

Veres Gábor

Közgazdasági Politechnikum

Kutatásalapú tanulás – a feladatok tükrében

A kutatásalapú tanulás elveinek és módszereinek előtérbe kerülése egy lehetséges válasz azokra a figyelmeztető jelekre, esetenként válságjelenségekre, amelyek a hazai és ezen túl az európai természettudományos nevelésben megfigyelhetők voltak. A Rocard-jelentésben foglalt javaslatok erre a területre fókuszálnak, de szélesebb kontextusban beleilleszkednek az ezredfordulóra kialakuló új pedagógiai paradigma kereteibe.

Milyen problémákkal küzd a természettudományi nevelés?

A hazai kutatások már a '90-es években rámutattak, hogy baj van a diákok tudásával: amit az iskolában megtanulnak, azt kevésbé tudják az élet más területein, új összefüggésekben alkalmazni. A természettudományi tantárgyak ellentmondásait fokozza, hogy a legjobbak nemzetközi szintű sikerei mellett egyre jobban elforduló tanulói tömegek ülnek az iskolapadokban. A PISA műveltségközpontú mérései szerint sem a legjobb a magyar diákok természettudományi tudásának alkalmazhatósága, ez pedig akadály lehet az ország gazdasági versenyképességének.

Az Országos Köznevelés Tanács által létrehozott ad-hoc bizottság legfontosabb megállapításai:

– A természettudományos közoktatás a tanulók széles rétegei számára nem elég hatékony, a természettudományos műveltség nem kielégítő színvonalú.

– A természettudományos tanári pályák vonzereje csekély, a fizika és a kémia területén válságos helyzet alakult ki.

– A műszaki-természettudományos pályákra jelentkező hallgatók száma és általános felkészültsége nem kielégítő (OKNT-bizottság, 2008).

A tanári pálya vonzóbbá tételére és a tanárképzés színvonalának javítására tervezett intézkedések mellett szükség lenne a természettudományi nevelés tudományos alapokra helyezésére is. A kutatásalapú tanulás ennek egyik eszköze lehet, de a sikeres alkalmazáshoz szélesebb körű pedagógiai feltételrendszer, új gondolkodásmód és iskolai kultúra szükséges.

Hogyan segítheti a megújulást az új pedagógiai paradigma?

A mind szélesebb körben vizsgált és feltárt problémákra válaszul számos kezdeményezés indult, amelyekben a gazdaság, a tudomány és a politika erőit igyekeztek az oktatás megújítása érdekében összefogni. A kulcskompetenciák meghatározása, a fejlesztési módszerek tudományos alapokra helyezése már eddig is számottevő eredményekre vezetett. Azok az országok voltak talán a legsikeresebbek, amelyek következetesen érvényesítették az új pedagógiai paradigma elveit. A régi és az új elemek azonban több-kevesebb ideig egymás mellett élnek.

A régi pedagógiai paradigma jellemzői:

- évfolyamok, osztályok,
- tanórákra szabdalt, merev időkeretek,

- tanulás formalizált iskolai környezetben,"
- tartalomközpontú, előíró tanterv,"
- tankönyvközpontú tanítás,"
- osztályozó értékelés,"
- az átlageredmény értékelése,"
- a tanítás hatalomgyakorlás."

Az új pedagógiai paradigma jellemzői:"

- rugalmasan szerveződő tanulói közösségek,"
- tanulási módokhoz igazított időkeretek,"
- iskolán kívüli tanulási környezetek,"
- probléma-alapú, nyitott tantervek,"
- feladatközpontú tanulás,"
- egyéni, fejlesztő értékelés,"
- a tanulás partnerség."

Milyen pedagógiai célokat szolgálhat a természettudományi nevelés megújítása?"

A természettudományi nevelés megújítása számos, egymással összefüggő elem együttes, összehangolt fejlesztésével képzelhető el (*Integrált természetismeret oktatás, 2006*):"

A természettudományos tantárgyak oktatásában tapasztalható válságjelenségek elkerülése, azaz:"

- a tanulási motiváció erősítése,
- a tantárgy kedveltségének fokozása,
- a tanulási sikeresség növelése,"
- a természettudományos és műszaki pályák választására való késztetés."

A tanulás hatékonyságának fokozása"

- a korszerű tanuláselméleten alapuló módszerek használatával,"
- az adaptív pedagógia, a differenciálás eszközeivel,"
- a személyközpontú fejlesztő értékelés alkalmazásával."

Korszerű természettudományi műveltség építése"

- nyitott, probléma-alapú tartalomszabályozással,"
- a természettudományi tudásrendszer közös fogalmakra és kulcselméletekre épülő fejlesztése,"
- a mindennapokban használható, mindenki által elsajátítható természettudományos gondolkodásmód kialakításával."

A tanulói kompetenciák fejlesztése"

- részletes kompetenciarendszer és fejlődési szintek meghatározásával,"
- változatos tanulási környezettel és tevékenységrendszerrel,
- részletes témaköri követelmények, fejlesztési kritériumok közzétételével,"
- kritérium-alapú értékeléssel."

Hogyan működik a kutatásalapú tanulás az osztálytermi gyakorlatban?"

A gyakorlati és kísérleti feladatok önmagukban még nem feltétlenül valósítják meg a kutatásalapú tanulást, ahogyan az utóbbi sem minden esetben kapcsolódik a tanulók gyakorlati és kutatási tevékenységéhez. Ma is számos kiváló gyakorlati és kísérleti oktatási segédlet áll a tanárok rendelkezésére, de ezek használata még nem mindig eredményez hatékony természettudományi nevelést, és nem feltétlenül jelzi a kutatásalapú tanulás megvalósulását. A kutatásalapú tanulás sajátos tanár-diák viszonyt követel meg, amely a szervezethez, a tervezés és az együttműködés magasabb szintjében különbözik a hagyományostól. (1)"

A bagdadi elem rejtélye (video) >>>

Módszerek egymás mellett – nem egymás helyett

A tanulási módszereket és eszközöket a célok és a körülmények figyelembe vételével kell megválasztani, nem feltétlenül vagy-vagy választásként. A tanulókat részletesen eligazító, irányított munkalap alkalmazása akkor célszerű, ha valamely részfogalmat vagy speciális készséget akarunk tanítani, fejleszteni. Az érdeklődést felkeltő feladatok egy témakör bevezetéseként szolgálhatnak, vagy a tanulási folyamat végén segíthetik a tanulók fejlődésének értékelését. A nyitott kutatási feladatok akkor hatékonyak, ha a tanulók már jártasak a gyakorlati munkában és képesek önállóan is dolgozni. Ezek a módszerek egymással kombinálva, kevert tanulás során is alkalmazhatók.

Figyelni kell arra, hogy ki fogalmazza meg a kérdéseket, ki tervezi meg a kutatás menetét és ki dönt a megfelelő válaszok és megoldások kiválasztásáról. Irányított munkalap esetén a lépésről lépésre való végrehajtáson kívül semmi sincs a diákra bízva. Az érdeklődést felkeltő feladatokat a tanár fogalmazza meg, de a diákok szabadon alakíthatják a megoldáshoz vezető utat. Ezek a feladatok a probléma jellegével is igyekeznek rávezetni a megoldásra, amely nem túl széles körben fogalmazható meg. A nyitott kutatási feladatokban a tanulók a tanár által meghatározott témakörön belül a kérdések széles választékával foglalkozhatnak. Önállóan használhatják az eszközöket, megválaszthatják a módszereket, követve a tanár segítő, facilitáló információit. A munka eredményeként többféle megoldás is elfogadható, ezeket a diákok maguk ellenőrizhetik.

A jól tervezett kutatás a tanulandó témakörök többirányú megközelítését teszi lehetővé, miközben a tanulói aktivitás széles választékát biztosítja. Megragadja a gyerekek érdeklődését, biztosítja, hogy érdekeltté váljanak a tanulásban, amelyet többféle úton valósíthatnak meg. Az irányított munkalapok ezzel szemben ugyanabból a kiindulópontból, ugyanolyan folyamaton át vezetik a tanulókat, és nem teszik lehetővé a változatos munkaformákat. Az érdeklődést felkeltő, motiváló feladatok is egy pontból indulnak ki, a munkaformák bár választhatók, de csak behatárolt mértékben. A nyitott kutatási feladatokban a kiindulópontok megválasztását csak a rendelkezésre álló anyagok és eszközök korlátozzák, így a tanulók tevékenysége igen változatos lehet.

A tanár határozza meg a tanulandó témakört, kialakítja a tanulási környezetet, segíti a csoportok munkáját. Utóbbi során megfigyeli a munkát, kérdéseket tesz fel, segít az elakadások leküzdésében, ráirányítja a tanulók figyelmét egymás munkájára. Irányított munkalapok alkalmazása során a tanár szerepe annak ellenőrzése, hogy minden az előírtak szerint halad-e. Az érdeklődést felkeltő feladatok esetében a tanár aktív facilitátor szerepet játszik, biztatja a csoportokat és javaslatokat tesz. Nyitott tanulás esetén a taná-

A tanulási módszereket és eszközöket a célok és a körülmények figyelembe vételével kell megválasztani, nem feltétlenül vagy-vagy választásként. A tanulókat részletesen eligazító, irányított munkalap alkalmazása akkor célszerű, ha valamely részfogalmat vagy speciális készséget akarunk tanítani, fejleszteni. Az érdeklődést felkeltő feladatok egy témakör bevezetéseként szolgálhatnak, vagy a tanulási folyamat végén segíthetik a tanulók fejlődésének értékelését. A nyitott kutatási feladatok akkor hatékonyak, ha a tanulók már jártasak a gyakorlati munkában és képesek önállóan is dolgozni. Ezek a módszerek egymással kombinálva, kevert tanulás során is alkalmazhatók.

ri szerep hasonlóan facilitáló, de különösen nagy hangsúly van a kommunikáción. A tanulók egymás között megosztott információinak kulcsszerepe van az egyéni és a csoportszintű tudásépítésben. Azok a kiegészítő információk is nélkülözhetetlenek, amelyeket a tanulók más forrásokból, például könyvekből, internetről, szakértőktől szerezhetnek. A tanári instrukcióknak azt kell szolgálniuk, hogy a tanulók képesek legyenek kialakítani saját kutatási tervüket, munkájukat.

A tanár szerepe

A tanárok alapvető feladata a pedagógiai célok és módszerek, a tanulók által irányított kutatás és a tanár vezető szerepe közötti egyensúly megteremtése. A természettudományok kutatásalapú tanulása során a tanárnak el kell érni, hogy a tanulók a sajátjukként viszonyuljanak a tanulási folyamathoz, őket érintő és érdeklő kérdésekkel foglalkozhassanak, és önállóan kereshessenek utat ezek megválaszolásához. A tanár nagyon pontos elképzelésekkel kell rendelkezzen arról, hogy az adott témakörben mely tudományos elméleteket szeretné, ha a diákjai elsajátítanának. Ennek érdekében a kutatómunka sokféle formáját teszi lehetővé, megengedve, hogy ugyanarra a problémára többféle megoldást dolgozhassanak ki.

A tanulás során a tanár körbejár az osztályteremben, interakcióba lép a tanulócsoportokkal. Meghallgatja a kérdéseiket és elképzeléseiket, folyamatosan segíti a munkájukat, szükség szerint meghatározza a tanulás következő lépéseit. Adott esetben további információkat ad az egész osztály számára, például források, bemutatások vagy megbeszélések formájában.

A hatékony kutatás érdekében a tanárnak olyan alapokról kell elindítani a tanulást, amelyről a tanulók még felelősen képesek elkezdni saját tanulásukat. Gazdag tanulási környezetet kell kialakítania, amelyben a diákok is megtanulhatják az anyagok és eszközök hatékony kezelését. Emellett fontos a támogató szociális közeg kialakítása is, amelyben a tanulók kisebb-nagyobb csoportokban dolgozhatnak, megbeszéléseket folytathatnak és megtanulhatják elfogadni mások elképzeléseit is.

Eszközök

A gyakorlati és kísérleti feladatok, könyvek és cikkek, osztály- és csoportmegbeszélések, interjúk, tanári bemutatások, képek és videók, az összetett kutatási feladatok egyaránt alkalmas eszközei a kutatásalapú tanulásnak, a tanulói érdeklődés felkeltésének és a kutatás kiindulópontjait jelentő lényegi kérdések megfogalmazásának. A korszerű információs és kommunikációs technológiák is nélkülözhetetlen eszközei a kutatásalapú tanulásnak. A tanulók ma sokkal inkább keresnek információkat az interneten, elektronikus adatbázisokban, e-mailben és webes felületeken kommunikálnak. Az elkészített munkáik leggyakrabban nem papíralapúak, hanem a weben is publikálható képek, videók. A tanulás tervezése és irányítása során figyelemmel kell lenni ezekre a változásokra.

Milyen kérdéstípusok segíthetik a kutatásalapú tanulást?

A kutatásalapú tanulás meghatározó elemei a különféle szintű és típusú kérdések. Ezeket jellemzően a tanulók teszik fel, amennyiben ehhez rendelkeznek kellő érdeklődéssel, háttértudással, de a tanári instrukciók során is kérdéseket fogalmazunk meg a diákok számára. Ezért is fontos megkülönböztetni a kérdések szintjeit és típusait, elősegítve ezzel tudatosabb, tervszerű alkalmazásukat (*A Questioning Toolkit*, 1997).

Lényegi kérdés

Minden más kérdéstípus ennek megvilágítását szolgálja, ez áll a kutatás középpontjában. A legtöbb esetben interdiszciplináris természetű, áttöri a tantárgyak közötti mesterséges falakat. Általuk a dolgok mélyebb összefüggései deríthetők fel, amelyekre nem adható egyszerű válasz. A lényegi kérdések a megismerés, az igazság keresésének alapvető eszközei, amelyekre az iskolákban, a tanulás során is nagyobb hangsúlyt kellene helyezni. Alapvető szerepet kell kapniuk egy-egy tantervi témakör kutatásalapú tanulásának megtervezésében.

Fontosabb jellemzői:

- hiteles és lényegbevágó módon irányul az alapvető fogalmakra, elméletekre, mélyebb gondolkodásra serkent, megbeszélések, további kutatás, megértés és további kérdések következnek belőle,
- elvárja, hogy a diákok alternatívákat vegyenek figyelembe, érveket mérlegeljenek, bizonyítsák állításaikat,
- elősegíti a főbb elméletek folyamatos átgondolását, a korábban tanultak felhasználását, feltevések megfogalmazását,
- erőteljesen kapcsolódik a tanulók mindennapi tapasztalatához és előzetes tudásához,
- visszatérő módon felhasználható más helyzetek és összefüggések vizsgálatában is

Kutató kérdés

A lényegi kérdések egy-egy fő tartalmi témakörben megfogalmazható „munkaformái”, amelyek jó gyakorlati kiindulópontok lehetnek a további kutatáshoz. Kapcsolódnak az alapfogalmakhoz, de elvezetnek a részletesebb magyarázatok felé is.

További kérdések

Ezek segítenek a lényegi kérdések megközelítésében. A nagy kérdésekből következő számos kis kérdés megfogalmazásának képessége kulcsfontosságú az új tudás építése során. A kutatás kezdetén rendezett ötletroham során valamennyi felmerülő kisebb kérdés összegyűjthető és rendezhető papírlapok vagy erre alkalmas szoftver segítségével.

Feltételező kérdés

A vizsgálati utak, lehetőségek felderítésére szolgál, általában egy elképzelés vagy vélemény jövőre való kivetítését jelenti („Mi lenne, ha...?”). Segíthet a többszörös választási lehetőségek eldöntésében, a feltételezéseink megerősítésében vagy elvetésében.

Irányító kérdés

Közelebb visz az elérni kívánt célhoz. Körültekintő megfogalmazása esetén segítheti a rendszerezést és szűrést az információgyűjtés és a kutatási folyamat során. Ráirányíthatja a figyelmet a kutatás során valóban fontos tényekre, részletekre. Szerepe lehet a szabad internetes keresés, adatbázis-kutatás során, ahol az ilyen kérdések listázásával sok időt lehet megtakarítani (ügyelve a keresőprogramok sajátos működési elveire, például az „és” kötőszó alkalmazására).

Tervező kérdés

A pillanatnyi tevékenységen felülemelkedve segíthet a kutatás megszerkesztésében, az idő és az információk megfelelő kezelésében. Gyakori hiba, hogy az információk és lehetőségek bőségében elvesz a kutatási cél. Ebben segíthetnek az alábbi típusú kérdések:

Források:

- Ki végezte a legjobb munkát ebben a témakörben?
- Melyik csoport gyűjtötte a legjobb információkat?
- Melyik médium (internet, CD-ROM, videó, könyv, folyóirat stb.) adta a legmegfelelőbb információkat?

– Melyik kereső használata volt a leginkább célravezető?

Szervezés:

– Melyek azok a feladatok, amiket mindenképpen el kell végezni a kutatás egészének sikere érdekében?

– Mi legyen a részfeladatok sorrendje?

– Melyik feladat igényli egy másik előzetes elvégzését?

Időbeosztás

– Hogyan lehet kialakítani a leghatékonyabb időbeosztást?

– Mennyi idő szükséges összesen a projekthez?

– Mennyi idő áll rendelkezésre az egyes feladatokhoz?

– Van-e olyan feladat, amely több időt igényel?

– Elsiethető-e valamely feladat?

– Befejezhető-e a munka a rendelkezésre álló idő alatt?

– Hogyan lehet módosítani a tervet a rendelkezésre álló időhöz igazodva?

Szervező kérdés

Lehetővé teszi, hogy a gyűjtött információkat olyan kategóriákba rendezzük, amelyek később segíthetik a fő kérdések átgondolását. Rendezés nélkül ezek a gyűjtemények nehezen értelmezhetővé válhatnak. A kutatás elején még lazább, később az összefüggésekre alapozott, megszilárdult és részletes szerkezet alakítható ki. A diákokat meg kell tanítani az információk feldolgozására, a talált szövegek értelmező átirására, ahelyett, hogy kimásolnának és beillesztenének átolvasatlan és meg nem értett szövegblokkokat.

Próba-kérdés

Segítheti a kutatót egy probléma felszínéről annak mélyére jutni. Ehhez elengedhetetlen néhány kutatást segítő módszer alkalmazása. Az információkeresés során például jól használható a keresőszavak, kulcsszavak valamiféle logikus rendszere. A próba-kérdések célzottan és hatékonyan irányíthatják a keresést. Ha sikerült megfelelő forrásra találni, akkor sem biztos, hogy abban nyilvánvaló és azonnal használható módon található az információk. A feltárásukhoz szükség van jó megérzésekre, amelyek a logika, az előzetes tudás, az intuíció és a próba-szerencse módszer elemeiből épülnek fel.

Rendező és szűrő kérdés

A talált információtömeg rendezésére és szűrésére szolgál, elsősorban a relevancia, a fontosság és használhatóság alapján. Kérdések hálóját létrehozva kiszűrhetőek ezek a fontos információ elemek. Ilyen kérdések lehetnek például:

– Mely információkat érdemes megtartani?

– Felhasználhatók-e ezek az információk a feltett kérdések megválaszolásában?

- Megbízhatók-e ezek az információk?
- Mennyi információt kell beraknom saját adatbázisba?
- Hogyan lehet összegezni a legfontosabb információkat, gondolatokat?
- Van-e olyan idézhető rész, amit a kivonatba el lehetne helyezni?

Tisztázó kérdés

Fogalmak és elvek tisztázásával segít eloszlatni a homályos, nehezen értelmezhető dolgok körüli ködöt. Ilyen kérdések tehetők fel például:

- Mire gondolnak a fogalma alatt? Van erre valamilyen egyértelmű meghatározás?
- Hogyan jutottak az adataikhoz, hiteles volt ez a folyamat?
- Rendelkeznek olyan meggyőző tényekkel, bizonyítékokkal, amelyek alátámasztják a következtetéseket?
- Cikkek, tanulmányok, előadások esetében:
 - Hogyan dolgozták ki a bemutatott témát?
 - Milyen a fogalmak sorrendje, kapcsolódása?
 - Van-e logikus összefüggés a fogalmak, gondolatok között?
 - Vannak-e rejtett ellentmondások?

Stratégiai kérdés

A tervező kérdéshez hasonlóan a gondolkodási útvonal tervezésében segít.

- Mi lehet a következő lépés?
- Hogyan lehet legjobban megvalósítani?
- Milyen gondolkodási mód, eszköz segíthet ebben?
- Milyen kérdéseket kell még feltenni?
- Hogyan kellene módosítani a kutatási tervet?

Kidolgozó kérdés

Kibővíti a talált információk, eredmények értelmezését. Segít a felszínről a mélyebb összefüggések felé haladni.

- Mit jelent ez valójában?
- Mi történik, ha megváltoznak a körülmények?
- Mi a további teendő, a következő lépés?

Ötletelő kérdés

Új szempontból vizsgálja, módosítja, újraprendezi, átfordítja a kutatási eredményeket.

- Mit kell elhagyni, módosítani a jobb megértés érdekében?
- Elképzelhető-e az információk valamilyen újszerű, új eredményre vezető átcsoportosítása?
- Lehetséges-e olyan ábrázolás elkészítése, amely jobban rávilágít a lényegi kérdésre?

A gyakorlati és kísérleti feladatok, könyvek és cikkek, osztály- és csoportmegbeszélések, interjúk, tanári bemutatók, képek és videók, az összetett kutatási feladatok egyaránt alkalmas eszközei a kutatásalapú tanulásnak, a tanulói érdeklődés felkeltésének és a kutatás kiindulópontjait jelentő lényegi kérdések megfogalmazásának. A korszerű információs és kommunikációs technológiák is nélkülözhetetlen eszközei a kutatásalapú tanulásnak. A tanulók ma sokkal inkább keresnek információt az interneten, elektronikus adatbázisokban, e-mailben és webes felületeken kommunikálnak.

- tanulás formalizált iskolai környezetben,"
- tartalomközpontú, előíró tanterv,"
- tankönyvközpontú tanítás,"
- osztályozó értékelés,"
- az átlageredmény értékelése,"
- a tanítás hatalomgyakorlás."

Az új pedagógiai paradigma jellemzői:"

- rugalmasan szerveződő tanulói közösségek,"
- tanulási módokhoz igazított időkeretek,"
- iskolán kívüli tanulási környezetek,"
- probléma-alapú, nyitott tantervek,"
- feladatközpontú tanulás,"
- egyéni, fejlesztő értékelés,"
- a tanulás partnerség."

Milyen pedagógiai célokot szolgálhat a természettudományi nevelés megújítása?"

A természettudományi nevelés megújítása számos, egymással összefüggő elem együttes, összehangolt fejlesztésével képzelhető el (*Integrált természetismeret oktatás, 2006*):"

A természettudományos tantárgyak oktatásában tapasztalható válságjelenségek elkerülése, azaz:"

- a tanulási motiváció erősítése,
- a tantárgy kedveltségének fokozása,
- a tanulási sikeresség növelése,"
- a természettudományos és műszaki pályák választására való készítetés."

A tanulás hatékonyságának fokozása"

- a korszerű tanuláselméleten alapuló módszerek használatával,"
- az adaptív pedagógia, a differenciálás eszközeivel,"
- a személyközpontú fejlesztő értékelés alkalmazásával."

Korszerű természettudományi műveltség építése"

- nyitott, probléma-alapú tartalomszabályozással,"
- a természettudományi tudásrendszer közös fogalmakra és kulcselméletekre épülő fejlesztése,"
- a mindennapokban használható, mindenki által elsajátítható természettudományos gondolkodásmód kialakításával."

A tanulói kompetenciák fejlesztése"

- részletes kompetenciarendszer és fejlődési szintek meghatározásával,"
- változatos tanulási környezettel és tevékenységrendszerrel,
- részletes témaköri követelmények, fejlesztési kritériumok közzétételével,"
- kritérium-alapú értékeléssel."

Hogyan működik a kutatásalapú tanulás az osztálytermi gyakorlatban?"

A gyakorlati és kísérleti feladatok önmagukban még nem feltétlenül valósítják meg a kutatásalapú tanulást, ahogyan az utóbbi sem minden esetben kapcsolódik a tanulók gyakorlati és kutatási tevékenységéhez. Ma is számos kiváló gyakorlati és kísérleti oktatási segédlet áll a tanárok rendelkezésére, de ezek használata még nem mindig eredményez hatékony természettudományi nevelést, és nem feltétlenül jelzi a kutatásalapú tanulás megvalósulását. A kutatásalapú tanulás sajátos tanár-diák viszonyt követel meg, amely a szervezethez, a tervezés és az együttműködés magasabb szintjében különbözik a hagyományostól. (1)"

Az értékelés szempontjai:

- a) matematikai tartalom
- b) előadás
- c) dokumentáció
- d) a valóság és a modell kapcsolata

Egy lehetséges megoldás:

Előzetes tájékozódás: közvélemény-kutatás, becslés, amelynek eredményeképpen kiderül, hány kg import hagymát fogyaszt egy magyar háztartás egy évben Ez összesen körülbelül 15kg (becsült adat)

Szállítóeszköz: teherszállító hajó és kamion

Útvonal:

Buenos Aires-Gibraltár-Rijeka (hajó), Rijeka-Budapest (kamion)

1.

Szállítási útvonal hossza:

Buenos Aires-Gibraltár-Rijeka: körülbelül 13475km

Információ:

Hajóval 10kg áru 10000km-rel való elmozdítása 1,3 kg szén-dioxid kibocsátását eredményezi (<http://www.fallsbrookcentre.ca/cgi-bin/calculate.pl>).

Számolás:

$$M_1 = \frac{15 \cdot 1,3 \cdot 13475}{10 \cdot 10000} \approx 2,62 \text{kg}$$

2.

Szállítási útvonal hossza:

Rijeka-Budapest kb. 510 km

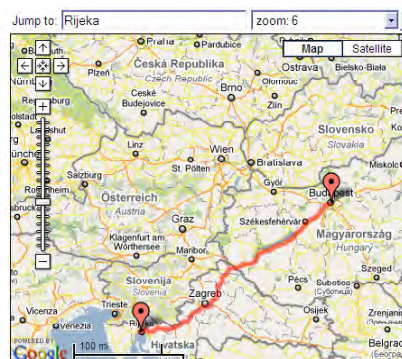
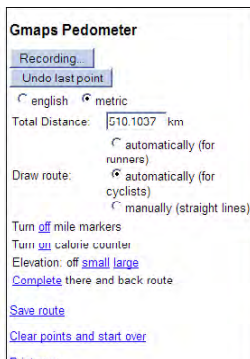
Információ:

Kamionnal 10kg áru 1000km-rel való elmozdítása 2,7kg szén-dioxid kibocsátását eredményezi (<http://www.fallsbrookcentre.ca/cgi-bin/calculate.pl>).

Számolás:

$$M_2 = \frac{15 \cdot 2,7 \cdot 510}{10 \cdot 1000} \approx 2,07 \text{kg}$$

Végeredmény:



2. feladat:

Szerző: Veres Gábor

(Bemutató óra: GRID projekt honlap, 2006)

Leírás, tapasztalatok:

A feladat a 8. évfolyam *Emberi test* témakörével foglalkozó komplex projektjének része. A társadalomorientált természettudományos nevelés elvét követve a lényegi kérdés a saját testkép, az önfelfogadás, önértékelés, ennek harmonikusabb tétele. A kutatáshoz elektronikus információforrások és segédprogramok állnak rendelkezésre. Az arányokkal, az arany metszés elvével való megismerkedés után a tanulók önállóan keresnek mérőpontokat, szimmetria-elemeket a korábban elkészített fotókon. Az eredményeket csoporton belül megosztják és megbeszélik. A tapasztalatok szerint a tanulók abban az esetben motiváltak az elmélyültebb munkára, ha a saját fotójuk alapján dolgozhatnak, de ha ezt elkerülik, akkor ismert arcokról készült képek is alkalmasak lehetnek. Általában több mérés átlagaként az arany metszés körüli szórás jelenik meg. Mindenkinek található közelebbi és távolabbi értéke, végül is ennek felfedezése, megbeszélése segítheti az önismereti feszültségek oldását. A csoportmunka irányítása, az osztályszintű megbeszélés az emberi sokféleség, önmagunk és egymás elfogadására is rávezethet.

Emberi test – a szépség titka?

Probléma: a serdülők testképe fontos része önismeretüknek, de a különféle hatások (például kortársak véleménye, divatok, média) miatt gyakran kiegyensúlyozatlan, belső konfliktusok forrása. A szépségről való gondolkodás, kommunikáció oldhatja ezt a feszültséget, realisabbá teheti a testképet.

Pedagógiai cél: a természettudományos, matematikai, személyes és digitális kompetenciák összehangolt fejlesztése.

Lényegi kérdések:

- Mi az emberi szépség titka?
- Milyen saját testképpel rendelkezünk, elfogadjuk-e saját testünket?

Kutató kérdések:

- Az emberi arc mely részletein fedezhető fel az aranymetszés aránya?
- A vizsgált arcok közül körülbelül milyen arányban figyelhető meg ez a szabály?
- Összefügg-e az arányosság megjelenése és az adott arc szépségének megítélése?

I. részfeladat: Az aranymetszés szabálya

Munkamenet:

- Nyissátok meg az *Aranymetszés* képgyűjteményt!
- Nézzétek meg a képeket és beszéljétek meg, mit ábrázolnak!
- A és B tanulók: Keressetek a weben az „aranymetszés” fogalomhoz kapcsolódó oldalakat!
- C és D tanulók: Olvassátok el a jegyzet (*Emberi test*) 20–21. oldalán az aranymetszés történetéről szóló szöveget!

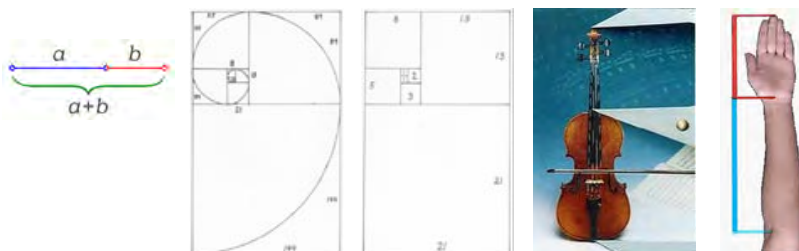
„Az aranymetszés aránya az egyiptomi piramisok méreteiben is felfedezhető! Ha a gízai Kheopsz piramis magasságát elosztjuk az alapélek hosszának felével, akkor éppen az 1:1,618

arányosság jön ki. Talán nem is véletlen ez az építési mód, hiszen az egyiptomi tudomány igen fejlett volt és már a görögök előtt kétezer évvel képesek voltak bármely szám négyzetgyökének geometriai módszerrel való meghatározására. Az erre használatos egyszerű ábrák segítettek az aranymetszési arány megállapításához is. Rejtélyes az is, hogy a piramis kerülete pontosan (!) egyenlő az Egyenlítő hosszúságának 1 ívpercével, azaz 1/360/60-ad részével!”

A képek, a szöveg és a web alapján válaszoljatok az alábbi kérdésekre:

- Hogyan jelenik meg az aranymetszés szabálya az emberi kar és a hegedű felépítésében?
- Hol jelent meg az ókorban az aranymetszés (mely kultúrák ismerték és alkalmazták)?
- A piramisok esetében milyen méretek felelnek meg az aranymetszés szabályának?

Képek:



II. részfeladat: Arcok és arányok

Munkamenet:

I. Aránymérés

- Nyissátok meg az *ARCok és arányok* képgyűjteményt!
- Nyissátok meg a képfeldolgozó programot!
- Hívjátok be a programba az egyik vizsgált képet!
- A Power Point segédábrái és saját ötletek alapján keressetek mérőpontokat az arcon!
- Töltsétek le a Synergieiről a *Mérési adatok* című Excel-táblázatot!
- A táblázat fejlécében lévő számok mellé írjátok be, hogy mit fogtok mérni! (Hasonlóan a már beírt két méréshez!)
- Keressétek az aranymetszés szabályának megfelelő arányokat az arcon az alábbi módon:
- A hosszúságméréseket a program segítségével végezzétek!

– Írjátok be mért adatpárokat a táblázatba, a nagyobbat a felső, a kisebbet az alsó sorba! Ha a kiszámított hányados 1,6 vagy ehhez közel van, akkor ez: aranymetszés

II. Arcforma:

- A Power Point ábrája és az „A” ábra alapján határozzátok meg az arcformák típusát!
- Írjátok fel az Excel-táblázat lapjára egy üres sorba a neveket és a típus számát!

III. Szög mérés:

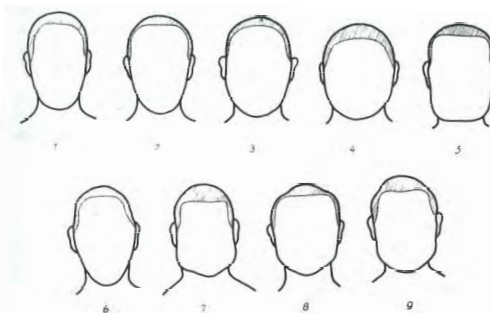
- Hívjátok be a programba az egyik csapattag „A” jelű portréját!
- A Power Point segédábrái és saját ötletek alapján határozzátok meg mérhető szögeket az arcon!
- Húzzatok nyilakat a szögeknek megfelelően az arcépekre!
- Műanyag szögmérővel mérjétek meg a szögeket!
- A mért adatokat írjátok be az Excel-táblázatba!

Adatok rögzítése és feltöltése:

Mivel a méréseket a képernyőn végezték, célszerű a mért adatokat papírra felírni és a mérés végén beírni az Excel-táblázatba!

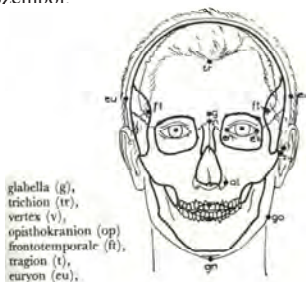
Képek, segédábrák:

Arckörvonal-típusok:



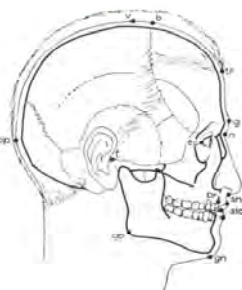
A fej antropológiai mérőpontjai

Szemből:



glabella (gl),
trichion (tr),
vertex (v),
opisthokranion (op),
frontotemporale (ft),
tragion (tr),
euryon (eu),
gonion (go).

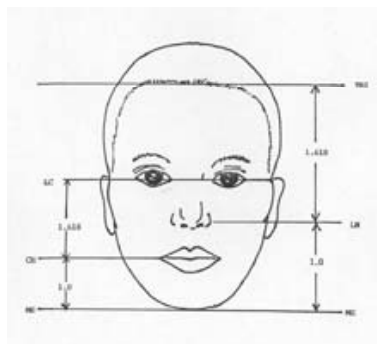
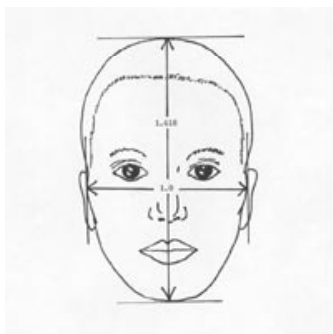
Oldalról:



nasion (n),
subnasale (sn),
stomion (st),
gnathion (gn),
zygion (zy),
alare (al),
gonion (go).

Arc szélessége, magassága:

Vízszintesek és közöttük mért távolságok:



Mérőpontok az arcon (például):

Aranymetszés az arcon:



III. részfeladat: ARC – szépség

Munkamenet:

– Olvassátok el a szöveget:

Mérhető-e a szépség?

A történelem során a különféle kultúrák tudósai és művészei sokszor megpróbálták kiszámítani a szép arc tökéletes méreteit. Képletek sokaságával próbálkoztak, ezek közül a leghíresebb az **aranymetszés arányossága**, amely 1:1,618. Már az ókori görögök is ismerték és használták a művészeti és építészeti alkotásaikban. Ez az arány a tökéletesség érzetét keltette és olyan sok helyen látható a természetben is, hogy az istenekhez közelállónak vélték. Ennek alkalmazása felelős a nyugati művészet történetében a szobrok és festmények arcvonásainak hasonlóságáért is. Manapság néhány kozmetikai sebész elkezdte alkalmazni munkájában az aranymetszés szabályát. Dr. Stephen Marquardt e számítás alapján alkotott egy univerzális Szépség Maszkot. A maszkon lévő hálózat mindegyik emberi népcsoport arcához illeszthető és megfelel azoknak az elvárásoknak, amelyeket az emberek az arc szépségével kapcsolatosan magukban megfogalmaznak. Természetesen valamennyi szépségeszmény megfelel az 1:1,618 aránynak. Dr. Marquardt azon a véleményen van, hogy a szépség megítélése a szemlélőtől is függ, mivel a tapasztalatainkat mindig összevetjük az elvárásainkkal is. Szeretteink és kedvenceink arca idővel megszépül a számunkra, azáltal, amit egyébként jelentenek nekünk. A szépség lényege azonban az Aranymetszés Maszk vonalaiból kiolvasható. Ez az eszköz otthon is kipróbálható, de szükség van hozzá egy megadott utatás szerint elkészített fényképre, amelyen az arc pontosan illeszkedik a maszk hálózatához.

– Nyissátok meg a www.beautyanalysis.com weboldalt!

Útvonal:

Jobb oldalon: Mask Applications-ra kattintva:

Making Beauty, aztán: Aesthetic Surgery Applications

– Nézzétek meg az „ilyen volt – ilyen lett” képpárokat!

– Beszéljétek meg a látottakat az alábbi szempontok alapján:

– A képeken látott emberek esetében – és általában – indokoltak tartjátok-e a szépítő műtetet?

– Milyen üzlet a szépségipar?

– Hogyan viszonyul ehhez a média világa?

– Írjon le mindenki néhány soros egyéni véleményt ¼ lapra!

– Ragasszátok fel a véleményeket az osztály közös kartonjára!

Kutatási kérdések:

– Az emberi arc mely részletein fedezhető fel az aranymetszés aránya?

– A vizsgált arcok közül körülbelül milyen arányban volt megfigyelhető ez a szabály?

– Összefügg-e az arányosság megjelenése és az adott arc általaltatott vélt szépsége?

3. feladat:

Szerző: Veres Gábor

Leírás, tapasztalatok:

A feladat a 7–8. évfolyamon, a *Nyersanyagok, energiaforrások* témakörhöz kapcsolódik. A természettudományos kulcsfogalmak közül a rendszer, rendszer-környezet kapcsolat, anyag, energia, fenntarthatóság értelmezését fejleszti sajátos kontextusban. Motivációs potenciálja a játékos, szabad alkotáson, csoportmunkán alapuló aktív tevékenységben van. A tanári instrukciók, a játékszabályok ennek csak a

kereteit alakítják ki, amelyet a tanulók szabadon tölthetnek meg tartalommal, de számos esetben ki is tárgyják a határokat. Az önálló kutatáshoz szükséges előzetes ismereteket részben a földrajz tantárgyból, részben a természetismeretből, illetve a mindennapi életből hozzák a tanulók. A tapasztalatok szerint a Sziget egyre összetettebbé válásával a tanulók felfedezik az ellentmondásokat, a szimulált problémák pedig ezek javítására ösztönzik őket. A korábban rögzített elemekhez (például elhelyezkedés és éghajlat) való alkalmazkodás kényszere (természetes növényzet) új ötletekre, megoldások keresésére vezet. Jelmező párbeszéd például:

Diák: A mi Szigetünkön a fő élelmiszerforrás a búza.

Tanár: Hol helyezkedik el a Sziget?

Diák: A trópusi övezetben.

Tanár: Ott vannak olyan évszakok, tél és nyár, mint nálunk a mérsékelt övezetben?

Diák: Nem, ott mindig meleg van.

Tanár: És miben különbözik még egy téli és egy nyári nap nálunk?

Diák: Télen rövidebbek a nappalok és hosszabbak az éjszakák.

Tanár: Ezek szerint a forró éghajlatú trópusi övezetben nincsenek hosszú nyári nappalok?

Diák: Nincsenek.

Tanár: Nézzetek utána, hogy mit jelent a növények hosszú- és rövidnappallos fényigénye.

Diák: [miután megkereste az információt]: Igen, a búza hosszabb nappalokat igényel, valamilyen más alapvető tápláléknövényt kell keresnünk.

A Sziget szimulációs játék

Probléma:

– Milyen hatások és következmények jelentkeznek egy véges ökológiai, gazdasági rendszer növekedése során?

– Hogyan lehet felépíteni egy szükségleteket kielégítő technológiai rendszert?

– Mi korlátozza a növekedést, hogyan lehet fenntartható állapotot kialakítani?

Szabályok:

– A játékot 4–5 fős csapatok játszzák.

– Minden sziget azonos területű.

– A sziget helyéről a csapat szabadon dönt.

– Az éghajlatot a hely figyelembe vételével kell modellezni.

– A felszín a méretarányok és a várható technológiai szükségletek figyelembe vételével szabadon alakítható.

– Az élővilág a felszíni és éghajlati viszonyokkal összhangban tervezhető.

– A csapatnak döntenie kell a szükségletekről.

– A szükségletek kielégítése nem sértheti a modell kereteit.

– A technológiák rendszert alkotnak, amely a modell keretei között fejleszthető.

– A népesség növekedése ütemezett, csak a rendszer eltartóképessége korlátozza.

– A modell „katasztrófaérzékeny”.

– A győzelemhez a katasztrófák elkerülése és a fenntartható állapot elérése szükséges.

A játék vezetése munkakártyákkal történik, a tanár (lépésenként) ellenőrzi a modellek helyességét.

I. időszak – Alapítás

Ebben az időszakban kell a szigetre vetődött csapatnak feltérképeznie a szigetet.

Feladatok:

Meg kell állapítani a sziget földrajzi helyzetét,

el kell készíteni a térképét, jelölve rajta az élővilágot és az ásványkincseket is,

fel kell jegyezni az időjárás-éghajlati adatokat,

meg kell figyelni a növényzetet és az állatvilágot,



- létre kell hozni az első lakhelyeket, települést,
- meg kell állapítani a csapat szükségleteit,
- ki kell alakítani a szükségleteket kielégítő technológiákat.

Összefüggések:

- Az éghajlat függ a földrajzi helyzettől.
- Az előforduló növények és állatok fajai összhangban vannak az éghajlattal.
- Az ásványkincsek összefüggenek a domborzati, geológiai adottságokkal.
- A lehetséges technológiák függenek az éghajlattól, élővilágtól, domborzattól, ásványkincsektől, tehát a nyersanyagoktól.

Irányító kérdések:

- Hol fekszik a sziget?
- Milyenek a domborzati viszonyok?
 - Hegyek (vulkanikus, vagy mészkő):
 - Síkságok (a terület hány százalékán):
- Milyen az éghajlat?
 - Milyen övben van a sziget:
 - Éves középhőmérséklet:
 - Napi hőingás:
 - Éves csapadék mennyisége:
 - A csapadék éves eloszlása:
 - Napfényes napok száma:
- Milyen a sziget természetes növényzete:
 - Milyen fák vannak:
 - Milyen fűfélék, lágyszárúak vannak:
- Milyen állatok élnek a szigeten:
 - Emlősök:
 - Madarak:
 - Hüllők:
 - Rovarok:

II. időszak – Szükségletek

A Sziget sajátos környezet, ahol az emberek szükségletei mások, mint korábban a városokban vagy falvakban.

- Milyen indokolt, például biológiai szükségletei vannak a szigetlakóknak?
- Milyen szükségleteket képes kielégíteni a Sziget és melyeket nem?
- Hogyan lehet hosszútávon fenntartható rendszert kialakítani?

Figyelem! Gondoljátok át a szükségletek egymástól való függését! (Például a tűzrakás → favágás → balta sorozat)

Töltsétek ki az alábbi táblázatot:

<i>Szükséglet megnevezése</i>	<i>Hogyan lehet kielégíteni?</i>	<i>Milyen források vannak a Szigeten ehhez?</i>

Kérdés:

Milyen korábbi szükségletek kielégítése nem szükséges vagy nem lehetséges?

4. feladat:

Szerző: Somogyi Ágota

Leírás, tapasztalatok:

A hajtógép-modell vizsgálatát azok a diákok választották leginkább, akik már az elkészítésében is részt vettek. Az elkészítés során szerzett tapasztalataikat felhasználva irányították a többiek munkáját. A kérdések megfogalmazásánál leginkább a verseny motiválta őket. A legkevesbé irányított munkát ők végezték, mert egy folyamatban már megismerték az eszköz működési elvét.

A kiskocsi mozgását vizsgáló diákok érdeklődését leginkább az a kérdés keltette fel, hogy miért kell magasabbról elengedni a kiskocsit, mint a körpálya átmérője.

A gördeszkás animációt vizsgáló tanulók érdeklődését a pályák bonyolultsága és az égitestek változtatása keltette fel leginkább.

Az egyszerű gépet vizsgáló diákok érdeklődése volt a legkevésbé intenzív.

Az egyszerű gépek és az energiaátalakulások

Ezen az órán és a következőn 4 fős csoportokban fogtok dolgozni. Minden csoportagnak különböző feladata lesz.

Mindenki elvégzi az egyéni munkáját, majd elmondja a csoporttagoknak a tapasztalatait.

A cél az, hogy mindenki ismerje a többiek munkáját, s a csoport együtt összeállítson egy beszámolót a tapasztalatokról.

Ez a beszámoló legyen egy színes, rajzos plakát, melyen szerepel minden fontos észrevétel.

A munka értékelése:

1. Mindenkinek értékelni fogom az egyéni munkáját az órai megfigyelések és a saját vázlat alapján.
2. A csoport együttes munkáját is értékelni fogom a plakát alapján.
3. Értékelni fogjátok a közös munkákat, méghozzá a szerint a szempont szerint, hogy kitől kaptátok a legtöbb figyelmet és segítő észrevételt a munka során.

A munka menete a következő:

1. óra:

Eloolvassátok a feladatokat, s az érdeklődéseteknek megfelelően elosztjátok az A, B, C, D betűjelet.

Mindenki a saját feladatán dolgozik, de nem egyedül, hanem a többi csoportból az azonos betűjelű társával együtt.

Önállóan készítenek vázlatot a saját tapasztalataitokról.

A feladatok a többi lapon megtalálhatók.

2. óra:

Mindenki elmondja a tapasztalatait a csoporttársainak szóforgóban.

Elkészül a közös plakát a beszámolókból.

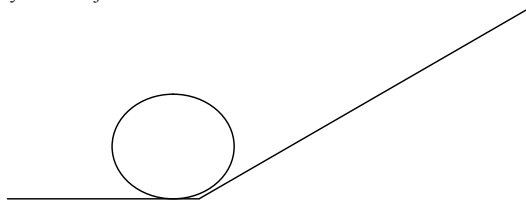
Értékelés.

Feladatok:

„A” tanuló feladata:

Végezz kísérleteket egy kiskocsival a következő szempontok szerint:

a. A rendelkezésedre álló pályá elemekből építs egy teljes kört, amihez csatlakozik egy lejtő, ami magasabb mint a körpálya átmérője.



- A cél az, hogy a kiskocsi a pályán maradv haladjon.
- Fogalmazz meg kérdéseket a kiskocsi mozgásával kapcsolatban! Például:
 - Milyen magasságból kell elengedni a kiskocsit, hogy teljesen körbeforduljon?
 - A rendelkezésedre álló eszközökkel – vonalzó, mérőszalag, stopper, erőmérő, mérleg – végezz méréseket a kérdéseidhez kapcsolódva!
 - Keress példákat hasonló mozgásra!

„B” tanuló feladata:

Az elkészített hajtógép-modellek vizsgálata.

Állapítsd meg, mitől függ az, hogy melyik hajtógéppel lehet a legmesszebbre dobni.

- Készíts vázlatot a kísérlet menetéről!
- Fogalmazz meg kérdéseket a vizsgálathoz!
- Milyen hasonló elven működő eszközöket ismersz?

„C” tanuló feladata:

Interaktív animáció segítségével tanulmányozd a helyzeti és a mozgási energia átalakulásait!

Nyisd meg az alábbi lapon található animációt!

http://phet.colorado.edu/new/simulations/sims.php?sim=Energy_Skate_Park

Tanulmányozd a szimulációt! Vizsgáld meg a baloldali gombok szerepét!

Végezd el az alábbi feladatokat:

– Válassz ki egy skater-t (gördeszékst)! Vizsgáld meg a Földön, ezen az egyszerű pályán az energiák átalakulását az energy vs. position gomb bekapcsolásával.

– Figyeld meg az azonos időközökben bejelölt helyét is a testnek a show path gomb bejelölésével.

– Helyezd át a gördeszéksodát egy másik égitestre, majd a világűrbe. Mit tapasztalsz?

– Készíts egy bonyolultabb pályát a Földön a gördeszéksodának, de ügyelj arra, hogy végig tudjon menni a teljes pályán a gördeszéksod!

– Figyeld meg, hogy mi történik, ha az űrbe helyezed át ezt a pályát! Hogyan tudod elindítani a testet? Miért? Mi történik a görbe pályaszakaszon a testtel, miért?

– Jegyezd le a tapasztalataidat!

A „D” tanuló feladata:

Az egyszerű gépek tanulmányozása.

A cél az, hogy csoportosítsd a rendelkezésedre álló egyszerű gépeket, s bemutasd a működési elvüket.

Egyszerű gépek: harapófogó, diótörő, álló és mozgó csiga, lejtő, olló, dugóhúzó, csavar.

– Készíts táblázatot az egyszerű gépek használatáról, működéséről!

– Fogalmazz meg kérdéseket a használatukkal kapcsolatban!

– Hasonlítsd össze az eszközöket a használatuk szerint!

8. feladat:

Szerző: Somogyi Ágota

Leírás, tapasztalatok:

Az 1. feladat végrehajtása komoly problémákba ütközött. Elsőre senkinek sem sikerült eredményesen elvégezni a kísérletet. Többen elvesztették az érdeklődésüket, néhány diák foglalkozni kezdett a problémával, de csak segítséggel tudták megoldani a feladatot.

A 2. feladatnál a farúd elmozdítása váltott ki érdeklődést a diákokból, s ebben az esetben a magyarázatra is figyelmet fordítottak.

A vízszög eltérítésénél sikerült a kémiai alapismereteiket is feleleveníteni.

Elektro- és magnetosztatikai jelenségek vizsgálata

Háromfős csoportokban fogtok dolgozni. A csoport minden tagja végezzen el egy kísérletet, s a tapasztalatokat mindenki írja le. A magyarázatokat közösen beszéljétek meg, de mindenki írja le a lapjára.

1. részfeladat

Elektromos megosztás jelensége

Anyagok: gyurma, fémlap, műanyagtálca.

A gyurmat rögzítsd a fémlapra fogóként, mivel itt kell megfognod a lapot.

A fémlapot tedd a műanyagtálcára és mozgasd, dörzsöld.

Emeld meg a fémlapot és érintsd meg a mutatóujjaddal a szélét.

Tapasztalat és magyarázat:

2. részfeladat

Mivel lép kölcsönhatásba az elektromos tér?

Anyagok: vonalzó, műszálas rongy, papírszeletek, műanyaglapba állított fémrúd, melyen vékony alufóliaszál van átvetve, óraüveg, síkűveglap, farúd.

Dörzsöld meg a vonalzót és közelítsd a papírdarabkákhöz.

Dörzsöld meg a vonalzót és közelítsd az alufóliacsíkhöz, majd érintsd meg a fémrudat, amin az alufólia lóg.

Egyensúlyozd ki a farudat az óraüvegen és közelítsd az egyik végéhez a megdörzsölt vonalzót.

Vékony sugárban folyasd a vizet a csapból és közelítsd hozzá a megdörzsölt vonalzót.

Tapasztalat és magyarázat:

Jegyzet

(1) teAchnology – The Online Teacher Resource, 2010. november 20-i megtekintés, <http://www.technology.com/currenttrends/inquiry/>; *Exploratorium Institute for Inquiry* (é. n.). 2010.11.20-i megtekintés,

Exploratorium – the museum of science, art and human perception, <http://www.exploratorium.edu/IFI/about/inquiry.html>

Irodalom

OKNT-bizottság a természettudományos közoktatás helyzetének felmérésére (2008). Az OKNT-bizottság jelentése. 2010. 11. 26-i megtekintés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, <http://www.phy.bme.hu/~termtud/>

Exploratorium Institute for Inquiry (é. n.). 2010. 11. 20-i megtekintés, *Exploratorium – the museum of science, art and human perception*, <http://www.exploratorium.edu/IFI/about/inquiry.html>

A Questioning Toolkit (1997). 2010. 11. 23-i megtekintés, *From Now On – The Educational Technology Journal*, <http://fno.org/nov97/toolkit.html>

Integrált természetismeret oktatás (é. n.). 2010. november 23-i megtekintés, Oktatáskutató és Fejlesztő Intézet, <http://www.ofi.hu/tudastar/pedagogiai-rendszerek/integralt>

A tanulmány a PRIMAS (Promoting inquiry in mathematics and science education across Europe) projekt támogatásával készült (GA 244 380).