehhez kapcsolódóan a digitális alkalmazások lehetőséget adnak arra is, hogy szemléltessük, illetve gyakoroltassuk a kémiai reakciók mennyiségi viszonyainak ábrázolását, a kémiai egyenletek felírását és rendezését.

Különösen sok segítséget nyújt a virtuális szemléltetés az egyensúlyi reakciók mechanizmusának megértéséhez, hiszen ez esetben a folyamat lényege a dinamikus egyensúlyi állapot, s az annak háttérében zajló állandó mozgás, változás. Ennek statikus eszközökkel való bemutatása önmagában is ellentmondásos. Ebben az esetben a mozgó animációk használata a lehető legjobb eszköz annak érzékeltetésére, hogy miközben makroszinten látszólag nem történik változás, a részecskék szintjén több ellentétes irányú folyamat is zajlik, amelyek egymás hatását kiegyenlítik.

Ennek a reakciómechanizmusnak a kiemelt alkalmazási területe a vizes oldatokban lezajló sav-bázis folyamatok értelmezése. Mivel az élő sejtekben lezajló biokémiai folyamatok végbemenetele szempontjából kulcsfontosságúak a reakció környezetének sav-bázis viszonyai, alapvető fontosságú az egyszerű anyagi rendszerek, illetve a biogén eredetű minták kémhatásának értelmezése. Mindehhez az elérhető digitális források kiváló bemutatási és gyakorlási lehetőséget biztosítanak. Az alkalmazások

interaktív jellegükből adódóan alkalmasak meghatározott feladatok önálló elvégzésére is.

A digitális szimulációk a kromatográfiának, mint a biológiában gyakran alkalmazott laboratóriumi technikának a bemutatását, fizikai-kémiai hátterének elemzését is segítik. Ez nem helyettesíti a kromatográfia valós, laboratóriumi szemléltetését, amely minimális eszköz- és anyagigénnyel, akár házilag is kivitelezhető. Az előbbi példával rokon, ám összetettebb, eszközigényesebb laboratóriumi művelet az elektroforézis. Ennek kivitelezése iskolai környezetben a legtöbb esetben lehetetlen. Nem így a virtuális laboratóriumban: többféle látványos alkalmazás közül választhatunk a gélelektroforézis valóság-hű bemutatásához.

Egyes szimulációkkal az egyszerű laboratóriumi alpműveletek is gyakorolhatók, például a tömeg- a térfogat- vagy a sűrűségmérés alapjai.

Fizika

A radioaktivitáshoz kapcsolódó jelenségek mellett egyes fénytani, hőtani és anyagszerkezeti jelenségek ismerete is nagy segítséget jelent a középiskolai biológia tananyag több témakörének magyarázatához, illetve elsajátításához.

A fénytanon belül a színkeveréssel és a lencsék működésével kapcsolatos bemutatók a napfény sajátosságainak, illetve a szem működésének megértését segítik. Eszközök nélkül, virtuális kísérletekkel nyújthatunk segítséget az ökológia tanításához, a fény mint környezeti tényező szerepének értelmezéséhez. Szimulációk segítségével bemutatható a fény terjedése és szóródása diszperz anyagi rendszerekben. A fehér fényt alkotó részekre bonthatjuk prizma segítségével. Bemutathatjuk a közvetlen és a szórt fény közötti különbségeket is.

Az emberi szem lencsájének működését az optikai lencsék képalkotási sajátosságait bemutató szimulációk segítségével szemléltethetjük. A szem ideghártyájának működését az additív és szubsztraktív színkeverés bemutatásával modellezhetjük. A fotoszintetikus pigmentek fényelnyelési sajátosságait is könnyebben megérthetjük, ha szimulációs kísérletek segítségével vizsgáljuk a tárgyak színét meghatározó tényezőket, az átengedett, az elnyelt és a visszavert fény viszonyait.

Interaktív szimulációk segítik az anyagi halmazok tulajdonságainak szemléltetését is. Bemutathatók a halmazállapot-változások, és az anyagi részecskék viselkedése az egyes halmazállapotokban. Munkáltató alkal-

mazások segítségével virtuális kísérleteket végezhetünk a tiszta oldószer-
rek és az oldatok olvadáspont- és forráspont-különbségének demonstrálá-
sára. Szintén kísérletekkel demonstrálhatjuk az oldást, hígítást, töményí-
tést, illetve tisztázhatjuk az oldódás és az olvadás közötti különbséget,
amelynek felcserélése gyakori fogalmi problémaként jelentkezik.

Virtuális eszközökkel bemutathatók a gázok térfogat- és nyomásválto-
zásának törvényszerűségei is. Ezen a módon szemléltetve magyarázhatjuk
a légköri levegőt hasznosító légzőszervek működési mechanizmusát.

Földrajz

A Föld tengely körüli forgása és a Nap körül való keringése szemléle-
tesen mutatható be animációk útján. Ezek segítségével könnyebben ért-
hetővé válik a nappalok és az éjszakák hosszának éves változása, amely
segít értelmezni például a rövidnappalos és a hosszúnappalos növények
eltérő fény- illetve sötétségigényét, vagy például a költöző madarak vándor-
lásának körülményeit. Az évszakok váltakozását szintén ez alapján
tudjuk értelmezni. Hasonlóképpen demonstrálható a Nap évi és napi járása,
illetve a holdfázisok kialakulása.

A földtörténeti léptékű folyamatok szemléltetéséhez, például a konti-
nensek vándorlásának bemutatásához az animációk szintén jelentős segít-
séget nyújtanak.

Matematika

A korszerű vizsgálatok, legyen szó ökológiáról vagy akár sejtbiológiá-
ról, egyre inkább a matematika nyelvén írják le a biológiai rendszerek
viselkedését. Az ehhez szükséges matematikai apparátust az IKT eszkö-
zök is biztosítják. Az adatok grafikus ábrázolása, függvénygörbék szer-
kesztése digitális segédeszközökkel jelentősen megkönnyíthető. A mate-
matikai segédeszközök lehetőséget biztosítanak nagy tömegű adathalmaz
feldolgozására és statisztikai vizsgálatára.

Művészetek

Egyes weboldalak művészi színvonalú animációkkal hívják fel a fi-
gyelmet az élővilág remekműveire. Ezeken a szakmailag is korrekt, de
kiemelkedően esztétikus alkotásokon megcsodálhatjuk például a repülő
állatok szárnymozgásának mechanizmusát, különféle légzőszervek mű-
ködését, az izomrostok alapegységeinek működését, vagy akár az ember

embrionális fejlődését is. Meghökkenítő szépségű alkotások hívják fel a figyelmet a természeti formák és egyes számsorozatok, például a Fibonacci-féle számsor közötti kapcsolatra.

Felhasznált irodalom

- Faragó Nóra & Szászné Heszlényi Judit. (2012): *Biológia lépésről lépésre. A kétszintű érettségi feladatok tematikus válogatása 2003–2012-ig*. Bölcsélet Egyesület, Budapest.
- Helle, L. & Nivala, M. & Kronqvist P. (2012): *More Technology, Better Learning Resources, Better Learning? Lessons from Adopting Virtual Microscopy in Undergraduate Medical Education*
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3638363/>
 Letöltés: 2014. 10. 18.
- Hunya Márta (2011): *Iskolaportrék: iskolák az IKT-használat tükrében*. OFI, Budapest. http://devel.ofi.hu/ikt/wp-content/uploads/iskolaportrek_nov2010_fotokkal.pdf Letöltés: 2014. 11. 03.
- International Baccalaureate Organization (2007): *Diploma Programme Biology Guide*. IBO, United Kingdom
- Kardos Anita & Karnuts-Takács Zsuzsa (2012.): *Új utakon a netgeneráció oktatásában: a tanárok szerepe a kommunikációs szakadék áthidalásában*. Tempus Közalapítvány, Budapest.
http://www.odukoypont.hu/sites/default/files/tempus_netgeneracio_bacsa_judit.pdf Letöltés: 2014. 12. 01.
- Kőrösné Mikis Mária (2010): *IKT-mozaik: kézikönyv pedagógusoknak a számítógép tanórai alkalmazásához*. OFI, Budapest.
<http://ikt.ofi.hu/ikt/wp-content/uploads/ikt-mozaik.pdf> Letöltés: 2014. 11. 15.
- Lénárd Gábor (1981): *Biológiai laboratóriumi vizsgálatok*. Tankönyvkiadó, Budapest.
- Makó Ferenc. (2011): *Az interaktív tábla módszertani használatára történető tanárfelkészítés*. Székesfehérvár, DSGI Ergonómiai Mérnöki Iroda Kft.
http://tmpkteki.uniobuda.hu/konferencia/sites/default/files/sitesfiles/dr_mako_ferenc.pdf Letöltés: 2014. 10. 05.

- Mione, S. & Valcke, M. & Cornelissen, R. (2012): *Evaluation of virtual microscopy in medical histology teaching*.
<http://users.ugent.be/~mvalcke/CV/Mione1.pdf> Letöltés: 2014. 12. 03.
- Ollé János (2012): *Virtuális környezet, virtuális oktatás*. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest.
http://www.eltereader.hu/media/2013/11/Oll%C3%A9_1_kotet_READER.pdf Letöltés: 2014. 11. 19.
- Pásztor Attila (2013): Digitális játékok az oktatásban. *Iskolakultúra* 9: 37–48.
http://epa.oszk.hu/00000/00011/00177/pdf/EPA00011_iskolakultura_2013_09_037-048.pdf Letöltés: 2014. 10. 27.
- Perendy Mária (1980): *Biológiai gyakorlatok* kézikönyve. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.
- Pivec, M., & Koskinen, T., & Tarín, L. (2011): *A játék alapú tanulás: új gyakorlatok, új osztálytermek. e-Learning Papers 25*
http://www.openeducationeuropa.eu/sites/default/files/old/Abstracts_HU.pdf Letöltés: 2014. 10. 15.)
- Scheuer Zsuzsanna (2011): *IKT a biológia fakultáción – jó gyakorlat*.
http://www.isze.hu/ISZE_palyazat/ScheuerZs_kesz.pdf
Letöltés: 2014. 11. 30.
- Vekerdy Tamás (2001): *Gyerekek, óvodák, iskolák (3. kiadás)*. Saxum Kiadó, Budapest.

Ajánlott irodalom

- Bognár András (1995): A nemzetközi érettségi ismertetése. *Educatio* 3: 555–560.
- Cserép Szilvia & Gróf Andrea (1996): A természettudományok a Nemzetközi Érettségi rendszerében. *Új pedagógiai szemle* 46/7–8: 165–177.
- Faragó Nóra & Szászné Heszlényi Judit & Czédulás Katalin & Solymoss Mária (2013): *Még egy lépés a biológia érettségéhez. Gyakorló feladatok a kétszintű biológia érettségéhez*. Bölcsélet Egyesület, Budapest.
- Gőz József (2013): *Biológia érettségi feladatok elemzése a nemzetközi érettségi tükrében*. Szakdolgozat, Debreceni Egyetem, Debrecen.

- Hunya Márta & Dancsó Tibor & Tartsayné Németh Nóra (2006): Informatikai eszközök használata a tanítási órákon. *Új Pedagógiai Szemle* 56/7: 163–177. <http://epa.oszk.hu/00000/00035/00105/2006-07-in-Tobbek-Informatikai.html> Letöltés: 2014. 11. 28.
- Pásztor Attila (2014): Lehetőségek és kihívások a digitális játékalapú tanulásban: egy induktív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálata. *Magyar Pedagógia*, 4: 281–302. http://www.magyarpedagogia.hu/document/4_Pasztor_MP1144.pdf Letöltés: 2014. 12. 14.
- Scheuer Zsuzsa (2014): *IKT a biológia fakultáción – jó gyakorlat.* http://www.isze.hu/ISZE_palyazat/ScheuerZs_kesz.pdf Letöltés: 2014. 11. 04.
- Schlotter Judit (2012): *Interaktív táblák az oktatásban.* <http://www.pszk13.hu/hefop/iatabla.sjud.pdf> Letöltés: 2014. 11. 27.

Ajánlott internetes források

- Gőz József (2014): *BioTéka.* <https://sites.google.com/site/bioteka2014/home>
Hogyan készítsünk mobiltelefonból mikroszkópot? <http://www.instructables.com/id/10-Smartphone-to-digital-microscope-conversion/?ALLSTEPS> Letöltés: 2014. 12. 02.
- Hunya Márta (2005): Virtuális tanulási környezetek. *Iskolakultúra*, 10: 58–69. <http://epa.oszk.hu/00000/00011/00097/pdf/iq2005-10.pdf> Letöltés: 2014. 10. 30.
- International Baccalaureate Organization hivatalos honlapja* <http://www.ibo.org/>
- Karinthy Frigyes Gimnázium Nemzetközi Érettségi Program ismertetője* <http://www.karinthy.hu/pages/ib/hu/>
- Nádori Gergely & Prievara Tibor (2011): *Kis-nagy IKT könyv (e-könyv).* <http://tanarblog.hu/letoelthet-tananyagok/1979-kis-nagy-ikt-koenyv> Letöltés: 2014. 02. 05.
- Nádori Gergely (2013): *Facebook, mobil – mit tegyen az iskola?* <http://tanarblog.hu/vezercikk/3671-facebook-mobil-mit-tegyen-az-iskola> Letöltés: 2014. 11. 02.

Sulinet hírmagazin (2008): *Kompetencia alapú programcsomagok – Digitális taneszközök használata a természettudományos tantárgyak tanóráin. 4.1.10. Számítógépes szimulációk és modellek.*

http://www.sulinet.hu/tanar/kompetenciaterulek/6_digitalis/dokumentumok/digit_term.pdf Letöltés: 2014. 11. 09.

Tóth Árpád Gimnázium Nemzetközi Érettségi Program ismertetője

<http://www.tagdebr.sulinet.hu/hu/nemzetkoezi-erettsegi>

SZÉCHENYI 



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE