EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KAR

TANÁRI KÉPZÉS SZAKDOLGOZATÁNAK TANULMÁNY RÉSZE

A KÉMIA TANÍTÁSÁT SEGÍTŐ DIGITÁLIS TANANYAGOK RENDSZEREZÉSE ÉS ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE

Miklós Dóra

Témavezető: Dr. Szalay Luca, egyetemi adjunktus

Budapest, 2012

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés és célkitűzés 1
2. A digitális tananyagok 3
2.1 A digitális tananyagok definíciója és a digitális tartalmak osztályozása 3
2.2 A digitális tananyagok felhasználásnak technikai feltételei 5
2.2.1 Az digitális taneszközök 5
2.2.2 A tananyagcsomagok által biztosított támogató környezet 9
2.3 Angol nyelven elérhető digitális tananyagok kémiából 12
2.4 Magyar nyelven elérhető digitális tananyagok kémiából 14
2.4.1 Az Apáczai Kiadó tananyagai 14
2.4.2 A Mozaik Kiadó tananyagai 16
2.4.3 A Műszaki Kiadó tananyagai 17
2.4.4 A Nemzeti Tankönyvkiadó tananyagai 18
2.4.5 A Realika tananyagai 19
2.4.6 A Sulinet Tudásbázis tananyagai 20
2.4.7 További magyar nyelvű kémiai digitális tananyagok 21
3. A magyar nyelven elérhető digitális tananyagok összehasonlító elemzése 23
3.1 A statikus digitális tartalmak 23
3.2 A dinamikus digitális tartalmak 24
3.3 Az interaktív digitális tartalmak 31
4. A magyar nyelvű kémia digitális tananyagok használata a gyakorlatban 40
4.1 Kémiatanárok véleménye a magyar nyelvű digitális tananyagokról 40
4.2 Saját tapasztalataim a kémia digitális tananyagok használatával kapcsolatosan 44
5. Konklúzió 49
Irodalomjegyzék 51
Ábrajegyzék 55
Köszönetnyilvánítás 56

1. Bevezetés és célkitűzés

A hatályban lévő Nemzeti alaptanterv (Nat) Ember és természet műveltségterületének Alapelvek, célok című bevezetője előírja a következőket: „Az önmagában is összetett funkciójú természettudományi nevelés – a többi műveltségterülethez hasonlóan – beágyazódik az iskola komplex személyiségfejlesztési folyamatába. Ennek feltétele az iskolai és azon kívüli tanulási környezet változatossága, az információforrások, az interakciós lehetőségek sokfélesége, az önálló, cselekvő tanulás lehetősége.” [1] Emellett a dolgozatom írásakor a véglegesítés fázisában lévő kerettantervek tervezeteinek módszertani ajánlásai is szorgalmazzák az infokommunikációs eszközök és a digitális tartalmak használatát [2]. Ezek pedig megkívánják a tanároktól a modern digitális taneszközök segítségével történő szemléltetést a tanórákon, illetve a digitális tananyagok használatán alapuló gyakorlás ösztönzését a diákok otthoni felkészülése során. Megfelelő módon alkalmazva ez segítheti a nehezebb tananyagrészek megértését, a témáról való közös gondolkodás elindítását, ezáltal érdekesebbé, színesebbé téve a néhol száraznak tűnő tényanyagot. A tananyagok digitális változatai, segítő ábrái, animációi, interaktív feladatai, játékos kérdései, problémafelvetései azonban nem mindig állnak a tanárok rendelkezésére, illetve felépítésükkel, szakmai színvonalukkal nem minden esetben szolgálják az elérendő célokat. Dolgozatomban ezért a jelenleg az interneten elérhető, kémiatanításhoz használható digitális oktatási segédanyagokat (röviden: digitális tananyagokat), illetve a természettudományos tankönyveket is kínáló hazai kiadók magyar nyelvű, a kémia tanításához alkalmazható, aktív táblára írt digitális tananyagait, tankönyvmellékleteit vizsgálom, rendszerezem és elemzem.

Munkám során fő célom az, hogy alapos betekintést nyerjek a kémiatanításhoz használható digitális tananyagok világába, amelynek köszönhetően a dolgozatom végére összeáll egy kép, milyen is a „jó” interaktív tananyag. Nem vagyok felhatalmazva az egyes digitális tananyagok komplex minősítésére és természetesen ezek lektorálására sincs megbízásom. Ezért legjobb tudásom szerint a saját tapasztalataimra, illetve a pályán hosszú ideje tanító kollégák, vezetőtanárok véleményére támaszkodva csak néhány tanácsot adhatok és konkrét példát mutathatok be arra vonatkozóan, hogy milyen digitális tananyagelemeket érdemes alkalmazni a kémiaórákon, és melyek azok, amelyek véleményem szerint szakmailag vagy esztétikailag nem adnak többlettudást vagy élményt a diákok számára. Manapság szerencsére egyre népszerűbb az angol nyelvű szakmai tartalommal bíró oldalak böngészése, így egy fejezet erejéig ezekre is kitérek. Mivel egyre több iskolában van lehetőség a

különböző, számítógéppel támogatott digitális taneszközök használatára, nem kerülhetem meg ezek rövid bemutatását, a digitális tananyagok használatához szükséges technikai háttér ismertetését. Ezt azért is gondolom fontosnak, mivel sokszor hallhatunk arról a problémáról, hogy a pedagógusok azért nem alkalmazzák a modern taneszközöket, mert a digitális kompetencia terén (életkorukból adódó) hiányosságaik és/vagy a digitális taneszközök használata közben szerzett rossz tapasztalataik miatt idegenkednek azok kezelésétől.

Ezek alapján dolgozatom felépítése a következő:

- A digitális tananyagok általános bemutatása
- A digitális tananyagok használatának technikai háttere
- Az angol illetve magyar nyelven elérhető, kémia tárgyú digitális tananyagok általános bemutatása
- A négy, a természettudományos tárgyakhoz is tankönyveket kínáló kiadó interaktív tananyagainak, továbbá a *Realika* és a *Sulinet Tudásbázis 2012*. tananyagainak összehasonlító elemzése
- A kollégák véleményének interjúk segítségével való összegyűjtése, illetve az ezek és a saját tapasztalataim rendszerezése.

Vizsgálódásaimhoz a kiválasztott kiadók ingyenesen rendelkezésemre bocsátották a kémia tárgyú digitális tananyagaikat, illetve lehetőséget teremtenek arra, hogy személyesen is megismertessenek a szoftvereik működésével. Ezek alapján tudom tanácsokkal ellátni dolgozatom olvasóit a kialakított szoftverek kínálta lehetőségekről és azok beépítéséről a tanórák menetébe.

Célom az, hogy az így kialakított tapasztalatgyűjtemény hasznos segédanyaga legyen a kémiatanároknak, ahol számos információt, címet és internetes elérhetőséget találnak a jelenleg rendelkezésre álló digitális tananyagokról és taneszközökről. Mindezek mellett egész munkám során fontosnak tartom és többször hangsúlyozom azt az alapelvet, hogy a digitális tananyagok nem helyettesíthetik a pedagógusokat, azonban remek lehetőségeket rejtenek, amelyeket minden tanárnak ismernie kell.

2. A digitális tananyagok

2.1 A digitális tananyagok definíciója és a digitális tartalmak osztályozása

A digitális tananyagokat az Oktatási Hivatal által a tankönyvvé nyilvánítási útmutatóban közzétett ”DIGITÁLIS TANESZKÖZ-TÍPUSOK” című dokumentum úgy definiálja, hogy ezek pedagógiai elvek alapján, az informatika lehetőségeit az oktatási célok mentén kihasználva felépített oktatási anyagok, amelyek tantervtől és tanmenettől lényegében független kisebb tematikus egységekből (ún. tananyag-elemekből) is felépülhetnek, de önálló, tartalmi, módszertani szempontból zárt egészet is alkothatnak [3]. Dolgozatomban azonban mindenféle olyan digitális tartalmat vizsgálok, amelyek oktatási segédanyagként infokommunikációs eszköz közbeiktatásával használhatók. Az iskolák az utóbbi években egyre bővülő számban tesznek szert a digitális tartalmak közvetítésére alkalmas digitális taneszközökre (hardverekre és a működtetésükhöz szükséges szoftverekre), így egyre elterjedtebbé válik a digitális tananyagok használata a közoktatási kémia tanításában is.

Ahhoz, hogy egy megtervezett óra keretén belül az elérhető digitális tananyagok céltudatosan használhatók legyenek, ismerni kell az egyes tananyagelemek típusait és az azokhoz szükséges eszközök használatát. Nagyon fontos továbbá, hogy a kitűzött feladat elérje a kívánt pedagógiai célt, ezért a digitális tananyagok használatakor meg kell válogatni mit, hogyan érdemes és eredményes tanítani. Nem szabad elfelejteni azt az alapvető elvet, hogy sem a számítógép vagy sem más multimédiás eszköz nem helyettesítheti a pedagógust a tanórán, a digitális tananyagok csak a megértést, a szemléltetést, a gyakorlást segítik.

A digitális tananyagok és az azokat felépítő egységek többféle szempont szerint is csoportosíthatók (pl. információ átadó, – feldolgozó és – alkalmazó tudáskörnyezet [3], illetve témakörök, korosztály, iskolai vagy iskolán kívüli használat, pedagógiai, nevelési szempontok stb.). Azonban (mivel az interakciós lehetőségek sokféleségét és az önálló, cselekvő tanulást magam is elsődleges fontosságúnak tartom) a dolgozat további részében azt vizsgálom, hogy a világhálón található egyes digitális tartalmak, és a különböző digitális tananyagokban, illetve az ilyenekből felépülő, több korosztály oktatására is alkalmas tananyagcsomagokban található digitális tananyagelemek milyen mértékű interaktivitást tesznek lehetővé, illetve várnak el a felhasználótól. Ez alapján az elérhető digitális tananyagok elemeit, illetve az ezek felépítésére alkalmas egységeket a következő három nagy csoportba osztom**: statikus, dinamikus** és **interaktív** digitális tartalmakra.

1. Az első kategória a **statikus** digitális tartalmak. Ebbe a csoportba tartoznak a grafikonok, ábrák, képek, szövegek, szövegrészletek vagy ezek kombinációi. Ezeket általában belső linkekkel (úgynevezett „*hotspot*”-okkal) lehet jelezni egy számítógépes dokumentumban, így könnyen beilleszthetők a tanóra előre megtervezett menetébe. A statikus tartalmak a megértést segítik, illetve a szemléltetés digitális eszközei lehetnek.

2. A digitális tartalmak második típusa a **dinamikus** típus. Ebből a kategóriából ugyancsak leginkább a szemléltetés és megértés segítésére választhatók a különböző filmek és videók, illetve az animációk. Ezek általában tetszés szerinti pontokon megállíthatók, illetve szükség szerint bármennyiszer újra lejátszhatók. A technika fejlődése egyre inkább lehetővé teszi az ilyen, a statikus típusnál általában nagyobb memóriaigényű dinamikus tartalmak használatát is a tanórákon, így egyre többször van lehetőség a tananyag feldolgozásának ilyen módon való segítésére. Ez egyrészt azért jó, mert a dinamikus tartalmak általában nagyobb érdeklődésre tarthatnak számot a diákok részéről, másrészt viszont olyan, mozgással egybekötött folyamatok szemléltetését is lehetővé teszik, amelyeket például egy egyszerű táblarajz nem tud megjeleníteni.

3. Ennél többet kínálnak, mivel a diákok részéről nagyobb aktivitást feltételeznek a harmadik csoportba tartozó **interaktív** digitális tartalmak. Ezek azok a feladatok, amelyek megoldását az infokommunikációs eszközök segítségével lehet elvégezni. Pedagógiai céljuk szerint szolgálhatják az ismeretek, a megértés, az alkalmazás, a szintetizálás képességének ellenőrzését, illetve értékelését is. Ebbe a csoportba tartoznak az egyszerű válaszadáson túl a különféle tesztkérdések, párosító, csoportosító feladatok stb., továbbá a különböző játékok (pl. keresztrejtvény, dominó) és minden szimulációs feladat is, hiszen ezek mind igénylik a diák cselekvő részvételét. Ezen a kategórián belül a szimulációk a leginkább újszerű digitális tartalmak, mivel ezeknek a segítségével a diákok maguk állíthatják be a mérések paramétereit, ők választhatják ki a felhasznált lehetőségek közül a kísérletek eszközeit, vegyszereit, s ez befolyásolja a szoftver által lefuttatott folyamat eredményét. Ezzel nemcsak a tényanyag elsajátítása, hanem a mélyebb összefüggések megértése is ellenőrizhető, és az alkalmazást, az ismeretek szintetizálását is gyakorolhatják a tanulók. Ilyen feladat például az egyes sók

vízben való oldódásának energiaviszonyait modellező szimuláció. Ennek használatakor a tanulók nemcsak azt látják, hogy a sók anyagi minőségétől függően exoterm vagy endoterm oldódást kapnak, hanem, azt is megtapasztalhatják, hogy az oldószer mennyisége, a só tömege hogyan befolyásolja a virtuális mérés során kapott eredményeket. A későbbiekben kémiából továbbtanulni vágyók számára az ilyen feladatok nagymértékben segíthetik a laboratóriumi alapműveletek elsajátítását, illetve az egyes mérések (pl. titrálások) és a vegyipari folyamatok elméleti hátterének megértését is.

A digitális tartalmak ezen csoportosítása is rámutat arra, hogy bármilyen tananyag alkalmazása esetében csak az alapvető pedagógiai célok kitűzése után, és a körülmények, illetve a diákcsoport ismeretében érdemes kiválasztani a kívánt digitális tartalmakat, az adott célnak leginkább megfelelő szemléltetési módszert vagy gyakorló feladatot. Egy jó helyen bemutatott statikus tartalom (például kép vagy szöveg) is hatásos lehet, épp úgy, mint egy izgalmas szimuláció vagy érdekes, illetve tanulságos videó. Általános alapelvként célszerű szem előtt tartani, hogy a motiváció és az ismeretek minél teljesebb megértésére, alkalmazására és szintézisére való törekvés érdekében mindig a lehető legváltozatosabb oktatási és szemléltetési módszerek használatára kell törekedni.

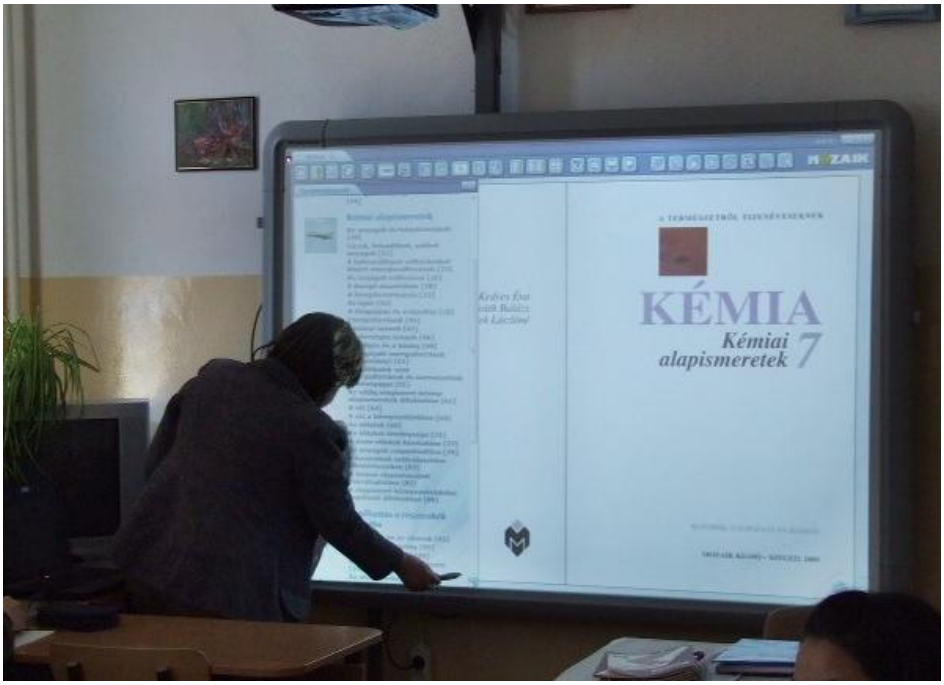
2.2 A digitális tananyagok felhasználásnak technikai feltételei

2.2.1 Az digitális taneszközök

A mai kor tantermei között egyre többet találunk, amelyek különböző infokommunikációs eszközökkel vannak felszerelve. Ennek köszönhetően egyre inkább teret nyer a tanárok körében az ilyen eszközök használata. Főző Attila László 2010-ben kérdőív segítségével felmérte, hogy miként viszonyulnak a magyarországi kémiatanárok az infokommunikációs technológia (IKT) alkalmazásaihoz [4]. Az országból 57 kémiatanár töltötte ki a kérdőívet, akik többségében az 1990-es években, illetve később szereztek tanári diplomát, és jelenleg általános iskolákban, négy- illetve hatosztályos gimnáziumokban valamint szakközép-, vagy szakiskolákban tanítanak. A kapott eredmények nem tekinthetők reprezentatívnak, mivel az online kitöltés feltételezi, hogy azok a pedagógusok válaszoltak, akik rendszeresen használják a számítógépet a mindennapokban, s így a digitális tananyagokat és egyéb alkalmazásokat is nagyobb valószínűséggel választják szemléltetésre és gyakorlásra a kémiaórákon. A felmérés eredményéből kiderül, hogy még ezek a

pedagógusok is csak a kémiaórák mintegy 26%-án használják az IKT adta lehetőségeket, az alkalmazás típusait tekintve nagyon eltérő arányban. A megkérdezettek többsége inkább csak a dolgozatok összeállítását végzi a számítógépen, és a projektmunkákban, illetve szakkörökön való digitális eszközhasználat sem túl gyakori. Ezt a technikai feltételek hiányosságain és az időkeretek szűkösségén túl azzal lehet magyarázni, hogy a pedagógusok egy része óvakodik az újszerű módszerek kipróbálásától. Sok esetben az tapasztalható, hogy a tanárok a régebbi kudarcok vagy berögzült tanítási módszereik miatt húzódnak el a számítógépek használatától. Sajnos ennek az a következménye, hogy nem is próbálják ki az újonnan kínálkozó lehetőségeket. Ezen kíván változtatni a jelen dolgozat is azzal, hogy felhívja a pedagógusok figyelmét a digitális tananyagok hasznosságára, alkalmazhatóságára.

A technikai feltételek javulásának irányába való elmozdulást e téren elősegítette, hogy 2002-től kezdve ugrásszerűen megnőtt az interaktív (más néven aktív- vagy digitális) táblák forgalmazása a világban. Ezeken az eszközökön (a megfelelő kalibrálási műveletek elvégzése után) a rájuk vetített kép érintésre úgy változik, mintha a számítógép képernyőjén az egérrel végeznénk el az adott műveleteket. (1. ábra)



1. ábra: Munkában az interaktív tábla
Forrás:http://www.megyaszoiskola.hu/esemenyeink-megyaszo-iskola/2010-2011-esemenyei/113-interaktiv-tablak-iskolankban

Ez a statikus és a dinamikus digitális tartalmak esetében azok egyszerű kivetítéséhez képest nem nyújt új lehetőségeket. Azonban az interaktív tananyagelemek osztályszintű használatát

nagyban megkönnyíti, mivel a tanár vagy a tanulók az interaktív tábla kézzel vagy az ahhoz rendelt speciális tollakkal való megérintésével, minden jelenlévő számára jól követhetően dolgozhatnak. Megjegyzendő, hogy az interaktív feladatok interaktív tábla nélkül is használhatók, ha a feladatot megoldó diák a számítógép egerének segítségével dolgozik, és a képet egy projektor vetíti ki a falra. Sőt olyan eszköz is kapható, amely a falra vagy más sima fehér felületre vetített képet teszi interaktívvá [5]. Ma már több millió interaktív táblával felszerelt tanterem található szerte Európában és a tengerentúlon [6, 7]. Magyarországon is javuló tendenciát mutatnak az erre vonatkozó számok, mivel az iskoláknak az informatikai normatíva [8] keretein belül lehetőségük volt vásárolni felszereléseket, illetve a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség is írt ki pályázatokat erre a célra (pl. TIOP 1.1.1 [9]). A 2010/11-es tanévben már 17856 darab interaktív tábla volt a magyar közoktatási intézményekben [10].

Az oktatás színvonalának emelése, a szemléltetés és gyakorlás módszereinek színesítése érdekében nagyon fontos, hogy a tanárok ismerjék a kínálkozó lehetőségeket, tudják, hogy milyen taneszközök, oktatási segédanyagok vannak a piacon, és melyiknek mi az előnye, illetve a hátránya. Természetesen, ezeknek az eszközöknek a beszerzése igen költséges beruházás, azonban több pályázati lehetőség is rendelkezésére állt, illetve áll az újításra törekvő pedagógusoknak, iskoláknak (TIOP 1.1.1-11; TÁMOP 3.1.7) [9, 11, 12]. Sajnos bizonyos Európai Uniós pályázattípusokból a Közép-magyarországi Régió ki van zárva, ezért sok budapesti iskola technikai felszereltsége elmarad számos vidéki iskoláétól.

A digitális tartalmak bővülésével egyre több lehetőség van az interaktív tábla használatára a tanórákon. Természetesen ehhez projektort is be kell szerezni, ami (és az időnként szükségessé váló izzócsere) megnöveli a költségeket. Több cég is kínál interaktív táblát a magyar taneszköz piacon [pl. 13, 14], és mindegyiknek vannak kiegészítő berendezései is. Így például beszerezhetők az interaktív táblákhoz olyan „szavazórendszerek”, amelyek osztálytermi visszajelző rendszerként (helytelen kifejezéssel „feleltető” eszközként) is alkalmazhatók. Ezek nagyon hasznosak lehetnek a feladatok osztályszintű megoldásakor, mivel segítségükkel gyorsan fel lehet mérni a tanulók átlagolt és egyéni tudásszintjét is. Az így készült statisztikák elmenthetők és évekre visszamenőleg összehasonlíthatók. További lehetőségeket nyújt, ha minden diák számára biztosítva van diák-laptop, melynek előnye, hogy vezeték-nélküli hálózat (WIFI) segítségével mindenki számára könnyen elérhetők az interneten lévő tananyagok is, így az osztályteremben egyszerűvé válik a diákok által közösen végzett munka (egyéni vagy csoportos formában is). Lehetőség van arra is, hogy a projektorral (és esetleg interaktív táblával) összekötött számítógéphez USB-kábellel a kísérleteket, valamint a könyvekben lévő szövegeket, ábrákat és egyéb, szemléltetést szolgáló

anyagokat, eszközöket kinagyító ipari kamerát, digitális mikroszkópot, illetve dokumentumkamerát csatlakoztassunk. A dokumentumkamerák egyesítik a mikroszkópok és írásvetítők jó tulajdonságait, ezen felül segítségükkel mérések is végezhetők és azok eredményei a számítógép segítségével azonnal elérhetők, elmenthetők és elemezhetők. Ezekkel akár háromdimenziós vagy törékeny anyagok is bemutathatók, hiszen a kamera jobbra és balra is 90°-ban elforgatható, valamint magassága is állítható. Ugyancsak számítógépekhez csatlakoztathatók a multimédiás mérésadatgyűjtők, amelyek segítségével a kísérletek során szerzett adatok a hozzájuk tartozó szoftverrel közvetlenül értékelhetők és elemezhetők [15, 16].

Az Egyesült Államok egyes iskoláiban már teret nyertek az okostelefonok tanórai alkalmazásai is. Ezek segítségével a tanulók azonnali kapcsolatot tudnak teremteni a világhálóval, fényképeket, videókat készíthetnek (pl. megfigyelésekről és kísérletekről), amelyek további (pl. a kész tananyagokban található) digitális tananyagelemekhez kapcsolhatók, illetve segítségükkel a diákok akár önmaguk összeállíthatnak egy adott témát feldolgozó teljes segédanyagot is az otthoni tanulás céljára. A tananyagokhoz vagy az egyes tananyagelemekhez egy ingyenesen letölthető szoftver segítségével ún. „QR"-kódokat („*Quick Response Code*") rendelnek, amelyeket az ilyen kódok értelmezésére képes szoftverrel rendelkező okostelefonok be tudnak olvasni. A kód egy internetes linkhez vezet, ahonnan azonnal, mindenki számára elérhetővé válik a kívánt képi vagy szöveges információ, amelyet így nem kell papíralapon kinyomtatni vagy fénymásolni minden diák számára, sőt megnézhetők és további feldolgozásra felhasználhatók a korábban készült filmek is. Ez persze feltételezi, hogy minden tanulónak legyen okostelefonja, de a számítástechnika fejlődésével ezek a (kezdetben igen drága) készülékek is egyre inkább megfizethetők lesznek [17].

Fontos tudni azonban, hogy akármilyen digitális eszközt is alkalmazunk, általában nem elég csak a hardvert megvásárolni, hanem többnyire borsos árat kell fizetni a telepítő szoftverekért is. Kedvező esetben ezeket a hardverrel együtt adják, melynek ára tartalmazza a kívánt szoftvercsomag értékét is, de ez nincs mindig így. Áthidaló megoldás lehet, hogy több szoftverfejlesztő cég honlapján ingyen elérhetők a korábbi verziójú szoftverek, és legtöbbször azokon is jól futnak a programok, sok esetben nincs is számottevő különbség köztük és a legmodernebb verziók között.

Amennyiben már rendelkezésre állnak az eszközök és üzemképesek, akkor még azt is szem előtt kell tartani, hogy bármilyen digitális tananyag csak akkor fog futni a számítógépen, ha az ehhez szükséges, a világhálóról többnyire ingyenesen letölthető programok is telepítve vannak rajta. Ilyenek például a Java, Adobe Reader, Windows Media Player, Adobe Flash

Player, Quick Time, Schokwave Player, sőt a kémiaoktatáshoz kellhetnek speciális, a molekulamodellek megjelenítéséhez szükséges szoftverek is. Célszerű ellenőrizni, hogy ezek megtalálhatók-e az éppen használni kívánt gépen, mert még a legegyszerűbben alkalmazható, és ingyenesen elérhető digitális tananyagok is sokszor csak ezeken futnak megfelelően.

Még akkor is, ha már a hardverek és a velük kompatibilis szoftverek is mind rendelkezésre állnak, és a tanár otthonosan mozog a fentebb felsorolt infokommunikációs eszközök világában, valamint nem idegen tőle a digitális tananyagok használata sem, számolni kell azzal, hogy ezeket az eszközöket folyamatosan karban kell tartani, és az esetleges hibákat ki kell javítani. Ez újabb időt és pénzt emészt fel, ám ezek ellenére is megéri alkalom adtán színesíteni, érdekesebbé tenni a digitális eszközökkel a tanórákat.

2.2.2 A tananyagcsomagok által biztosított támogató környezet

A Magyarországon működő nagy, természettudományos tankönyvek kiadásával foglalkozó kiadók, illetve a Realika és a Sulinet Tudásbázis 2012. is kínálnak a digitális tananyagaikhoz szoftvereket, vagy éppen készülnek ilyen kifejlesztésére. Segítségükkel könnyen készíthet a pedagógus is interaktív feladatokat, játékokat, teszteket, akár egész tananyagbázist. Az itt elkészült digitális tartalmak (a tudomány fejlődése miatt esetleg bekövetkező elévülés szabta korlátok között) évekkel később is felhasználhatók, illetve ezekből az anyagokból a tanárok közös tudásbázist is kialakíthatnak.

Az Apáczai Kiadó nemrégiben hozta létre internetes felületét digitális tananyagai számára. Az *Apáczai Tudástár* [18] abból a célból jött létre, hogy online elérhetővé tegye a korábban csak CD-ken kapható digitális tananyagcsomagokat. Ugyanis ha azokat minden évben újra megrendelték a tanárok, évről-évre halmozódtak az egy év időkorlátra beállított mellékletek. Ezen kívánt változtatni a Kiadó azzal, hogy a CD-ken található interaktív tananyagokat a Tudástáron keresztül kínálja a felhasználóknak, ami a Kiadó honlapjáról közvetlenül elérhető a lap tetején található fejlécből. A belépéshez bejelentkezés szükséges, amihez a kódot a tanárok akkor kapják meg, ha egy osztálynyi mennyiségben megrendelik a Kiadó adott évfolyam számára megjelentetett tankönyveit. A Tudástár felépítése könnyen kezelhető, nem kell hozzá különösebb informatikai végzettség. A tananyagok a különböző tantárgyakra lebontott részben közvetlen keresővel is kiválaszthatók. A kezelés során felmerülő kérdéseket, észrevételeket a hozzászólások részbe írhatják be a pedagógusok, és ide kapnak választ rájuk a szerzőktől. Így az azonos tananyagot használó iskolák, tanárok egymással is meg tudják osztani a tapasztalataikat, véleményüket. Ezen kívül lehetőségük van a tanároknak arra is, hogy tananyagokat töltsenek fel, azokat megosszák másokkal, így

például a diákjaikkal is. Ez segíti az otthoni, önálló tanulást is azáltal, hogy elérhetővé teszi a tananyagokat, feladatokat. Tervbe van véve egy interaktív, a diákok tudásának használatára épülő online játék kifejlesztése is, amelyet várhatóan a Tudástáron keresztül érhetnek majd el a felhasználók.

A Mozaik Tankönyvkiadó esetében a *mozaBook* [19] szolgáltatásain belül a tanárok különböző feladatokat nyithatnak meg, amelyek használatát kész megoldások segítik, vagy egy feladatszerkesztő segítségével előre kialakított sablonokat tölthetnek fel tetszés szerinti tartalommal. Némi otthoni próbálkozás utána a pedagógusok könnyen kezelhetik a mozaBook szolgáltatásait. Érdemes elidőzni azzal, hogy milyen típusú feladatok állíthatók össze, milyen lehetőségeket takarnak az egyes fülecskék, milyen külső anyagot, videót, képet, modellábrát lehet beilleszteni a feladatkészítő programba. Így gyárthatók többek között olyan feladatok, amelyekben párosítani kell képet szöveggel, szöveget szöveggel. Lehetőség van tesztek készítésére, például egyszerű és többszörös választásos feladatok állíthatók össze. Lehet képösszerakós játékokat, keresztrejtvényeket is gyártani a szoftver segítségével, amelyek a Kiadó munkatársának tapasztalata szerint nagyon népszerűek. A mozaBook digitális tankönyvekben a nyomtatott kiadványok szöveges és képi tartalmán túl számos interaktív extra tartalom, tematikus eszköz és játék teszi érdekesebbé, könnyebben befogadhatóvá a tananyagot. A program táblafüggetlen, sőt egyszerű projektorral is működik. A pedagógusok munkáját a programba épített animációs, prezentációs és illusztrációs lehetőségek segítik, melyek on- és offline módban egyaránt használhatók. Ezek segítségével a tanárok könnyen tudnak saját digitális anyagokat létrehozni, melyeket a Mozaik Kiadó internetes tárhelyének (ún. „felhőnek") segítségével iskolai, vagy országos szinten is meg tudnak osztani egymással. Az intézmények számára ingyenesen elérhető a bármely böngészőn futó keretprogram szoftvere, a digitális kiadványok és az alap extrák, amennyiben az iskola a Kiadó tankönyveiből tanít. A nemzetiségi és két tannyelvű iskolák számára, vagy idegen nyelv oktatásához a mozaBook már angol és német nyelvűre is átkapcsolható.

A Műszaki Tankönyvkiadó is külön tesztkészítő szoftvert, a *Cappucino Tesztkészítő Programot* [20] hozott létre a tanárok munkájának segítésére. A programnak két megjelenítési, felhasználói módja van. A tanári beviteli felületen keresztül, a minden iskolában támogatott, ismert szoftver - a Microsoft Excel program - használatával saját adatbázist építhetnek fel a szaktanárok. A feladatok nyolc feladattípus, három nehézségi szint, tetszés szerint megadható témakörök és korosztályok szerint készíthetők és rendszerezhetők. A beépített pontozórendszer a tanulói felület használatakor biztosítja a differenciált értékelést. A diákok Flash alapú felületen oldhatják meg a feladatokat és választható csapatjáték vagy az

egyéni munka is. A tesztelés indulásakor a szűrés feltételeinek megfelelő kérdésbázisból választható ki, hogy hány kérdésből álljon a feladatlap. Lehetőség van nyomtatható feladatlapok összeállítására, akár a megoldókulccsal együtt is. Az itt készített tesztkérdéseket külön feladattárban is összegyűjthetik a pedagógusok, és ezek otthoni gyakorlásra vagy (amennyiben lehetőség van rá) számítógépteremben felmérő dolgozathoz is alkalmazhatók. A tesztkészítő szoftverhez a Műszaki Kiadó honlapján keresztül is elintézhető megrendelés útján juthatnak az iskolák.

A Nemzeti Tankönyvkiadó is külön *Feladatkészítő 2.0* szoftvert [21] kínál, amellyel változatos feladatgyűjteményt állíthatnak össze a tanárok. A szoftvernek egyféle telepítős változata létezik, mely mind PC-s (számítógépes), mind aktív táblás használatra alkalmas. A Feladatkészítő 2.0 segítségével elkészített feladatok az online felületről elérhető közös tároló helyre feltölthetők és a világhálón meg is oszthatók A Feladatkészítő 2.0 szoftverrel tudásmérő feladatsorokat is összeállíthat a felhasználó. Ezek tartalmazhatnak többek között kiegészítős feladatokat mozgatható szövegrészekkel, vagy például keresztrejtvényt. A folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően egyre inkább felhasználóbarát lett a szoftver, jobban olvashatók, könnyebben átláthatóbbak lettek a beviteli felületek és így a diákok számára is élvezhetőbbek a feladatok. A tanárok kódokat rendelhetnek a diákokhoz, ennek segítségével ellenőrizhetik, hogy például a házi feladatnak vagy gyakorlásnak kiadott feladatokat kik oldották meg. A szoftver megrendelhető a Kiadó honlapján, illetve (ettől magasabb áron) bizonyos könyvesboltokban is kapható.

A Realika tananyagcsomagjainak használatakor is lehetőség van a hálózatépítésre. A tanári verzió keretein belül elérhető egy felület, ahova a pedagógusnak lehetősége van különböző elemek beillesztésére. Továbbá készült számukra egy oktatási tartalomkezelő rendszer (*Learning Management System*, LMS), amelyben ingyenes regisztrációt követően nyomon követhető a diákok munkája.

A Sulinet Tudásbázis 2012. Közösség keretein belül meg lehet osztani dokumentumokat, csoportok alakíthatók, illetve üzenetek küldhetők a csoporton belül. Ez lehetőséget teremt a kémiatanároknak arra, hogy megosszák egymás közt tapasztalataikat, illetve kész feladataikat és munkáikat. Létrehoztak a diákok számára is egy publikus csoportot, ide írhatják kérdéseiket, amelyekre az oldal készítői és karbantartói válaszolnak.

A fentieket összegezve látható, hogy mennyire sokféle lehetősége van manapság azoknak a tanároknak, akiknek rendelkezésére állnak a digitális taneszközök és tartalmak egyes fajtái arra, hogy még érdekesebbé tegyék a kémiaórákat. Természetesen ez plusz

energiát is megkövetel a pedagógusoktól, azonban a folyamatosan fejlődő technikák alkalmazása sikeres és nagyon hasznos kiegészítője lehet a tanári magyarázatoknak.

2.3 Angol nyelven elérhető digitális tananyagok kémiából

Az internet széleskörű elterjedésének köszönhetően egyre több, angol vagy más idegen nyelven elérhető digitális tananyagot érdemes felkeresni, és az ezekből válogatott tananyagelemeket (szükség esetén magyar nyelven értelmezve) beépíteni a kémiaórák menetébe. Különösen hasznosak lehetnek ezek az olyan két tanítási nyelvű iskolákban, ahol a kémiaórákat is a célnyelven hallgatják a tanulók. A más képzési formában tanuló diákoknak is egyre nagyobb része rendelkezik olyan szintű idegen nyelv tudással, amely lehetővé teszi az ilyen (többnyire angol nyelvű) oktatási segédanyagok közvetlen felhasználását. Másrészt a külföldön készült digitális tartalmak jó ötleteket nyújthatnak a magyar fejlesztőknek, használhatóságuk elemzése pedig minden potenciális felhasználó számára tanulságokkal szolgál.

Az angol nyelven elérhető digitális tananyagok közül elsőként a *Royal Society of Chemistry* (az Egyesült Királyságban működő Királyi Kémiai Társaság) honlapján [22] található interaktív tananyagokat érdemes áttanulmányozni. Több mint száz prezentáció, hetvenet is meghaladó számú videó, számos interaktív játék, kvíz található a honlapon. Ezek között gondosan válogatva találhatunk olyanokat, amelyek egy-egy tanórán is alkalmazhatók, hiszen csupán alapfokú angoltudást igényelnek. Változatos témakörökben kínálnak játékokat, melyek ingyenesen használhatók. Előre gyártott húzogatós feladatok vannak például az alkoholok fajtáinak csoportosítása, valamint az anyagmennyiség, illetve a sztereoizoméria témakörében. A honlapon további érdekes interaktív feladatokat is találhat a felhasználó, amelyek megoldásakor azonnali visszajelzést kapnak a diákok. Az eredmények függvényében további, nehezebb szintű példákkal, játékokkal is folytathatják a gyakorlást.

Az *American Chemical Society* (Amerikai Kémia Társaság) honlapján [23] is ingyenesen elérhető sokféle kémia témájú játék, kvíz külön az általános iskolák alsó és felső tagozata számára, illetve a mi gimnazista tanulóinknak megfelelő korosztály részére. Mint több más program esetében, itt is le kell tölteni olyan szoftvert, amely alkalmassá teszi a játékokat a számítógépen való alkalmazásra. (Ebben az esetben a Flash Player nélkül nem indulnak el a játékok.)

Ugyancsak angol nyelvű interaktív feladatokat lehet letölteni, illetve kipróbálni a *Teacher's Domain* szervezet honlapján [24], amelyet az amerikai Massachusetti Egyetem

oktatói tartanak fenn. Itt több mint ezer interaktív tananyagelem található, köztük jó néhány kémiai is. Ilyen például az atom felépítését szemléltető animáció, amely az elektronok, protonok és neutronok elhelyezkedését és tulajdonságait mutatja be általános iskolások számára, illetve a gázok állapothatározói közötti összefüggések megértését segítő szimuláció.

A Coloradoi Egyetem egyik honlapján [25] is találhatók interaktív tananyagok, többek között az általános kémia témakörein belül a különböző sók vízben való oldódásakor keletkezett oldatok töménységét, illetve az egyes molekulák polaritását a bennük található atomok elektronegativitásának függvényében bemutató szimulációk Ezek letölthetők, illetve közvetlenül a honlapon futtathatók. Az ilyen szimulációk érdekes és izgalmas kiegészítői lehetnek a kémiaóráknak, alapszintű angol nyelv ismeretét azonban megkövetelik a program felhasználójától.

Több angol nyelvű adatbázis létezik, amelyek molekulák modelljeinek előre elkészített kétdimenziós (2D) és háromdimenziós (3D), esetenként forgatható képét tartalmazzák [pl. 26-29]. Az Irodalomjegyzékben megadott címekről ingyenesen le lehet tölteni és így az óra menetébe be lehet illeszteni a tanult, vagy a mindennapi élettel való kapcsolatuk miatt különös érdeklődésre számot tartó molekulák (pl. gyógyszerek hatóanyagai) modelljeit. Az Egyesült Államokban külön felmérést [30] végeztek arról, hogy mennyire segítette a diákok tanulását a számítógépes háromdimenziós molekulamodellek alkalmazása. A diákokat több csoportba osztották, voltak, akik csak két dimenzióban tanulmányozták a szerves molekulák izomerjeit, voltak, akik hagyományosan, kézzel kirakták a különböző izomereket, és volt olyan csoport is, amely ezek mellett a digitális adatbázisnak és a molekulamodellező programnak köszönhetően számítógép segítségével tanulmányozta a szerkezeti képleteket. A felmérés eredménye az lett, hogy a megkérdezett diákok 61%-a egyetértett azzal a kijelentéssel, hogy a 3D-s program segítette a tanulásban, míg 31% nagyon hasznosnak tartotta a 3D-s molekulamodellezést. A tanulók 91%-a úgy vélte, hogy a program inkább előre vitte őket a tanulásban, a maradék 9% számára közömbös volt a sztereokémia ilyen módon történő feldolgozása. A diákok egyöntetűen azt válaszolták, hogy könnyű kezelni a molekulamodellező programot. Ezek alapján kijelenthető, hogy a 3D-ben készített molekulamodellek nagyban hozzásegítik a diákokat a térbeli szemlélet kialakításához, ezért az ilyen típusú programok különösen hasznosak.

Az interneten elérhető angol nyelvű virtuális labor is, ahol a felhasználó maga „szedheti össze” a felkínált eszközök és anyagok közül az egyes kísérletekhez szükségeseket és utána virtuális kísérleteket is elvégezhet velük. Ez nagyon hasznos lehet azoknak a diákoknak, akiknek az iskolájában nincsen jól felszerelt kémiai laboratórium és szeretnék

átélni a kísérletezés örömét. Természetesen ez a „virtuális laborban végzett munka” nem helyettesíthet egyetlen élőben elvégzett kísérletet sem, de mindenképpen pozitív kezdeményezés, hiszen az ismeretek és összefüggések rögzítésére, alkalmazására és szintézisére is alkalmat ad. Ilyen virtuális labor elérhető például a *The Chem Collective* honlapján [31].

Az interaktív periódusos rendszerek, amelyek között már (részben) magyarul elérhetők is találhatók [32] nagyon hasznosnak lehetnek, különösen abban az esetben, ha kémiaórákon nem megoldható a kémia szaktantermek használata. Az Irodalomjegyzékben megadott példa esetén nem csak az egyes elemek fizikai, kémiai adatai hívhatók elő, hanem az elektronok kiépülésének sorrendjét, az elektronpályák alakját, az atom lehetséges izotópjait és a belőle felépülő vegyületeket is megkeresheti a felhasználó. Interaktív táblára könnyen kivetíthetők, legtöbbször (mivel online működnek), internet-hozzáférés szükséges az adott teremben.

Összességében elmondható, hogy nagyon széles tára van az angol nyelvű digitális tananyagoknak. A szimulációk, feladatok, kísérletek videói, modellező programok szakavatott módon alkalmazva kiválóan segíthetik a kémia tanítását és tanulását. Ezért érdemes ezekre felhívni minden diák és kémiatanár kolléga figyelmét is.

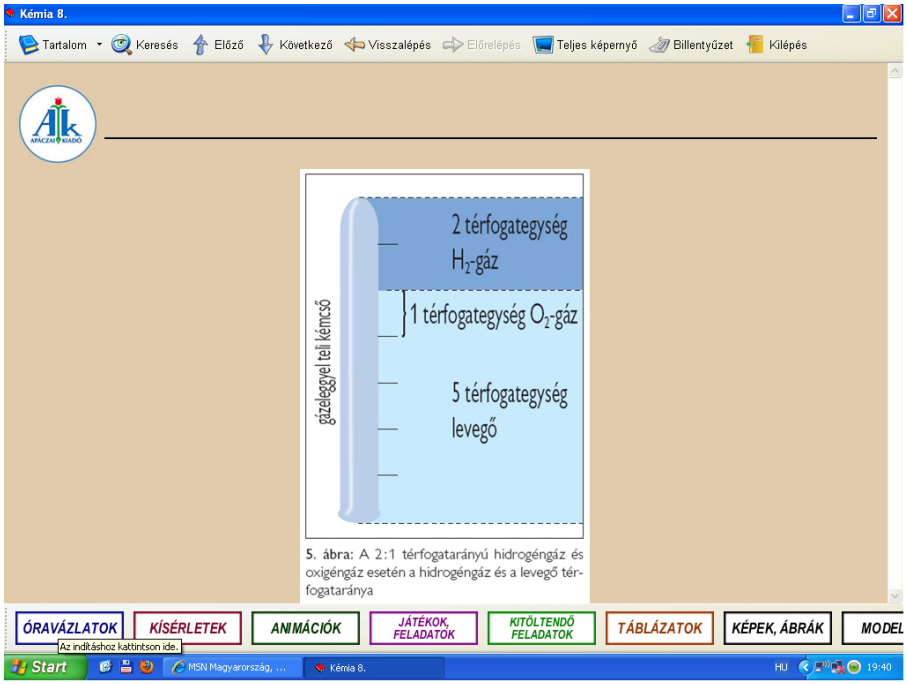
2.4 Magyar nyelven elérhető digitális tananyagok kémiából

Az utóbbi években a közoktatási kémiatanításhoz használható magyar nyelvű digitális tananyagok mennyisége is gyorsan növekszik. Az ilyen tartalmak számos fajtája (animációk, videók, grafikonok, szimulációk, tesztek, játékok) szabadon elérhető az interneten, illetve a tankönyvkiadók is egyre több termékük mellé kínálnak digitális tananyagokat, illetve tananyagcsomagokat. Négy, a természettudományos tantárgyak hazai tanításához tankönyveket is kínáló kiadó (*Apáczai Kiadó, Mozaik Kiadó, Műszaki Kiadó és Nemzeti Tankönyvkiadó*) tananyagcsomagjait és az interneten ingyenesen elérhető *Sulinet Tudásbázis 2012.*, illetve az online szintén szabadon hozzáférhető *Realika* kémia tárgyú interaktív tananyagainak részletes összehasonlító elemzését a következő fejezetben tárgyalom. Az alábbi felsorolás csak egy általános áttekintést nyújt arról, hogy milyen lehetőségek között választhatnak a közoktatási kémiatanításhoz magyar nyelven elérhető digitális tananyagokat felhasználni kívánó tanárok.

2.4.1 Az Apáczai Kiadó tananyagai

Az Apáczai Kiadó [33] két, felső tagozatosoknak írt tankönyvéhez kínál interaktív tananyagot, amelyek a Kémia 7. [34] és a Kémia 8. [35] című könyveihez igényelhetők a

tankönyvrendelések során. A két CD-t [36, 37] online kell aktiválni, amely a Kiadó honlapján a CD-aktiválás mezőben elvégezhető [38]. A tankönyvben található több mint félszáz kísérletet filmek formájában tartalmazza a megrendelhető digitális tananyag. A lejátszáshoz csak minimális rendszerkövetelmények szükségesek (Windows Media Player). Amennyiben nem nyílnak meg a filmek, úgy a számítógépen nem alapértelmezett filmlejátszó program a Windows Media Player, vagy nincs úgynevezett „codec" alkalmazás. Az első esetben ez könnyen átállítható a számítógépen, a programon belül az Eszközök/Beállítások menüpontban (a fájltípusok fülecskén kell kipipálni a „*.mpg" bejegyzést). A második esetben a CD melléklet kínálja a megoldást, a rajta található „codec pack" telepítésével. Az interaktív tananyagon megtalálható többek között a szervetlen kémiai reakciók alap kísérletei (savak és fémek reakciói, nemfémek előállítása, kémiai tulajdonságukat ismertető reakciók stb.), továbbá a kőolajról és keményítőről szóló anyagok. A videókon nincsenek szóbeli vagy szöveges magyarázatok, csupán a kísérletek közeli felvételei láthatók. Ezek a bemutatók segíthetik az órai munka menetét, azonban a magyarázatok hiánya miatt önálló tanulásra kevésbé alkalmasak, inkább csak a tanórán történtek otthoni felidézésére, illetve a tankönyvből és a füzetből való tanulás segítésére használhatók. A videók mellett a megértést segítő animációkat is tartalmaz a tananyag, ezek a tanári, demonstrációs modellezések és kísérletek kiegészítésére, elemzésére használhatók leginkább. A kiadványok felépítése könnyen átlátható (2. ábra), az egyes tananyagtípusok között gyors mozgás lehetséges.



2. ábra: Az Apáczai kiadó kémia digitális tananyag-mellékleteinek felépítése
Forrás: Apáczai Kiadó Kémia 8. CD-melléklet

A mellékletek zökkenőmentes kezeléséről hasznos információkat kaphatnak a pedagógusok, a CD-k dobozaiban található írásos kiadványban, illetve személyesen a kiadó munkatársaitól. Ebben nagy segítségemre volt J. Balázs Katalin, az Apáczai Kiadó egyik tankönyvszerzője, a Kémia 7. és a Kémia 8. című interaktív tananyag digitális táblához című CD-mellékletek alkotója.

2.4.2 A Mozaik Kiadó tananyagai

A Mozaik Kiadó a teljes tankönyvcsaládjához, s ezen belül a kémia tankönyveihez [39] is készített digitális tananyagbázist. Ez megtalálható a Kiadó honlapján, ahol a látogatók találkozhatnak a Kiadó által működtetett komplett integrált digitális oktatási rendszer (ún. mozaLearn) egységeit és azok kapcsolódását bemutató ábrával is (3. ábra), [40], amelynek segítségével könnyebb a tájékozódás a különböző funkciókat ellátó egységek között. Az ábrán feltűntetett tanulmányi verseny a Kiadó saját szervezése, amelynek keretein belül az általános iskolásoknak lehetőségük van online kitölteni a feladatsorokat. A mozaLand pedig egy internetes stratégiai játék, ahol a gyerekek játékos formában mélyíthetik el többek között a természettudományok területén megszerzett tudásukat.



3. ábra: A Mozaik Kiadó digitális tananyagai és szolgáltatásai által nyújtott lehetőségek kapcsolata egymással
Forrás: http://www.mozaik.info.hu/Homepage/Mozaportal/MPdigitalis.php

A tankönyvek minden egyes példányának végén egy azonosító kód található, amelynek segítségével a tankönyvet megvásárlók online aktiválni tudják az egyes digitális

tankönyveket a mozaWeb oldalán [40]. Az aktiválás után egy évig elérhetővé válik az adott kiadvány internetes verziója, ahol a tanulók videókat, interaktív feladatokat találhatnak az egyes leckékhez. A kollégáknak lehetőségük van az ingyenes tanári verziót letölteni, így a diákok számára már nem elérhető extrákkal tudják bővíteni a saját maguk számára rendelkezésre álló digitális tananyagbázist. További extra verzióhoz az intézmények által vásárolt, számítógéphez rendelhető licenckulccsal lehet hozzájutni, és ennek segítségével tudják azt aktiválni. Már az alap verzió is tartalmazza majdnem az összes, a Mozaik Kiadó által készített kísérlet videóit, animációkat, azokba beépíthető feladatokat, játékokat, 3D-s molekula modellek képeit. Minden egyes kiegészítő anyag be van építve a 2.2.2. fejezetben már röviden bemutatott mozaBook alkalmazásaiba, „hotspot”-okkal a kívánt tananyag megfelelő helyére beszúrható, így a tanárok azonnal alkalmazhatják őket a kémiaórákon. Emellett a mozaBook eszköztára lehetőséget biztosít a tanórai vázlat digitális füzetlapon történő megjelenítésére, animálására. További beépített eszközök (pl. periódusos rendszer, grafikonkésztő program, híres emberek életrajzi adatai stb.) biztosítanak lehetőséget a pedagógusnak a változatos tananyag-feldolgozás és a tantárgyak közötti koncentráció tanórai megvalósítására. A keretprogram és az eszköztár segítségével a tanár további digitális tananyagot készíthet, illetve gyűjthet, melyek ugyanilyen módon illeszthetők az aktuális tananyaghoz. Ez nagy segítség, hiszen egy előre összeállított óravázlatba közvetlenül beilleszthetők az interaktív feladatok és nem kell minden egyes részhez külön ablakot, dokumentumot készíteni. A szoftverek és az anyagok kezelésének elsajátítását megkönnyítheti, ha segítséget kérünk a Kiadó munkatársaitól. Több alkalommal is lehetőségem volt egy ilyen szakemberrel végzett közös munkára, amely során a mozaBook nyújtotta összes lehetőséget konkrét példákon keresztül próbálhattam ki és tanulhattam meg. Előzetes időpont-egyeztetés után erre minden más felhasználónak is lehetősége van.

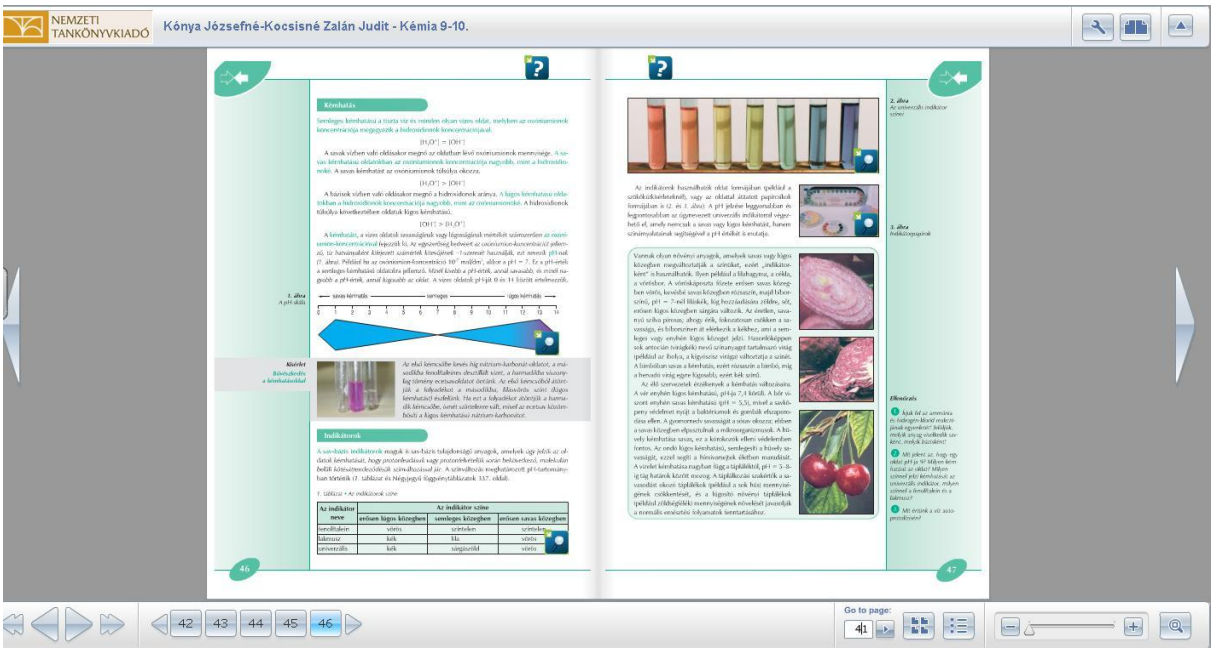
2.4.3 A Műszaki Kiadó tananyagai

A Műszaki Kiadó [41] a Kémia 7. [42] és a Kémia 8. [43] két tankönyv-sorozatához kínál CD mellékletet illetve az elektrokémia témaköréhez egy tankönyvfüggetlen tananyagot [44-46]. Ezen felül online könyvek is rendelhetők a kiadótól, amelyek segítik az otthoni tanulást, és tartalmazzák a mellékletek anyagait, valamint egyéb, kiegészítő tartalmakat. Ezek előnye az, hogy internet-hozzáférés esetén bárhonnan elérhetők, így az órai és az órán kívüli tanulást is segítik. Ilyen módon elérhetők a Kémia 9. [47] és Kémia 10. [48] tankönyvek extrákkal bővített változatai is, amelyekben a kísérletekről készült videókon kívül PPT-re írt óravázlatok és a feladatok megoldásai is szerepelnek. A CD mellékleteket az adott tankönyvet

legalább egy osztálynyi mennyiségben megrendelő pedagógusok igényelhetik. Az igénylőlapot a tankönyvrendeléshez kell mellékelni. Az Elektrokémia CD megvásárlása csak külön lehetséges, hiszen ez nem egy tankönyv mellékleteként készült termék. Ennek az interaktív tananyagnak az estében (ellentétben a többi, telepíthető, Műszaki Kiadótól vett tananyaggal), az egyéni felhasználóknak minden használatkor el kell fogadni egy jogi nyilatkozatot arról, hogy nem másolják a rajta lévő adatokat. Ezért a Kiadó az iskoláknak a telepíthető, korlátozások nélküli változatot ajánlja, ott a nyilatkozat csak az első indításkor jelenik meg. A CD-n remek animációk és feladatok találhatók, amelyek segítségével a diákok könnyebben megérthetik például az egyébként láthatatlan elektronok vándorlását az anódról a katódra. Nagyon szisztematikusan van felépítve a standard elektródpotenciál alapján értelmezhető redukálósor témaköre is. Ezekre építve a tananyag további feldolgozásakor később szépen kirajzolódik, hogy elektrolízis esetén melyik elektródon mi válik ki, mi fejlődik és mi ennek az oka. Ugyancsak nagy előnye a CD-nek, hogy bőségesen kínál differenciálásra, tehetséggondozásra lehetőséget biztosító, kiegészítő tudást a kémiával később is foglalkozni kívánó diákok számára. Így a tanárok is sokkal több ismeretet tudnak átadni számukra, mintha csak a tankönyvek alapvető tudásszintet célzó szövegét kapnák kézhez. A felsorolt anyagok és a tesztkészítő program kezelését személyesen is megtanulhatják az érdeklődők a Műszaki Kiadó munkatársának segítségével, aki nekem is több alkalommal, személyesen magyarázta el a kiadványok felépítését és lehetséges felhasználási módjait.

2.4.4 A Nemzeti Tankönyvkiadó tananyagai

A Nemzeti Tankönyvkiadó [49] Kémia 7. [50] és Kémia 8. [51] illetve Kémia 9. [52], Kémia 10. [53], Kémia 9-10. [54], Kémia 10: Szerves Kémia [55] című tankönyveihez kínál interaktív tananyagot, ami offline és online módon is elérhető a tanárok számára. Offline módon akkor, ha megrendelik a kiadótól a CD mellékleteket, míg online elérhetőség akkor lehetséges, ha a *Flipbook* oldalon [56] regisztrált felhasználóként jelentkezik be a pedagógus. Az offline használat megkönnyíti azon felhasználók helyzetét, akik nem rendelkeznek a tantermekben közvetlen internet hozzáféréssel. A két (offline és online) tananyag teljesen megegyezik egymással, egyáltalán nincs különbség a felépítésükben és a rendelkezésre álló interaktív feladatokban, videókban vagy képekben (4. ábra).



4. ábra: A Nemzeti Tankönyvkiadó Flipbook-jának felhasználói felülete
Forrás: http://flipbook.ntk.hu/index.php?r=flipbook/openFlipbook&id=95 (46.oldal)

A „hotspot”-oknak köszönhetően rögtön a kívánt helyen elérhetők a tanár által kiválasztott feladatok, és lehetőség van azok megoldásait is egy helyről, pillanatok alatt előhívni. A problémamentes alkalmazás elsajátítása, a tananyagok felépítésének, használhatóságának és a Flipbook lehetőségeinek kipróbálása a kiadó munkatársától személyesen is megtanulható, amennyiben erre előre időpontot egyeztetünk (mint ahogyan ez az én esetemben is történt).

2.4.5 A Realika tananyagai

A Realika a *Young Digital Planet* cég terméke, amely ma „*yteach”* márkanéven szerepel több országban. A Realika online ingyenesen és a magyar változatot készítő Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. által kiadott CD-n is elérhető kémiai tananyagai [57] két nagy csoportba vannak osztva. Külön található tanulói, illetve tanári verzió. A két változat között az az egyik különbség, hogy a gyakorló feladtok száma eltérő, illetve a leckék felépítése nem ugyanaz. A pedagógusoknak készült verzió bővebben tárgyalja az adott témát, több feladattal, kiegészítő videókkal, animációkkal. Másrészt a tanulói verzió az otthoni tanulás segítését helyezi előtérbe, ezért minden lecke végén értékelésre kerülnek a megoldott feladatok. Ennek során a helyes válaszok és a hibák számáról is statisztikai összesítés készül, százalékosan megadva a teljesítményt. A Realika nagy előnye, hogy egy-egy témához tartozó feladatból több változatot is készítettek a fejlesztők, így a gyakorlás a különböző példákon keresztül még hatékonyabb lehet. Például a kémiai reakciók típusain belül, hat különböző

feladat kérdez rá arra, hogy a felírt redoxireakciókban melyik részfolyamat során játszódik le oxidáció, és melyiken redukció. Ezek nagyban hozzájárulnak ahhoz, hogy a diákok ne csak egy-egy hagyományos példán keresztül (adott esetben azt esetleg betűről betűre megtanulva) sajátítsák el az ismereteket, hanem az egymástól különböző feladatok megoldása során ténylegesen elmélyítsék az adott fogalmakat és begyakorolják azok helyes alkalmazását is. Fontos tudni, hogy a Realika nem követi a magyar kémia kerettantervek felépítését. Így vannak olyan témakörök (mint például a spektroszkópia), amelyek hagyományosan nem részei a hazai kémia tantanterveknek (hiszen nálunk azt a diákok fizikából tanulják). Ezért a tanárok nem haladhatnak a Realika tananyagának szerkezete szerint, hanem gondosan meg kell tervezniük, hogy az egyes tananyagelemek az általuk tanított témakörök melyik részében és hogyan használhatók. Ugyanakkor a Realika ezen tulajdonsága elősegíti a természettudományos tantárgyak közötti koncentrációt.

2.4.6 A Sulinet Tudásbázis tananyagai

A Sulinet Tudásbázis [58] 2012. tavaszán megújult, bárki számára szabadon elérhető honlapján a korosztályoknak szóló tematikákba vannak beágyazva az interaktív feladatok. A Tudásbázis kémia tananyaga öt nagy részből áll. Külön található az általános kémia, a szerves kémia, a szervetlen kémia illetve a tevékenységek – kémiai feladatok gyűjteménye, és az Intel Skoool nemzetközileg ismert és használt tananyag-adatbázis keretein belül egy-egy animációgyűjtemény, benne tesztekkel, valamint áttekintő vázlat arról, hogy mi a témakörben kitűzött cél, melyek a továbblépéshez szükséges tényanyagok. Ezek az otthoni tanulást, továbbá a könnyebb megértést és az önellenőrzést támogatják. A tematikusan tárgyalt tananyagban „hotspot”-ok segítenek előhívni az egyes kísérletek videóit, feladatokat, grafikonokat, játékokat a megfelelő szövegnél, így azok könnyen beilleszthetők a tanóra menetébe. Amennyiben regisztrált felhasználóként bejelentkezünk a Tudásbázisba, könnyen átmásolhatjuk a dokumentumtárunkba a képeket, digitális tananyagokat. Természetesen online is működnek az interaktív kiegészítő alkalmazások, ekkor nem kell bejelentkezni, elég csak az elérhetőséget, megfelelő linket átmásolni az óravázlatba vagy beírni a böngészőbe. A Sulinet Tudásbázis 2012. oldalán megtalálható szimulációkat a *Sunflower Learning* készítette. Amennyiben a felhasználó a keresőbe beírja azt, hogy „Sunflower”, automatikusan a kívánt szimulációhoz lehet eljutni. Feltétlenül le kell tölteni az alkalmazás előtt a hozzá tartozó lejátszó programot (Adobe Shockwave Player), amelyet az adott honlapon link formájában megtalálunk. A bemutatott program segítségével többek között az atomszerkezet, a kötések típusai, a reakciósebesség, a halmazállapotok, a vegyületek és a diffúzió témaköre jól

értelmezhető és magyarázható. Ezek segíthetik a diákokat a nehezen modellezhető tananyagrészek elsajátításában.

2.4.7 További magyar nyelvű kémiai digitális tananyagok

Több weboldal is létezik, ahol sok, az interaktív táblával és tananyagokkal kapcsolatos hasznos linket találhatunk [59-63]. Például az „interaktiv-kemia.lap.hu" [59] weboldalról különböző videókhoz, képekhez, ismeretekhez lehet eljutni a megadott linkekre kattintva. Ezek nagy része azonban már angol nyelvű oldalakra kalauzolja a felhasználót, így nem nevezhető kizárólagosan magyar nyelvű linktárnak. Hasznos magyar link többek között a 3D-s interaktív molekulanézegető oldal, a láncreakció animált bemutatója, az ionkötés megértését segítő oldal, a nátrium-klorid oldódásának animációja.

Tanulságos kémiai kísérelteket lehet bemutatni, az ELTE Kémia Intézetének honlapjáról [60] is, ahol bővítmény letöltése után egyszerűbb típusú illetve olyan kísérletek is fellelhetők, amelyekhez veszélyes vagy mérgező anyagok szükségesek, így nem biztos, hogy az iskolák élőben be tudják ezeket mutatni. Az elemek és a velük végzett kísérletek a periódusos rendszer felépítése szerint vannak csoportosítva. Így például a II. főcsoport elemei közül a magnézium esetében nyolc, míg a kalcium témakörén belül három kísérlet található itt. Olyan ritkaságok is felfedezhetők, mint a hidrogén fejlesztése lítiummal, termokolor festékek előállítása és színváltozásainak bemutatása, ammóniaamalgám készítése. (Sajnos, ezeknek a kísérelteknek a videofelvétele nem a legjobb minőségű.)

Ingyenes letölthetőség és böngészés áll rendelkezésére az érdeklődőnek, a regisztrációhoz kötött Képes Kémia oldalon [61] ahol több videóból lehet válogatni. Ezeket csak közvetlen internet-hozzáférés segítségével tudjuk megnézni. Az általános kémia témakörén belül többek között különböző csapadékok létrejöttét, alumínium és jód reakcióját, a katalizátor reakciósebességet növelő hatását, a titrálás lépéseit bemutató tartalmakat találunk. A másik nagy egysége a letölthető rész, az interaktív táblára írott anyagok. Itt találhatók a képek, amelyek nem csak önállóan, hanem fotósorozatokban vannak feltöltve, így (a videókhoz hasonlóan) látni engedik a folyamatokat is. A honlapon található animációk elsősorban az anyagszerkezeti részek szemléltetésében játszhatnak szerepet.

A sok érdekes hír mellett számos, természettudományos kísérletről készült videó található a Zsíros László Róbert által fenntartott honlapon [62], amelyeket érdemes a tanulóknak otthoni megnézésre is ajánlani.

Elérhetők különböző videók a videomegosztó portálokon böngészve is, pl. a YouTube, Videa, Vimeo stb. oldalain. Itt sok jó minőségű kísérlet is található (jól látható eszközök és

anyagok, szóbeli magyarázat, felírt reakcióegyenlet stb.) de vannak rosszabb minőségű felvételek is (zavaros kép és hang, eltakart kémcsövek, bár megjegyzendő, hogy ilyenek még a pénzért kapható digitális tananyagok estében is előfordulnak). Természetesen a videók között sok az angol nyelvű (amelyek jó lehetőséget adnak a nyelvgyakorlásra is, de nyilvánvalóan csak egy bizonyos szintű angol nyelvtudás birtokában). Mindezzel együtt a gondosan kiválasztott, rövid ideig tartó videók beépítése a tanóra menetébe érdekesebb, érthetőbb és élvezhetőbb kémiaórákat eredményezhet.

Azonban minden kémiatanárnak fontos szem előtt tartania, hogy az interneten elérhető tananyagokban előfordulhatnak szakmai hibák, illetve az egyes videók, animációk, szimulációk minőségileg nem egyformán igényesek: vannak jobbak és gyengébbek is. A megvásárolható termékek esetében a fejlesztők általában igyekeznek időről-időre javítani a szakmai hibákat, de a végső felelősség minden esetben a kémiatanáré, aki dönt arról, hogy egy-egy tananyagelemet bemutat-e a diákoknak vagy sem.

Minden egyes szoftverkészítő és tankönyvkiadó érdeke, hogy saját digitális tananyagbázisát bővítse. Ezért hirdetnek minden évben több (pl. Educatio 2012, SMART-Kreatív Interaktivitás) digitális tananyagkészítő pályázatot. Az ide beérkező, aktív kémiatanárok által készített anyagok közül jó néhány díjazott munkát le lehet tölteni a kiadók és az interaktív tábla gyártók honlapjáról [pl. 63].

Regisztrációhoz kötött, de ingyenesen használható magánszemélyeknek és intézményeknek egyaránt az Educatio Digitális Eszköztár [64] Az itt található videofelvételekkel az anyagköltséges és veszélyes kísérleteket lehet bemutatni, illetve emellett a tudásméréshez is alkalmazható a szoftver. A programba beépített fedlapok segítik a pedagógusok munkáját, ahol az adott témakör tanítása során felmerülő hasznos szakmai és technikai információk is le vannak írva. Így a kíséreltekhez tartozó tesztkérdések és helyes megoldásuk, a tananyaghoz tartozó kulcsfogalmak, a videók időtartama stb. is egy helyen elérhető. A program tartalmaz még animációkat és 3D-s videókat, amelyeket a hozzátartozó szemüveg használata estén élvezhetnek a felhasználók.

3. A magyar nyelven elérhető digitális tananyagok összehasonlító elemzése

Az előző, a magyar nyelven elérhető és a közoktatási kémiatanításban használható digitális tananyagokat áttekintő fejezetben általánosan ismertetett 6 nagy tananyagcsomag (a négy tankönyvkiadóé és a Realika, valamint a Sulinet Tudásbázis 2012.) összehasonlítását az általam választott csoportosítás szerint végeztem el. Ennek megfelelően külön vizsgáltam és vetettem össze az egyes tananyagcsomagokban lévő statikus, dinamikus és interaktív tartalmakat. Ehhez a következő három szempontokat vettem alapul: a tartalom használhatósága (azaz az érvényes tantervekbe való beilleszthetősége), a szakmai minőség, illetve az esztétikai megjelenítés.

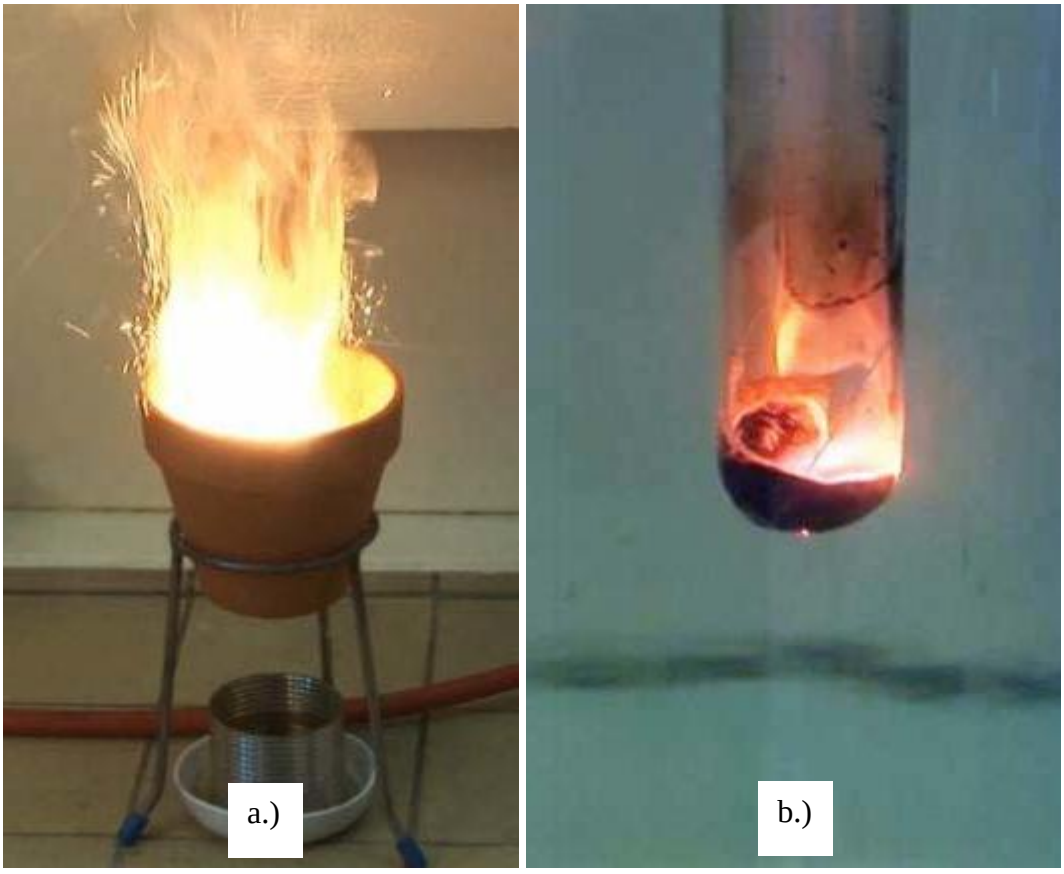
3.1 A statikus digitális tartalmak

Nagyon szép, színes és jól látható ábrák vannak a Mozaik Kiadó digitális tananyag-gyűjteményeiben, valamint ugyancsak jól látható és könnyen értelmezhető grafikonokat találunk a Műszaki Kiadó anyagaiban. A Mozaik Kiadó digitális tananyagaiban a kontrasztos színek segítik a lényeg kiemelését. Ilyen például a reakciósebesség csökkenésének időbeli lefolyását bemutató grafikon, ahol a szürke alapon citromsárga görbe alatti terület jól felhívja a figyelmet a fontos, a lényeget mutató részre. A Műszaki Kiadó esetében kiemelendő az Elektrokémia CD esetén az akkumulátorok és a különböző típusú galvánelemek felépítését bemutató ábrák, mivel ezek más módon nehezen demonstrálhatók élőben az osztálytermekben. A Nemzeti Tankönyvkiadó könyveiből is egyszerűen kinagyíthatók a statikus elemek, a diákok figyelmét jól fenntarthatják a színes ábrák és képek. Az Apáczai Könyvkiadó ide vonatkozó anyagaiban is megtalálható a digitális tananyagnak megfeleltethető tankönyv ábráinak összessége. A könyvhöz készített fényképek, molekulamodellek és táblázatok vetíthetők ki a diákok számára. A Realika és Sulinet Tudásbázis 2012. statikus anyagait összehasonlítva megállapítható, hogy a Realika esetén kevés grafikon és ábra van, mivel ott a feladatok és videók, animációk vannak előtérben, míg a Sulinet anyagaiban a tanterveket követő tárgyalásnak köszönhetően sokkal több, a statikus típusba tartozó tartalom van. Érdemes használni az itt található grafikonokat, mivel ezek többsége nem a tankönyvekből kiragadott ábra, hanem a tanult tananyag nem szokványos példákon való bemutatása. Ilyen például a nitrogén-dioxid és szén-monoxid reakciója során bekövetkező energiaváltozást illusztráló grafikon, amely az aktiválási energia és reakcióhő

kapcsolatát szemlélteti, kitérve az aktivált komplexben rövid ideig meglévő kötésekre, és arra is, hogy amennyiben szabad atomok lennének jelen, azok energetikailag hol helyezkednének el a diagramon. Az ábrán (a vonalvastagságnak köszönhetően) jól elkülönülnek a különböző állapotok, s ennek segítségével könnyebb az értelmezés.

3.2 A dinamikus digitális tartalmak

A tanulást segítő digitális tartalmak dinamikus típusába a videók és az animációk tartoznak. A vizsgált digitális tananyagok között ezek esetében már nagyobb különbségek tapasztalhatók. A Mozaik Kiadó nagy gonddal készítette el a kísérleteket bemutató videókat (5. ábra).



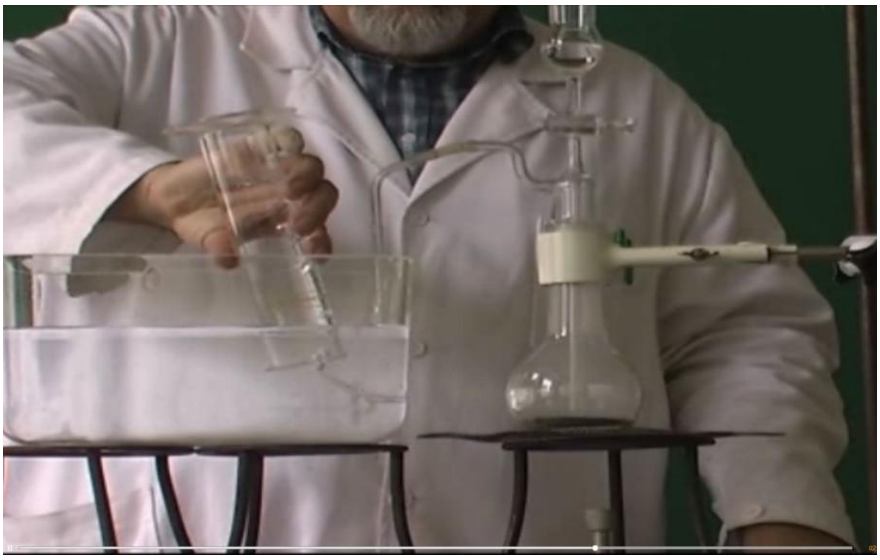
5. ábra: A Mozaik Kiadó kémia digitális tananyagának videói: a) Az alumínium termit kísérlet; b) A nátrium és klór reakciója
Forrás: www.mozaweb.hu

A felvételek minősége első osztályú, amelyek megtekintése során jól hallható és érthető magyarázó szöveggel, közeli, éles képekkel találkozik a felhasználó. Az esztétikai értéket az is növeli, hogy a kísérletekhez használt eszközök felvételhez illő, nem sokat használt darabok. Ezek tudatos kiválasztása hozzájárul a diákok esztétikai neveléséhez, hiszen

mintaként szolgálhat a mindennapokban, és a laboratóriumi munkában egyaránt. A lassítás és a hangkikapcsolás módszertani plusz lehetőségeket is nyújt.

Az Apáczai Kiadó kísérletekről készült videofelvételein csak akkor hallható hang, ha az a kísérlet során hallható és fontos észlelés. Ilyen eset például a hidrogén durranógázpróba bemutatásakor hallható éles, süvítő hang. A magyarázó szöveget és a reakcióegyenleteket a tanárnak kell ismertetnie, illetve a diákokkal is ki lehet találtatni. Azonban, például a „Lidércfény" című kísérlet esetén izgalmasabb lenne (és a diákokat jobban lekötné) a videó, ha közben információk hangzanának el.

A Műszaki Kiadó az online könyvei közül a Villányi Attila által készített Kémia 9. és Kémia 10. tankönyvek esetén kínál videofelvételeket. A 9. évfolyam tananyagához 14, míg a 10. osztály számára nyolc kísérlet felvétele érhető el. (6. ábra)



6. ábra: A Műszaki Kiadó kísérlet videója: Az etén fejlesztése
Forrás: http://www.muszakikiado.hu/kemia_10_szerves_kemia_az_eten

A Nemzeti Tankönyvkiadó Flipbook anyagai között nagyon kevés videót találunk, azok is többnyire egy-egy molekula modelljének pálcika és térkiöltős modell ábrázolásának bemutatására használhatók. Ez a kevés videóanyag a 10. osztály számára készült mellékletekben áll rendelkezésre, s ott is csak a fehérjék illetve a szénhidrátok témakörén belül. Megtalálható például a hemoglobin és a mioglobin ábrája. Ezek mellett van még több mikroszkópos felvétel is, például a keményítő által burgonyában, ill. árpában alkotott zárványokról. A különböző méretű és alakú zárványokat úgy mutatják be, hogy a videó előre haladtával különböző nagyításokat választottak, s ezzel mindig más típusú zárvány lesz éles a felvételeken. Egy-egy kísérletet bemutató videót installálhatunk, többek között azt, amely a

fehérjék hő hatására való kicsapását mutatja. Sajnos a 9. osztály számára írt tankönyvben viszont egyáltalán nincsenek videofelvételek. Pedig az ott tárgyalt törzsanyag nagyon hálás téma lehetne az érdekes és izgalmas oktatási segédanyagok készítéséhez, hiszen rengeteg kísérletet, hétköznapi kapcsolódási pontot be lehetne mutatni.

A Realika tanári vagy tanulói verzióiban sok, jó minőségű videofelvétel található. Ezek tematikusan vannak rendszerezve a leckék címe szerint, azaz nem kell kiválogatni egy adott bázisból, hanem az adott téma folyamatos elsajátítása közben találkozik velük a felhasználó. Ezek könnyen használhatók és az órákba jól beépíthetők, mivel a leghosszabb videó lejátszása is csak körülbelül két percig tart. Jól érthető, (bár néha az angol nyelv által lehetővé tett tömörebb megfogalmazás lefordítása miatt kicsit gyors) aláfestő szöveget is tartalmaznak, és szépen összeállított kísérleti berendezések láthatók. Külön kiemelendő, hogy a készítők bő anyagismeret átadására és a hétköznapi élettel való szoros kapcsolat bemutatására törekedtek. Ez jól megmutatkozik például a szublimációt tárgyaló rövid ismertetőben, ahol a naftalin és a kámfor is helyet kapott, továbbá megemlítik a ruhák szárítását a szabadban, amikor még fagypont körüli a levegő hőmérséklete. Ugyancsak bemutatásra alkalmas és hasznos a vegyületek és elemek különbségét bizonyító videó, ahol higany(II)-oxid hevítése során képződő oxigén és higany tanúsítja, hogy a vegyületeket alkotóelemeik szétválaszthatósága alapján különböztetjük meg a kémiai elemektől. Ez sok esetben nehezen fogható fel a diákok számára, így a videó mindenképpen segíti a megértést. A tanárok többnyire nem szeretnek fém káliummal kísérletezni, annak nagy reakcióképessége miatt, így érdemes az erről szóló videót beépíteni a tanórák menetébe. Az s-mező fémeinek reakcióképessége című rövid ismertetőből többet is lehet hasznosítani, ha a tanár kiegészíti a hallottakat és látottakat. A pontos kísérleti tapasztalatok és azok magyarázatai ugyanis hiányoznak az aláfestő szövegből és a lejátszódó reakciók egyenleteinek ismerete is alapkövetelmény, így ezt a hiányosságot feltétlenül pótolni kell. A videó megtekintése után a tanárok mindezeket a diákokkal is kitaláltathatják. Különösen azt, hogy miért áll fenn a kálium>nátrium>kalcium>magnézium reakcióképességi sorrend, és miért kell hexánnal felönteni a vizet már tartalmazó mérőhengert, illetve miért a hexán van felül. Ezek a példák is jól mutatják, hogy a tanulás folyamatában a pedagógusokat nem helyettesíthetik a digitális tananyagok, és hogy azok használata nem lehetséges az elmélet alapos ismerete nélkül.

Az interneten található Sulinet Tudásbázis 2012. videó anyagai közvetlenül az aktuális elméleti részhez vannak beszúrva „hotspot”-okkal, és ezekre rákattintva lehet előhívni őket. Ezek többnyire jól látható és érthető felvételek. Azonban található közöttük olyan is, mint például a hőmérséklet reakciósebességre gyakorolt hatását prezentáló videó, amely során a

kémcsövek a kémcsőállványban vannak. Ezzel nem lenne semmi baj, ha előtte be lenne vágva, hogy azokat melegítették vagy hűtötték, így azonban csak rá van írva, hogy melyik hány fokos az adott pillanatban. Található olyan videó is, mint a gázfejlődéssel járó reakciókat bemutató, ahol végig, hangos sistergő hang hallható, ami nagyon zavaró. A kamerát mozgatják a kémcső szája és alja közt, így azonban a beleöntés pillanatában nem látszik a kémcső aljában lévő folyadék, csak később. Ha olyan nagyítással készítették volna, amely esetében az egész kémcső belefér a képbe, jobban lehetne alkalmazni ezt a videót. Továbbá nem volt szerencsés választás pirossal felírni a lejátszódó kémiai reakció egyenletét, mert így nem jól látszik. Ugyancsak sistergő alapzaj hallatszik sok további videón is, azonban a számítógépet elnémítva jól használható például a dietil-éter gyúlékonyságát és a tűz oltását bemutató videó. Ez azért is jól alkalmazható, mivel a balesetvédelmi oktatás nagyon fontos része kell legyen a kémiaoktatásnak. Szerencsére többnyire nincs szükség a tűzoltásra, de fontos, hogy a diákok szembesüljenek az ehhez szükséges anyagok (a videón például víz, homok) használhatóságával, illetve egyes esetekben használhatatlanságával.

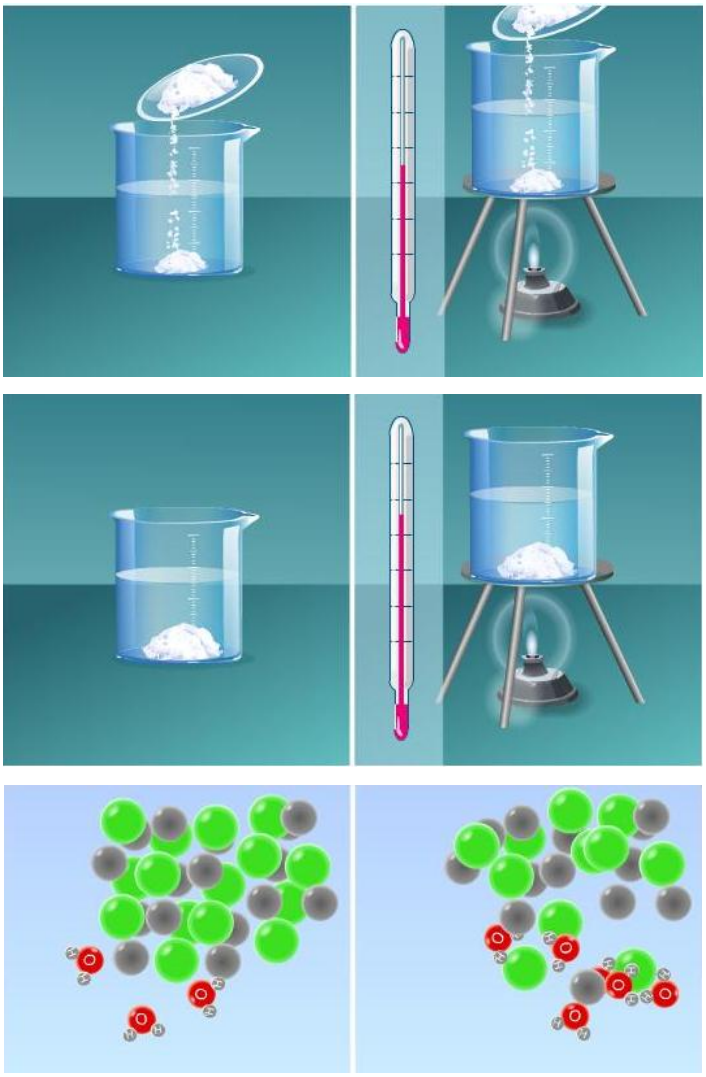
A dinamikus tartalmak másik nagy csoportját képezik az animációk. Ezek közül a tankönyvkiadók sokat beépítettek a hatályban lévő tanterveknek megfelelő felépítésű, online, illetve CD-n elérhető tananyagcsomagjaikba. Az Apáczai Kiadó Kémia 8. című tankönyvéhez tarozó animációk közül a kőolaj feldolgozása szépen megrajzolt, színes animáció, amely jól szemlélteti ezt, a tanulók mindennapi tapasztalataitól távoli tananyagrészt. A frakcionált desztillációt ismertető, a frakcionáló oszlop működését bemutató animáción a megfelelő párlat magasságába kell húzni a képernyő alján található képeket, így kombinálja a dinamikus és interaktív tananyagot a kiadó. Az „animációk” fülecske mögött azonban csak néhány darabot találhat a felhasználó, azok is inkább kiegészítések, s nem az alapszintű tananyag feldolgozását, megértésének segítését szolgálják.

A Mozaik Kiadó animációi közül véleményem szerint például a molekulák kialakulását, s ezzel párhuzamosan a kovalens kötés létrejöttét szemléltetőt feltétlenül érdemes használni. Bemutatásra ajánlható a kémiai reakciók lejátszódásának feltételei közül a térbeli helyzet fontosságát bemutató animáció is. Ennek segítségével jól elmagyarázható, hogyan alakul ki az ammóniumion illetve kloridion, majd ezekből a szalmiáksó kristályrácsa. Az animációban érdemes lenne megszerkeszteni olyan esetet is, hogy a molekulák ütköznek, ám nem történik hasznos az ütközés (vagyis kémiai reakció), mivel ez is a tananyag része. Jelenleg ugyanis csak annyi látható, hogy a hidrogén-klorid molekula addig forog, amíg hidrogénjével fordul az ammónia nemkötő elektronpárja felé, de nincs olyan ütközés, amikor nem jön létre ammónium-klorid.

A Műszaki Kiadó CD-melléklete számos kiváló animációt tartalmaz. Mind a Kémia 7., a Kémia 8. mellékletek és az Elektrokémia CD bővelkednek bemutatásra ajánlható animációs tananyagelemekben. A kén melegítés hatására bekövetkező szín- és halmazállapot-változásait bemutató animáció például azért hasznos, mert megjeleníti a kovalens kötések felszakadását és további melegítés miatt az így keletkezett láncok összegabalyodását is. Ennek segítségével a diákok képet kaphatnak arról, hogy közvetlenül olvadás után miért könnyen, majd később sűrűbben folyós a kén. Ez a kísérlet viszonylag egyszerűen elvégezhető az órán élőben is, azonban a megértéshez vagy ismétlésként jó lehetőség a tanár számára az animáció használata. Van azonban olyan animáció is, amelynek bemutatása során viszont kérdéses az, hogy hova tűnt el, és miért került a szedő lombikba az elpárologtatott folyadék, mivel nem látható, hogy a gőz a léghűtőben lecsapódik és folyadékként lecsöpög.

A Nemzeti Tankönyvkiadó animációi a Flipbook-on keresztül érhetők el, de sajnos csak elég hosszas keresgélés árán. Nem szisztematikus a kiadványokban az, hogy mit milyen „hotspot”-okkal jelölnek meg a könyvek oldalain. Minden kép, szöveg kiemelés, ábra, grafikon mellett ott van a nagyítót jelölő kis ábra. Azonban ugyanez található az animációkat takaró jelek esetében is, így csak szerencse kérdése, hogy mibe ütközik bele a felhasználó. Időigényes tehát, és szerintem ebben a tekintetben egyáltalán nem felhasználóbarát a digitális tananyag. Aki azonban szán rá némi időt és energiát, sok jó minőségű és jól hasznosítható animációt találhat. Ilyen például a metán és klór reakciója UV-lámpa mellett. Jól látszik, ahogy lépésről lépésre egy-egy hidrogén kicserélődik klórra. Jó demonstrációs oktatási segédanyaga lehet ez a szubsztitúciós reakcióknak, sokkal jobb, mintha csak a szubsztitúció bruttó egyenletét vagy a láncreakció egyenleteit írnánk föl. Továbbá hasznos szemléltető anyag a kiralitást bemutató animáció is. Itt egy molekulamodell és annak tükörben látszó képe egyszerre van ábrázolva, majd megpróbálják fedésbe hozni az eredeti modellt és a tükörből kivált képet. Az első modell esetében könnyen megtörténik a képek egymásba csúsztatása, hiszen négy egyforma ligandum található a központi atom körül. Addig cserélik le szisztematikusan, lépésről-lépésre a lingandumokat mindig újabb fajta atomot vagy atomcsoportot jelképező gömbökre, amíg már egy királis molekula modelljét eredményezi a változtatás, amely nem hozható fedésbe a tükörképével. Több esetben találhatunk olyan animációkat is, amelyek bonyolult mechanizmusú reakciók lejátszódását mutatják, és eközben a nyilak, illetve a reakcióban résztvevő kötések villognak. Azonban úgy gondolom, hogy ezek nem jelentenek többletinformációt, mert mindezt egy táblarajzon vagy dián elmagyarázva is bemutathatja a pedagógus.

A Realika tananyagcsomagjának kémia részében is sok animáció található, amelyek véleményem szerint igen hasznosak lehetnek a tanári magyarázat kiegészítésére. Jól szemlélteti például a nátrium-klorid képződésével kapcsolatban a kísérlet tanult elméleti magyarázatát az, hogy animálva van, ahogyan a nátriumatomból egy elektron leadásával nátriumion, míg a klóratomból egy elektron felvételével kloridion képződik. Ugyancsak kiváló animáció a hőmérséklet hatása az oldódás folyamatára (7. ábra).



7. ábra: A Realika digitális tananyagban található animáció (A hőmérséklet hatása az oldódás folyamatára, Diffúzió és oldódás fejezet, 7/a oldal)
Forrás: http://realika.educatio.hu

Ezzel szépen modellezhető, hogy a vízmolekulák hogyan szakítják ki a szilárd rácsból az azt alkotó részecskéket és alakítják ki a hidrátburkot. Nagyon jól érzékelteti azt is, hogy magasabb hőmérsékleten gyorsabban mozognak a részecskék, így hamarabb végbe megy az oldódás folyamata. A kovalens kötések 2. című fejezetben az összetett ionokat is tárgyalja a

tananyag. A hidroxidion kialakulását modellező animáció során azonban nem egyértelmű, hogy honnan kapott az oxigén nem egy, hanem két elektront. Többször is találkozhatunk azzal a hibával, hogy az ammónia szerkezeti képletét piramis alak helyett a valóságban is síkháromszög alakú kén-trioxid molekuláéval hasonlónak mutatja. Pedig nagyon fontos volna, hogy a diákok már kicsi koruktól kezdve a helyes szerkezeti képleteket lássák maguk előtt, hogy a későbbiekben nem okozzon problémát annak felrajzolása. A folyadékok témakörben, „A folyadékok térfogata" rész esetén az animáció véleményem szerint nem ad élményszerű többlettudást a diákoknak, amint nagyítóval azt mutatja be, hogy miként mozognak a részecskék az első és második főzőpohárban a kinézetre teljesen ugyanolyan lila folyadékban.

A Sulinet Tudásbázis 2012. egyes animációi az „Intel Skoool" fülecske alatt vannak összegyűjtve, ahol egy-egy témához különböző, aláfestő szöveggel magyarázott tematikus animációk találhatók. Többnyire a leírt mondatokat lehet szó szerint visszahallani, nincs többletinformáció a hanganyagban. Az animációk nagy része rövid, pár másodperces és nem ad tananyagbeli többlettudást. Az atom felépítése, és azon belül a szubatomi részecskék töltéséről szóló animáció a Bohr-modellre épül, hiszen az elektronok az atommag körül adott pályán keringenek, azonban egy pálya van csak feltüntetve három keringő elektronnal. A rendszámról szóló fejezetben már két pálya van, a megfelelő számú elektronnal. Az animáció lejátszása közbeni megállítás csak az aláfestő szöveg szüneteltetésére korlátozódik, az elektronok továbbra is ugyanolyan sebességgel keringenek az atommag körül. A „Savak, lúgok és sók" című ismertetőben a citrom, a konyhasó és a marónátron vizes oldatának kémhatását hasonlítják össze. A lombikokban lévő oldatok nem látszanak jól, de ettől sokkal súlyosabb hiba, hogy az oldatokba mártott indikátorpapír minden esetben piros lesz. Bár nincs megemlítve, de a lap alján található színskála alapján feltehető, hogy univerzális indikátor papírra gondoltak a szerzők. Ebben az esetben viszont a konyhasóoldat semleges kémhatását zöld szín mutatná, de ez sem érvényes minden só esetére, hiszen a sóoldat kémhatása attól függ, hogy hidrolizál-e, és ha igen, akkor savasan vagy lúgosan. A marónátron oldata pedig természetesen nem savas, hanem lúgos kémhatású, tehát az indikátor papírnak kék színűnek kellene benne lenni. A következő részben a kénsavat tartalmazó üvegbe kék, míg a nátrium-hidroxid-oldatba piros indikátor papírt tartanak, ám nincs megemlítve, hogy ennek milyen elméleti vagy gyakorlati háttere van. Feltehetőleg ezzel a kék, illetve a piros lakmusz használatát akarták modellezni a szerzők, amelyek ezekben az oldatokban színváltozással jeleznék a kémhatást. Alapvetően elmondható, hogy sajnos az itt összegyűjtött digitális tartalmak nem adnak maradandó élményt, mivel mind a szöveg, mind a képek és grafikák túlságosan egyszerűek és sok helyen pontatlanok. A Tudásbázis digitális tananyagcsomag

szervetlen és szerves kémiát tárgyaló tantervekhez illeszthető részében is találhatók néhol animált anyagok. Ilyen például az észterképződés bonyolult mechanizmusát bemutató animáció, ahol a nyilak és egyensúly jelek jelennek meg animált formában, és így vezetik végig az olvasót a teljes reakciómechanizmuson, a karbéniumiont is tárgyalva. Ez azonban egyetemi szintű tananyag, s ezért legfeljebb a differenciált foglalkozások során, esetleg kifejezetten a tehetséggondozásban, versenyzők számára hasznosítható. Véleményem szerint ehelyett sokkal több, közoktatásban általánosan is használható animációra lenne szükség.

3.3 Az interaktív digitális tartalmak

Az általam vizsgált digitális tartalmak harmadik nagy csoportját az interaktív tananyagelemek képezik. Ide sorolhatók a feladatok, játékok, tesztek és szimulációk. Ezek kívánják meg a tanulók részéről a legnagyobb aktivitást.

Az Apáczai Kiadó CD-mellékletei több típusú (táblázatkitöltés, képhúzogatás, molekulapakoló, memóriakártyák, dominó, társasjáték) feladatot is kínálnak a kémiaórák érdekesebbé tételéhez. Ezek szorosan kapcsolódnak a tananyaghoz, s a tanórák menetébe való beillesztésükben segítenek a PowerPoint prezentációk formájában elkészített óravázlatok. Ezekbe a javasolt módszertani megoldások is be vannak építve, és a CD-k „Óravázlatok" felirata alatt találhatók. Mindenképpen tanácsos tanulmányozni a kezelési útmutatót is, hiszen egy játék csak akkor lesz élvezetes, ha semmilyen technikai probléma nem akadályozza. Nagyon hasznos lehet a fiatalabb korosztály periódusos rendszerben való tájékozódásának segítésére az atomjáték, ahol az egyes elemek vegyjelével kell válaszolni a feltett kérdésekre. Ugyancsak jól alkalmazható az, a csapatban is játszható társasjáték, amely több témakört is felölel. Így például a különféle a részecskék, a kémiai kötések, az elemek, vegyületek és keverékek, valamint a különböző kémiai és fizikai változások is szerepelnek benne. Az összeállított kérdéssorok nagy segítséget jelenthetnek egy-egy összefoglaló, vagy dolgozat előtti gyakorló órán, illetve a tanév végi vagy tanév eleji ismétlés során is.

A Mozaik Kiadó játékainak és feladatainak megoldása a mozaWeben lehetséges, vagy a tanár által kívánt módon beépíthetők a letöltött kiadványoknál a mozaBookba. Minden eszközmegnyitásánál megjelenik a feladatbank ikon, amely kész feladatokat kínál, ellenőrzési funkcióval. Ezen kívül az említett egységek összekapcsolhatók a feladatszerkesztő programmal, aminek segítségével saját faladatok létrehozása is lehetséges Így a húzogatós, feleletválasztós példákat, kvízeket a tanárok maguk is elkészíthetik, a hozzá kapcsolható videók, képek, molekulamodellek ábrái, grafikonok mind elérhetők az extrák között

megtalálható médiatárban, és így könnyen felhasználhatók. Az itt elkészített feladatbankot a mozaWeben keresztül fel lehet tölteni úgy, hogy az a diákok számára is látható és megoldható legyen. Így ezek akár házi feladatnak is feladhatók.

A Műszaki Kiadó digitális tananyagcsomagjaiban is számos feladat közül választhatnak a pedagógusok. Nagyon sok előre elkészített példasor van a mellékleteken. Kiválóan alkalmas az elemek összefoglalására, a tanultak rendszerezésére a molekulákból felépülő elemek című táblázat kiegészítése, ahol a megfelelő összeg- és szerkezeti képleteket, a modelleket, a fizikai tulajdonságokat tartalmazó kis téglalapokat kell a táblázat megfelelő rubrikáiba húzni. További jól kezelhető és praktikus feladat például az égésfajták definícióinak gyakorlására az égésről szóló fejezetben található párosító feladat. A legtöbb esetben a párosító típusú feladat, vagy téglalapokban lévő szavak, képletek, vegyjelek vagy modellek könnyen mozgathatók és csak a válaszok lehetséges helyein maradnak meg, amennyiben semleges vagy rossz helyre rakják őket, visszacsúsznak a kiindulási pozíciójukba. Azonban előfordul olyan is, ahol ez nem valósul meg. Ilyen például a sav-bázis reakciók esetében a hidrogén-klorid és a víz reakciójával kapcsolatos kiegészítendő feladat, ahol a képernyő mindegyik részén ott marad a lerakott válasz. A szervetlen és szerves anyagok csoportosítását egy táblázat kiegészítése segítheti a Kémia 7. című interaktív tananyagban. Ahol az elemek és vegyületek modelljeit, hétköznapi anyagok estén pedig képeit kell a megfelelő helyre húzni. Ezt azért érdemes végigcsinálni a diákokkal, mert egyrészről a rendszerezés képességét fejleszti, amely alapvető fontosságú a hatékony és összefüggéseket kiemelő tanuláshoz. Másrészről a feladat megoldása előkészíti, felvázolja a későbbi kémia tananyagban az egyes témakörök helyét, (anyagszerkezet, szervetlen vagy szerves kémiai reakció). Természetesen a tanulóknak fontos látniuk, hogy bár a tananyagban ez utóbbiak külön-külön szerepelnek, mégis szorosan összetartoznak. A foszfor és vegyületeinek tárgyalásához készített szöveg-kiegészítéses feladat (8. ábra) jó példa lehetne a differenciált oktatás kémiaórán történő megvalósítására.



8. ábra: A Műszaki Kiadó Kémia 8. digitális tananyagában található szöveg-kiegészítéses feladat (A foszfor és vegyületei)
Forrás: Műszaki Kiadó: Kémia 8.

Két szint közül lehet ugyanis választani, amelyek esetében előre megadott szavakat kell hiányos szövegrészletbe illeszteni. Sajnos azonban a két szint teljesen azonos példán vezet végig. Mindegyik esetében ugyanannyi beilleszthető szó van, s ugyanannyi üres hely. Csak abban különbözik a két szint, hogy míg a könnyebb esetében folyamatos visszajelzést kap a felhasználó arról, hogy jó vagy rossz választ adott-e meg, addig a nehezebb szintet választók csak a végén kapnak tájékoztatást a feladat megoldásának eredményességéről. Sokkal jobb lenne, ha a könnyebb szint esetében csak annyi behúzható megoldás lenne, ahány üres hely van, vagy legalábbis kevesebb plusz szó. Ugyanilyen, nehézségi szint szerint megkülönböztetett feladatok találhatók az oxigénről szóló fejezetben, ahol (az előbb említett példához hasonlóan) csak a visszajelzés módjában tér el a két szint egymástól. Nagyon hasznos az Elektrokémia CD-n található azon feladat megoldása, amely során az elektródpotenciál alapján kell kiválasztani számos reakcióból, hogy lejátszódhat-e vagy sem. Ugyancsak érdemes a diákokkal személyesen is végigcsinálni azt a feladatot, ahol a tanulóknak kell kiválasztani azt, hogy a felsorolt elektródoknak szánt fémek közül melyik lehet az anód, illetve a katód. Itt azonban a feladat megengedi, hogy bármelyik fém húzható legyen mind a jobb oldalra, mind pedig a baloldalra, s csak utána kell eldönteni, melyiket szánták anódnak illetve katódnak. Ez azért zavaró, mert a galvánelemek esetében az anódot

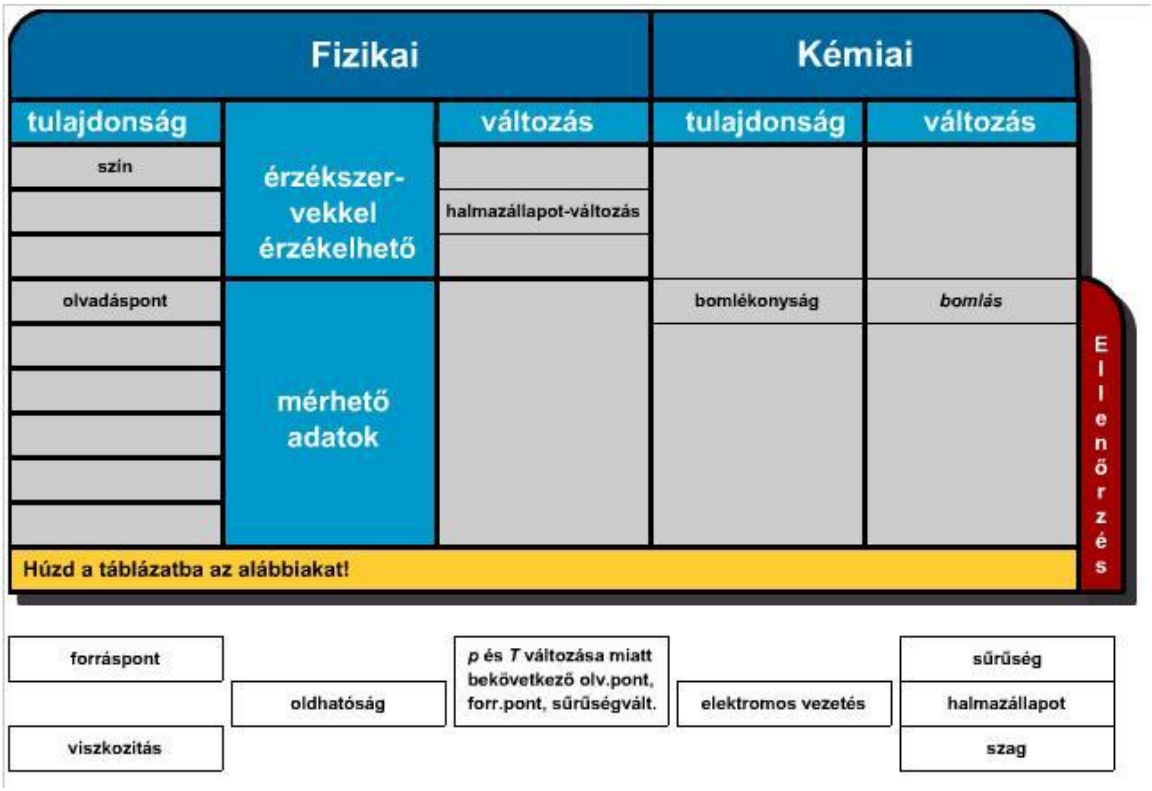
egyezményesen mindig a baloldalra írjuk, és erre a diákokat is rá kell szoktatni. Amennyiben a fémek helyének kiválasztását még az áthúzogatás előtt kigondolják a diákok, úgy ez a probléma könnyen orvosolható.

A Nemzeti Tankönyvkiadó a Flipbook-on keresztül egészítette ki feladatokkal kiadványait, illetve amennyiben offline módon üzemel a melléklet, úgy CD-ről érhetők el az előre készített, és a könyvek megfelelő oldalszámainál „hotspot”-okkal jelölt feladatok. Ezek nagy része teszt-típusú, illetve egy-két húzogatós feladat, hiányos szöveg kiegészítése, párosító és összekötő példa is bekerült a feladattárba. Egy témára sok, néhol akár tíz példa is rendelkezésre áll, megoldással és önellenőrzéssel együtt. Szinte minden oldal tetején megtalálhatók kérdőjellel jelölve az arra az oldalra vonatkozó kérdések, így a pedagógusok számára ez könnyen kezelhető. Az előre kialakított interaktív tananyagelemek többnyire a közoktatási kémiatanításban gyakran használt példatárakban előforduló kérdések, feladatok digitális változatai. Ezekből érdemes lehet egy-egy példát feladni a diákoknak. Azonban mivel ezek vagy ehhez hasonló feladatok többnyire a munkafüzetben is megtalálhatók, azokhoz képest nem jelentenek újdonságot a diákok számára. Vannak olyan példák is, amelyek csak egy-egy témához kapcsolódnak és más felületen jelennek meg, mint az oldalak tetején kérdőjellel jelölt típusok. Ezekre kattintva új oldalon nyílik meg az alkalmazás, mely a feladatkészítő segítségével készült. Ilyen anyag például a Kémia 9-10. tankönyv 73. oldalára beillesztett „A szerves szénvegyületek jelölései” című feladat. A megfelelő jelölést kell párosítani a megadott képletfajták definícióihoz. Ez a feladat jól használható, ha a diákok maguk oldhatják meg az interaktív táblán. Amennyiben viszont a tanár a diákok válaszai alapján saját maga végzi ezt el, a megoldásból elveszik a játék és az újszerűség, s a tanulók számára várhatóan nem jelent többet, mint egy tesztfeladat. Sajnos azonban a példa egész osztály előtti bemutatása nehézségbe ütközik, mivel nagyon kicsi betűméretet és ábraméretet választottak a szerzők, így számítógépen közelről is alig látszik, nemhogy a tanterem egy távoli pontjáról. Természetesen az interaktív tábláknak van nagyító funkciója, de a kényelmes és gyors bemutatás érdekében, mindenképpen jobbak a nagyobb betűmérettel készített példák (különösen, ha a képernyő nagy része kihasználatlan marad).

A Realika tanári és tanulói verziói rengeteg interaktív feladatot tartalmaznak, amelyek többsége az ott bemutatott elméleti tananyag megértését szolgálja. Nagyon sokszor előfordul megadott összegképletek és molekulamodellek párosítása, hiányos szöveg kiegészítése, az egyes meghatározások közül a helyesen megfogalmazottak kiválasztása, annak eldöntése, hogy egy információ igaz vagy hamis, illetve képek vagy ábrák értelmezéséről szóló feladatok. Ilyenek például az oxigén és vegyületeinek ábráit és azok képletét párosító példa,

az atomok és az ionok tulajdonságaira rákérdező igaz-hamis feladat, vagy az azonos elektronszámmal rendelkező halogenidionok és nemesgázok összepárosítása. A kémiai egyenletek felírásának gyakorlására olyan típusú feladatokat találhatunk, amelyekben a reagensek és termékek képletei különböző formában vannak felírva, ezek közül kell kiválasztani a megfelelőket, illetve számok segítségével rendezni az így létrehozott egyenleteket. Számolási feladatok kitöltésére is van lehetőség, amikor a példa megoldási tervébe kell beírni a helyes részeredményeket, illetve a végeredményt. Ezt akkor célszerű használni, amikor a feladattípussal való ismerkedéskor a megoldás menetének lépéseit tanulják a diákok, hiszen később már teljesen egyedül kell tudniuk megoldani a példákat. Amikor viszont még az együtt gondolkodás, és a precíz, pontos indoklás lépésenkénti lebontása a cél, kiválóan használhatók az ilyen példák. A különböző százalékban megadott elegyek összetételére, a moláris tömegre, és az anyagmennyiségre vonatkozó számolások gyakorlásához több, azonos nehézségű feladat is választható.

A Sulinet Tudásbázis 2012. digitális tananyagai között számos online megoldható tesztfeladatsor található, amelyeket az egyes témakörök végére helyeztek el a készítők. Ezek az elméleti tudást mérik, és a példasor végén ellenőrző funkció van beépítve, így kérdésről kérdésre nyomon lehet követni, hogy helyes volt-e a megoldás. Több esetben, a témakör lezárásaként összefoglaló táblázatot, vagy kiegészítendő, ezáltal a tanult anyag alkalmazására és (a csoportosítás során) rendszerezésre nevelő feladatokat is találhatunk. Ezek többsége jól használható és könnyen kezelhető. Ilyen például a kationok csoportosításáról szóló táblázat, ahol a lezárt héjjal rendelkező, és így nemesgáz-elektronszerkezetű kationokat és a nem nemesgáz-elektronszerkezetű kationokat kell a megfelelő rubrikákba húzni. Itt könnyen húzogathatók a téglalapok, és amit egyszer leraktunk valahova később még mozgatható. Nehézséget okoz azonban, például a fizikai és kémiai változásokat összefoglaló táblázat esetében az, hogy a téglalapok nem mindig maradnak a kiválasztott mezőben, sőt van olyan eset is, hogy még vissza sem lehet tenni a kiindulási helyre. Ez azért fordulhat elő, mert valószínűleg úgy készítették el a programot, hogy előre megadták, melyik mezőben hány helyes válasz lehet. Amennyiben elsőre egy helytelen választ rakunk be, és oda eleve csak egy téglalap kerülhetett, akkor a program már nem engedi meg a következő téglalap odahúzását (9. ábra).



9. ábra: A Sulinet Tudásbázisban található összefoglaló feladat (Fizikai és kémiai változások)
Forrás: http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia

Ezzel a feladattal kapcsolatosan további probléma is felmerül. Kérdéses, hogy melyek azok a fizikai tulajdonságok, amelyek érzékszervvel megfigyelhetők. A szín, szag, halmazállapot mellett ide lehetne sorolni az oldhatóságot, a sűrűséget, viszkozitást is. Így nem egyértelmű, hogy melyek a helyes megoldások. Találhatók olyan feladatok is, mint az oxidációs szám szerinti egyenletrendezés témakörénél lévő gyakorló példa, amely nem is kíván semmilyen digitális interaktivitást a tanulóktól, hiszen egy elméleti ismertető alapján a kiadott egyenleteket a füzetben vagy a táblánál lehet csak megoldani, nem pedig interaktív tábla segítségével, holott az interaktív feladatoknál pont ez lenne az alapkövetelmény. Hasonló elképzelés szerint készült az endoterm és exoterm folyamatok táblázatos gyakorló feladata, ahol a kitöltetlen táblázatban lévő kérdőjelek már a megoldást takarják, így ezeket vagy csak szóban, vagy a táblázat lerajzolását követően a füzetben lehet megoldani. Ezek nem várnak el többletaktivitást a tanulók részéről, sokkal inkább egy munkafüzeti feladat megoldására hasonlítanak, illetve annak ellenőrzését segítik elő.

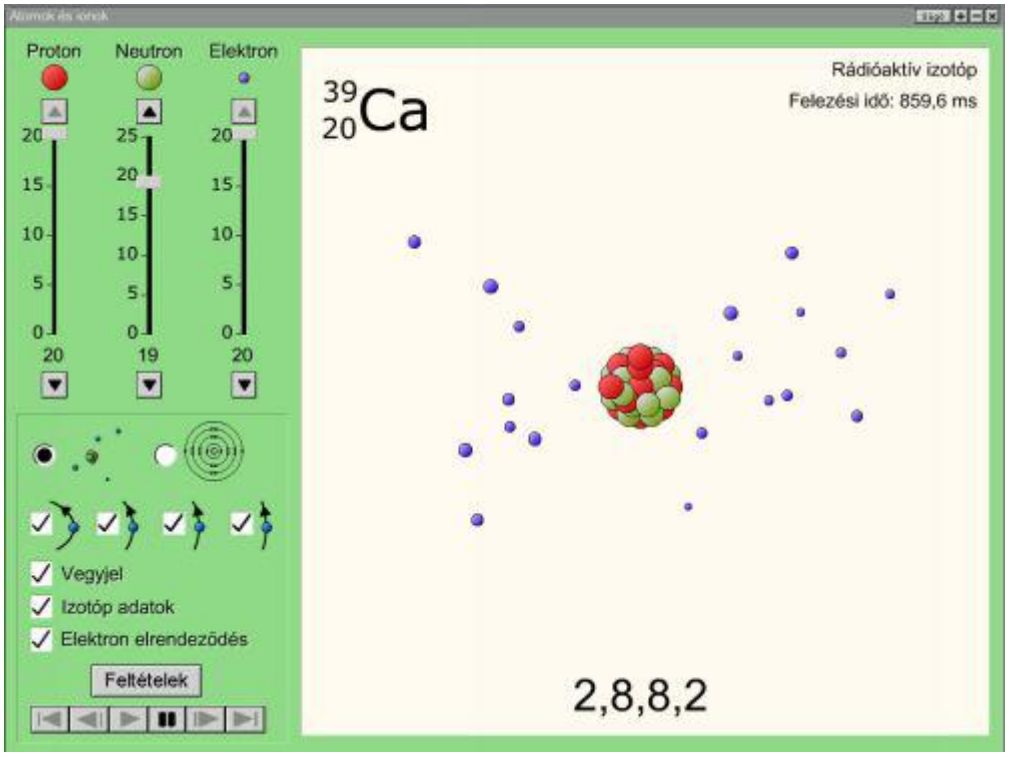
Az interaktív típus leginkább újszerű példái a szimulációk. Ezek nemcsak az elméleti tudás ellenőrzésébe és gyakorlásába, hanem a tananyag elsajátításának lépéseibe is bevonják a diákokat. A tankönyvkiadók általam vizsgált digitális tananyagcsomagjai közül egyedül a Műszaki Kiadó mellékleteiben találhatunk szimulációkat. Így a többi kiadó esetében nagy

lehetőség kiadványaik ezekkel való bővítése. A Műszaki Kiadó néhány, jól kezelhető szimulációt tervezett a kémiaórák tananyagaihoz, amelyek a Kémia 7. CD-n megtalálhatók. A hetedik évfolyam számára a halmazállapotokat és azok változásait bemutató tananyagelem esetében a diákok tudják szabályozni a hűtés és fűtés mértékét, illetve a főzőpohárra tett üveglapot emelhetik le, amikor már a 100 °C-ot is elérte a hőmérséklet. A sav-bázis témakör tárgyalásakor meg lehet mutatni a főzőpohárban található bázis és a mellette lévő savoldat összeöntését.

Ezen a téren a legszínvonalasabb és legtöbb darabot tartalmazó tananyagcsomag kétségkívül a Realika. Ezek az szimulációk ugyanis magas szakmai színvonalon és kifogástalan grafikával készültek. Az online is elérhető tananyagok adott korosztály számára való kiválasztását azonban a pedagógusnak kell elvégezni, mivel a Realika tananyagai nem a hazai kémia kerettantervek felépítését követik. Így a fiatalabb korosztály számára ajánlott a gázok és folyadékok összenyomhatóságának összevetéséről szóló szimuláció, ahol a különböző súlyokkal egyre kisebb térfogatú mozgatható tetejű „virtuális" edényt lehet használni. Vizsgálni lehet a térfogat és nyomás kapcsolatát, és elgondolkodtató, miért törik össze egy bizonyos súly „ráhelyezése" után a folyadékot tartalmazó edény. Nagyon hasznos és kipróbálásra mindenképpen ajánlott a molekularácsos és atomrácsos anyagok fizikai tulajdonságainak vizsgálatát tanulmányozni a Realika megfelelő szimulációja segítségével. Itt virtuálisan „kipróbálhatják" a diákok az egyes anyagok mechanikai tulajdonságait, az olvadáspont mérését, a vízoldhatóságot és az elektromos vezetést a szilárd cukor és a kvarc, illetve ezek olvadékai esetében. Továbbá a tanulók maguk dönthetik el, melyiket elemzik, majd táblázatosan összefoglalhatják a tapasztalatokat, s ezek alapján a száraz elméleti anyagot magukhoz közelebbinek és érdekesebbnek érezhetik. A standard elektródpotenciál sor alkalmazására elvégezhető a galvánelemek összeállítását szimuláló feladat, ahol a különböző elektródok közül a tanulók választhatják ki, melyik kettőt vizsgálják. A gyakorlat során sajnos a szoftver maga dönti el, hogy a kiválasztott két fémelektród közül melyik lesz az anód és melyik a katód, így megfosztva ennek gyakorlási lehetőségétől a diákokat. Amennyiben a tanár azt szeretné, hogy a tanulók induktív módon, az egyes virtuális kísérletek eredményei alapján maguk alkossák meg a megfelelő szabályt, a fémek redukáló sora, illetve a standard elektródpotenciálokat tartalmazó táblázat alkalmazásával is kiváló feladat lehet ebből a szimulációból. Vannak olyan példák is az oldalon, amelyek pontatlanságot, kevésbé jó alkalmazható tényeket, magyarázatot tartalmaznak. Ilyen a kén olvadásáról szóló szimuláció, hiszen úgy mutatja be a kísérletet, mintha egy bizonyos hőmérséklet után pillanatok alatt elfolyósodna. Ez teljesen félrevezeti a felhasználót, hiszen a kén a hőmérséklet emelésére

fokozatosan változtatja színét és állagát, a világossárgától a sötét narancsos illetve barna színig, míg állagát tekintve a hígan folyóstól a sűrűn folyósón át az amorf kénig tart az átalakulás. Ugyancsak tanári kiegészítést kíván és ezért további probléma felvetését is magában hordozza a különböző fémek savakkal lejátszódó reakcióiról szóló szimuláció. Itt a diákoknak lehetőségük van arra, hogy számos fém közül (például a cink, réz, ezüst, ólom, magnézium) melyiket rakják bele „csipesz" segítségével a savat tartalmazó Erlenmeyer-lombikba. Amennyiben gázfejlődés tapasztalható, a szájával lefelé tartott, vízzel teli üvegkádba állított üvegedényből kiszorul a benne levő folyadék. A szimuláció azonban nem tárgyalja, hogy a különböző savak és azok erőssége függvényében különböző gázok keletkeznek. A kipróbálás során körvonalazódott, hogy a készítők a híg sósavval történő reakciók vizsgálatát tűzték ki célul, holott izgalmas kérdések és szimulációs lehetőségek lennének híg és tömény kénsav, salétromsav használatakor is. Ilyenkor nemcsak a cink és a magnézium esetében tapasztalható a buborékok fejlődése, hanem a pozitív standardpotenciálú réz és ezüst esetében is, sőt még a képződő kén-dioxid, nitrogén-monoxid és nitrogén-dioxid színe is része lehetne a feladatnak. Érdekes szimuláció az is, amikor a különböző keménységű anyagok egymással való karcolása során szerzett virtuális tapasztalatok alapján a diákoknak maguknak kell létrehozniuk egy keménységi skálát. Azonban az, hogy miért karcolja meg egyik anyag a másikat, és mi annak az oka, hogy az egyik anyagon semmi nem hagy nyomot, nincs leírva, így ez az eset is alátámasztja, hogy a számítógép és a digitális tananyagok nem helyettesítik a tanári magyarázatot, csupán segédanyagok lehetnek a szemléltetés és megértés terén. Ezek ellenére is elmondható, hogy a szimulációk szempontjából a Realika messze meghaladja más, hazai tananyagcsomagok szakmai és esztétikai színvonalát. Érdemes tehát a pedagógusoknak böngészni ezek között.

A Sulinet Tudásbázis 2012. oldalán lévő Sunflower Learning szimulációk jól kezelhetők. Található itt interaktív tananyag például az atomok és ionok témaköréből (10. ábra), ahol az egérrel (vagy interaktív táblán a felhasználó ujjával) lehet növelni, illetve csökkenti az atomok protonjainak, neutronjainak illetve elektronjainak számát.



10. ábra: A Sunflower Learning Atomok és ionok című szimulációját illusztráló ábra a SULINET Hírmagazinból
Forrás: http://hirmagazin.sulinet.hu/hu/oktatas/sunflower-atomok-es-ionok

A program az így létrejött izotópok közül kiválasztja és jelzi, ha valamelyik radioaktív tulajdonsággal rendelkezik. Külön be lehet jelölni, hogy mit mutasson a szimuláció: a vegyjelet, a tömegszámot, az elektronok kiépülésének sorrendjét, az izotópok adatait. Amennyiben nem jelzi ki az összes adatot, jó feladat lehet a készített részecskék beazonosítása, periódusos rendszerben elfoglalt helyének meghatározása. További szimulációs feladat található például a következő témakörökből: elemek és vegyületek, diffúzió, halmazállapotok.

A magyar nyelvű, digitális kémia tananyagok listája egyre bővül. Érdemes tehát folyamatosan böngészni az interneten, illetve a kiadók által nyújtott mellékletekben az újdonságokat. Fontos azonban, hogy a pedagógusok mindig ellenőrizzék azok szakmai és esztétikai minőségét. Amennyiben egy tanár kellően kreatív és bátran dolgozik a számítógéppel a kémiaórákon, még az itt-ott kissé pontatlan és sokszor kiegészítésre szoruló tananyagokkal is színvonalas oktatói és nevelői munkát tud végezni. Másrészt a tananyagok minősége és a rendelkezésre álló választék az idővel nyilvánvalóan javulni fog.

4. A magyar nyelvű kémia digitális tananyagok használata a gyakorlatban

Az interaktív tábla elterjedésével, illetve az egyéb technikai feltételek egyre több osztályteremben történő biztosításával bővülnek a különböző digitális tananyagok alkalmazásának lehetőségei. A dolgozatban összegyűjtött és elemzett példák is alátámasztják azt, hogy minden tanárnak magának kell eldöntenie, hogy az egyes tananyag-elemeket mikor miként építi be az óráiba, illetve melyiket választja a kínálkozó lehetőségek közül.

4.1 Kémiatanárok véleménye a magyar nyelvű digitális tananyagokról

Munkám során interjút készítettem több kémia vezetőtanárral (J. Balázs Katalinnal, Albert Viktorral, Berek Lászlóval és Paulovics Ferenccel az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnáziumban, valamint; Kutrovácz Lászlóval az ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Gimnáziumban) és két, kémiát tanító kollégával (Molnár Istvánnal a budapesti Neumann János Számítástechnikai Szakközépiskolában és Boros Évával a Launai Miklós Református Általános Iskola, AMI, Szakképző Iskola és Művészeti Szakközépiskolában).

A következő kérdésekre kerestem a választ:

- Milyen típusú digitális tartalmakat használ (kép, ábra, modell, videó, animáció, szimuláció, feladatok stb.)?
- Mely digitális tananyag-elemeket próbálta már ki, és miért azokat választotta?
- Milyen gyakran alkalmazza őket?
- Mennyire elégedett a használt digitális tananyagelemek szakmai színvonalával?
- Mennyire népszerű a diákok körében a tanórákon való alkalmazásuk?
- Mi a véleménye arról, hogy mennyi plusz ismeretet, élményt kapnak ezekkel a diákok?
- Van-e ötlete arra vonatkozóan, hogy hogyan lehetne még jobbá tenni a használt digitális tananyagelemeket?

A kapott válaszokat az alábbiakban foglalom össze.

A statikus digitális tananyagelemek felhasználása (képek, ábrák, grafikonok, szövegrészletek bemutatása, alkalmazása) már igen elterjedt a kémiaórákon. A tanárok sokszor kivetítik és elemezik a diákokkal a tankönyvek ábráit. Ez nagyon kényelmes megoldás és kiküszöböli azt a problémát, ha nem minden diáknál van ott a tankönyve. Az ilyen típusú tananyagokat azért jó beilleszteni a tanórákba, mivel így a tanulók a közös magyarázat, elemzés segítségével együtt és folyamatosan követhetik a tananyagot. Nagyon fontos, hogy megtanulják és alaposan begyakorolják a grafikonok elemzését, s a tengelyfeliratok alapján el tudják dönteni, hogy az mit, minek a függvényében és milyen mértékegységek használatával ábrázol. Ezáltal könnyen ellenőrizhető a megértés mélysége és így a grafikonok ellenőrzésként, összefoglaló vagy gyakorló órára, esetleg számonkéréshez is kiválóan hasznosíthatók. Fontos ugyanis, hogy a tanár képet kapjon arról, hogy tényleges, jól alkalmazható tudás birtokában vannak-e a diákjai vagy csak értelmezés nélküli „magolást" végeztek.

A könyvekből kiemelhető vagy hosszabb-rövidebb ideig kinagyítható szövegrészletek is ebbe a csoportba tartoznak. Az egyes kiadók tankönyveinek és munkafüzeteinek digitalizált változatai segítségével ezek a műveletek könnyen elvégezhetők. Így egy-egy definíció, fontosabb képlet, egyenlet, feladat előtérbe kerül, s a tanárok felhívhatják a diákok figyelmét annak fontosságára, illetve együtt oldhatják meg a kiszemelt példát. A statikus tananyagelemeknek és a digitalizált tankönyveknek azért van létjogosultságuk és fontos szerepük, mert ezek segítségével a diákok megtaníthatók arra, hogy a könyvben található ábrák, képek, és egyéb illusztrációk alapvetően nem csak a könyvek esztétikai értékét növelik, hanem fontosak a megértés és alkalmazás szempontjából is. A tanár feladata, hogy rámutasson arra, hogy a könyvekben található szövegek és ábrák együttesen segítik a megértést és a tananyag elsajátítását.

A megkérdezett tanárok egy-egy, általuk leginkább ismert digitális tananyagcsomag használatát részesítik előnyben. Ez már csak azért is így van, mert többségük szerzője vagy társszerzője a vizsgált kiadók digitális mellékleteinek. Így J. Balázs Katalin az Apáczai Kiadó interaktív CD-i, míg Albert Viktor és Paulovics Ferenc a Műszaki Kiadó ajánlatai közül válogat. A számukra jól ismert felépítés, és ebből fakadó könnyebb kezelhetőség miatt nem is tervezik a többi digitális tananyag alkalmazását. Ez alátámasztja azt az előzetes elképzelésemet, miszerint a sokféle digitális tananyag alapos megismerése és beépítése a tanórák menetébe nagyon sok időt igényel, ami a tanárok jelenlegi leterheltsége mellett nem reális elvárás.

A másik általános észrevételem az, hogy akik nem használják rendszeresen a digitális tananyagokat, vagy alig-alig mutatnak be valamit a digitális taneszközök segítségével, az időhiányra és az „eddig is megvoltunk nélküle” elvvel magyarázzák meg. A beszélgetések alapján látni lehetett, hogy aki rendszeresen beépít egy-egy feladatot vagy képet, ábrát a tanítási-tanulási folyamatba, milyen szeretettel és lelkesedéssel beszél az interaktív tananyagok hasznosságáról és alkalmazhatóságáról. Az egyik vélemény nagyon megragadott: „*Igazából nem érzem létszükségletnek ezek alkalmazását. Fontos, hogy mikor mit mutatsz be, de a legfontosabb, hogy milyen szakmai háttered van mögötte. A diák egyből észreveszi, ha el akarod varázsolni valami színes, szagos, mozgó dologgal, de sem technikai, sem pedig szakmai szempontból nincs stabil tudásod. Másrészt, ha használod az interaktív anyagokat, készülj fel arra, hogy nem győzhetsz mindig a technika ördögével szemben.”* (J. Balázs Katalin)

Mindenki kihangsúlyozta annak fontosságát, hogy a tanári magyarázatokat a bemutatott digitális tananyagelemek csak segítik, és nem pótolják. A rendszerezés képességének fejlesztése és a számítógép felelős, érett használatára való nevelés is a tanár feladata.

Molnár István három-négy évvel ezelőtt a *Realika* mellett döntött, mivel egy továbbképzésen ezt ajánlották neki. Azóta is, amikor alkalma nyílik rá, beépíti a munkájába. Mivel szakközépiskolás diákjai csak egy évig, heti két órában tanulnak kémiát, így náluk különösen lényeges a legfontosabb összefüggések gyors megértése és a látványon alapuló motiváció. Ehhez véleménye szerint remek lehetőségeket talált a Realika színes, jól szerkesztett animációiban, videóiban. Év elején rendszeresen visz be az óráira egy-egy motiváló, problémafelvető tananyagelemet. Ezekkel a számítástechnika iránt érdeklődő diákokat könnyen ráveszi az otthoni használatra is. Elmondása szerint, egy-két hét után a diákok már várják, hogy mikor kerül elő egy-egy ilyen tananyagelem a tanórán is. Többnyire szemléltetésre használja és csak ritkábban feladatok megoldására. Véleménye szerint az észrevett apró hibákat az online változatban folyamatosan javítják, s megjelenésükben szépnek, rendezettnek találta a Realika kémia anyagait. Sajnálja, hogy a szerves kémia témakörét nem dolgozták fel a szerzők, mivel sokat segítene neki, ha ennek tanításakor is a már jól ismert helyről és módon mutathatna be kész videókat, ábrákat.

Albert Viktor gyakran alkalmazza a Műszaki Kiadó animáció-gyűjteményeit . Állítása szerint a diákok nagyon élvezik, láthatóan jobban megfogja őket a láthatatlan részecskék mozgásának és a vegyipari folyamatoknak a modellezése így, mint ha ő rajzolná vagy mutogatná el magyarázat közben. Az ő kémiaóráin a szemléltetés mellett (különösen az

általános iskolai korosztály esetében) az interaktív feladatok is nagy hangsúlyt kapnak. A 7. és 8. évfolyamos osztályokban érdemes minden esetben kihívni a tanulókat a párosítás, táblázatkitöltés, hiányos szövegek kiegészítése során, mert ezáltal könnyebb a figyelem fenntartása az órákon. Épp ezért, elmondása szerint általában úgy építi be a feladatokat az óravázlataiba, hogy a 45 perces óra során kb. 25-30 perc elteltével egy-egy interaktív példát oldanak meg.

A szimulációkat a megkérdezett tanárok még viszonylag ritkán alkalmazzák a tanórákon. Egy-egy példa azonban alátámasztja, hogy érdemes ezeknek is időt szentelni. Ilyen eset például az oldhatóság energiaviszonyainak vizsgálata. J. Balázs Katalin elmondása szerint mindig nagy sikere van annak, ha a diákok maguk mondhatják meg, milyen és mennyi sóból „készítsék" az oldatot. Ilyenkor általában azok is fellelkesülnek, akiknek egyébként ritkán csillog a szemük a kémiaórákon. Ezekért a pillanatokért kell feltétlenül alkalmazni a szimulációkat is.

Kutrovácz László minden órán használja az interaktív táblát és valamilyen digitális tartalmat, de témakörfüggő az, hogy a tanórán belül milyen hosszan és milyen gyakorisággal. Az általános és szerves kémia témáit előszeretettel dolgozza fel interaktív tábla segítségével, míg a szervetlen kémia esetében inkább csak egy-egy villanás erejéig alkalmazza azt. Véleménye szerint a magyar nyelvű digitális tananyagok közül kevés olyan ingyenesen elérhető található, amelyet ő maga szívesen használ. Így ő legtöbbször az internetről, némi utánajárással gyűjti össze a tanórán alkalmazott feladatokat. Tapasztalatai szerint a diákok élvezik az interaktív tábla használatát és külön kiemelte azt a lelkesedést, amelyet az okoz, ha kihívja őket az interaktív feladatok megoldásakor, vagy amikor a diákok maguk rajzolhatnak, írhatnak az eszközhöz tartozó tollal.

Boros Éva tanárnő lassan már két éve, szinte napi rendszerességgel használja a mozaBook programcsomagot. Folyamatosan ismerkedik annak lehetőségeivel, különösen szívesen alkalmazza az elektronikus könyveket, az ott található „hotspot"-ok által elérhető extra tartalmakat, mint képek, animációk, videók. Az utóbbira azért is fektet nagy hangsúlyt, mert iskolájában nem található elszívófülke, ami korlátozza az elvégezhető kémiai kísérletek számát. A felvett és videón lejátszható kísérletekkel olyan reakciókat is megcsodálhatnak az órán, amire valóságban sajnos nincs lehetőségük. A kivetített könyvek másik nagy előnyét abban látja, hogy így a diákok tudják, hol járnak a tananyagban. Ez sajnos abban az oktatási intézményben, ahol ő tanít gond szokott lenni, mert a diákok sokszor lemaradnak az órákon, nem követik a tanóra menetét. Külön öröm számára, hogy nem kell tankönyveket cipelnie, laptopja segítségével még az iskolába utazás közben, a tömegközlekedés használatakor is

készülhet a programba feltöltött óravázlatait használva. A harmadik alkalmazás, amit nagyon szeret, az a munkafüzet, ami a gyerekeknek nyomtatva van meg, de ő az aktuálisan használt oldalakat ki tudja vetíteni. Így megbeszélhetik és ellenőrizhetik a házi feladatot, ugyanis a megoldásokat is be lehet íratni a programmal. A tanulók kicserélik a mellettük ülővel a munkafüzetet, és kijavítják egymás munkáját. A programba épített periódusos rendszer, számológép gyors előhívásával időt tud megtakarítani az órákon, ezért alkalmazza őket. A programcsomag többi lehetőségét is tervezi kipróbálni, szívesen készítene saját feladatokat, hiszen sokszor van szüksége egyedi, az osztály képességeinek megfelelő alkalmazásokra.

A fentieken kívül a Nemzeti Tankönyvkiadó digitális tananyagait használó kémiatanárok közül három pedagógus véleményét is lehetőségem volt megismerni (amelyeket a Nemzeti Tankönyvkiadó munkatársa bocsátott rendelkezésemre). Tapasztalataik szerint a diákok nagy lelkesedéssel fogadják, amikor az interaktív táblát használhatják, versenyeznek azért, hogy ki mehessen ki a táblához (ami a hagyományos tábla esetében nincs így). Szeretik a tananyagoknál található kérdőjelekkel megjelölt interaktív feladatok (pl. párosítások, feleletválasztások, szöveg-kiegészítések) kitöltését. Az egyik tanár ezt a funkciót az óra eleji ráhangolódásra, az előző órán tanultak felelevenítésére, ismétlésre használja. Egy másik kolléga a kinagyítható ábrák és képek előnyeit hangsúlyozta ki. Véleménye szerint ezek segítségével könnyebben folyik az órai magyarázat, mert a diákok rögtön tudják, miről van szó, hiszen látják, miről folyik a beszélgetés.

4.2 Saját tapasztalataim a kémia digitális tananyagok használatával kapcsolatosan

A szakdolgozatom megírásával egy időben rezidensként végeztem összefüggő tanítási gyakorlatomat az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnáziumban. Így, egy féléven keresztül volt lehetőségem arra, hogy beletanuljak a különböző digitális tananyagok tanórákon történő alkalmazásába. Az iskolában a 10/B osztálynak termokémiát, reakciókinetikát és elektrokémiát tanítottam. Igyekeztem minél több interaktív tananyagelemmel színesíti a hetedik órában megtartott kémiaórákat. Mivel ebben a gimnáziumban a 10. évfolyamon csak egy fél évig van kémiaóra, és erre az időszakra a helyi tanterv más tananyagot ír elő, mint az iskolák többségében alkalmazott akkreditált kerettantervek, s így nyomtatott tankönyvük sincs a diákoknak, különösen fontos volt a sok ábra, szemléltetést segítő animáció, grafikon, videó használata. A nagy osztálylétszám miatt nem volt lehetőség szaktanteremben megtartani az órákat, ezért az iskola egyik, kémiai kísérletek elvégzésére kevésbé alkalmas tantermében tanítottam. Ezek a külső tényezők nagy

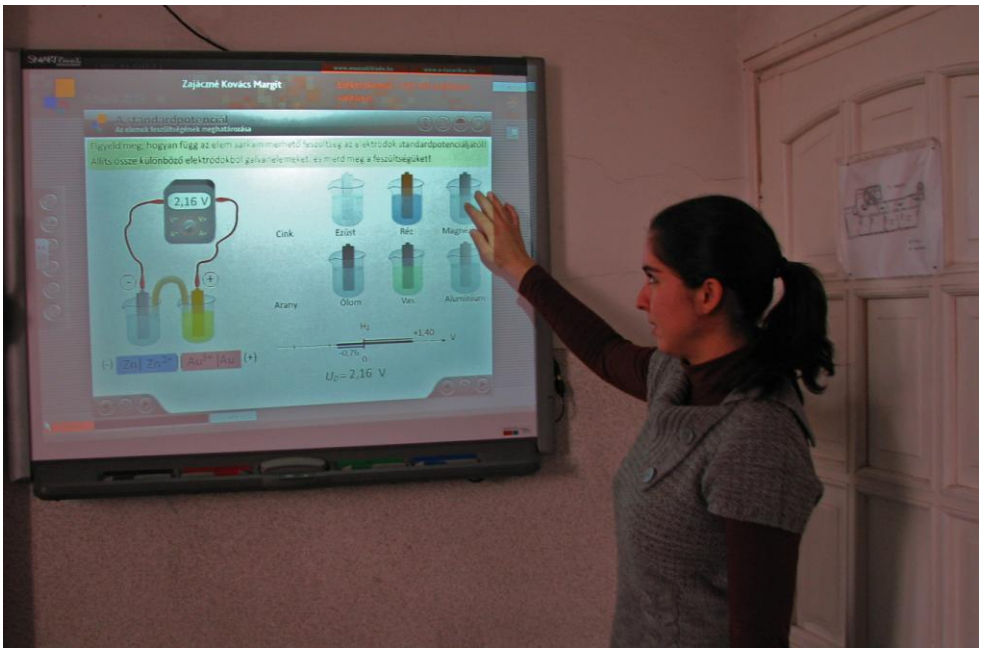
kihívást jelentettek számomra. Úgy éreztem, hogy a hatásosabb szemléltetés és motiváció érdekében, erőt kell vennem magamon, és félre kell tennem az IKT eszközökkel szemben táplált bizalmatlanságomat.

A termokémia témakörének tanításakor különösen sok grafikont mutattam be, például energiadiagramokat értelmeztünk az osztállyal közösen. Az ionvegyületek oldódását szemléltető *Realika* animáción keresztül a diákokkal együtt felelevenítettük a korábban általuk már megtanult mechanizmust. Ez úgy történt, hogy az animációt lejátszottam nekik, majd kevés idő elteltével, meg-megállítva a fontosabb részeknél, a diákok maguk foglalták össze a látottakat. Ugyancsak ennek az órának a keretén belül került sor annak a szimulációnak a kipróbálására, amelyet az interneten találtam, és a különböző sók vízben való oldódását modellezi, majd egy grafikoníró program segítségével örökíti meg a kapott (természetesen virtuális) kísérleti eredményeket. Itt a diákok maguk állíthatták be az oldott anyag és az oldószer mennyiségének arányát, illetve megválaszthatták melyik só oldódását kívánják vizsgálni. Érdekes problémafelvetés, és ezáltal nagyon jó gondoltatok merültek fel a hígabb és töményebb oldatok energiaváltozásainak kapcsán.

A reakciókinetika témakörének tárgyalása során a különböző kísérletvideók bemutatása aratott nagy sikert. A szaktanterem hiánya miatt viszonylag kevés kísérletet tudtam élőben elvégezni a félév során, s ezért gyakran hagyatkoztam a YouTube-on ingyenesen elérhető anyagokra. A hatásos ütközések tanításakor az ammónia és hidrogén-klorid gáz reakcióját bemutató videó volt a problémafelvető segédanyag. Ezen jól látszott, amikor a két gáz külön gázfelfogó hengerben, egymástól üveglappal van elválasztva, nem játszódhat le a reakció, mivel a részecskék ilyenkor nem ütközhetnek. Miután az üveglapot eltávolították, fehér füst formájában azonnal ammónium-klorid képződött. Ezen kívül a pillanat- és időreakciók tárgyalásakor több csapadékképződésről és a Landolt reakcióról készült felvételeket is bemutattam. Ennek tréfás változata, a „sör Landolt”-t nagy sikert aratott, amelyen a diákok újra értelmezhették a reakció lényegét. Kiválóan alkalmazható videó a nátrium-tioszulfát és kénsav reakciója, amelyet ugyancsak a videomegosztó portálról, közvetlenül az internetről tudtam használni az internet-hozzáférést biztosító teremben. A hőmérséklet hatására bekövetkező sebességnövekedés szemléltetésére a Sulinet Tudásbázis 2012. idevágó videó anyagát választottam. A legsikeresebb digitális tananyagnak ebben a témakörben az az animáció bizonyult, ami a különböző méretű részecskék hőmérsékletemelés hatására bekövetkező gyorsabb mozgását modellezi. Ebben az esetben azt a feladatot adtam a diákoknak, hogy csoportmunkában alkossanak magyarázó, aláfestő szövegeket a folyamathoz. Az animációt folyamatosan újra és újra lejátszottam, és a tanulóknak kellett a

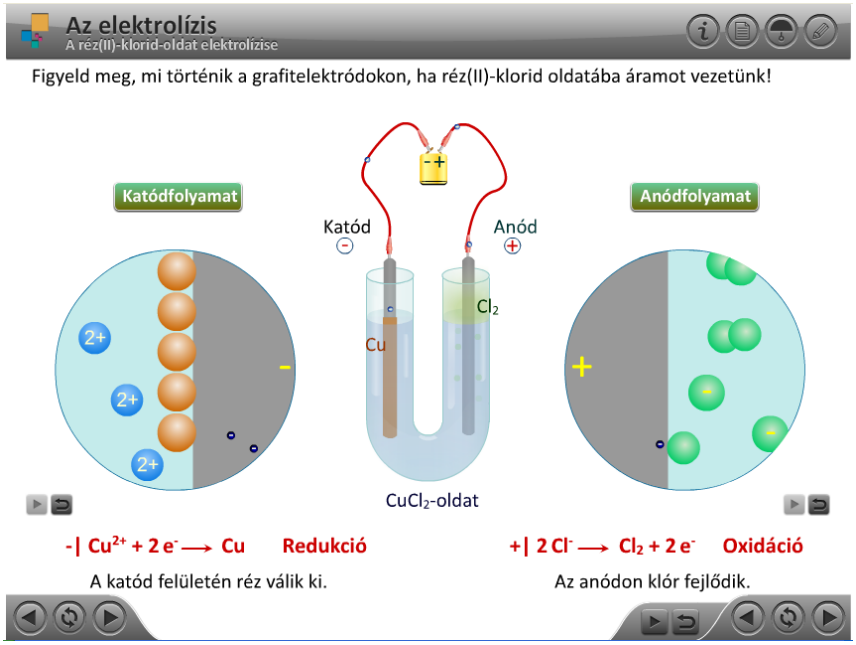
megfigyeléseiket és a magyarázatokat összeállítaniuk. Ellenőrzésként két csapat felolvasta a közel másfél perces animáció alá mondandó kitalált szövegüket. Meglepő volt számomra, hogy mennyire lényegre törően tudnak fogalmazni, és milyen apró részletekre is odafigyeltek a munka során. Jó volt látni, hogy az amúgy kevésbé érdeklődő diákok is élvezték a szövegalkotó és narrátori szerepet.

A következő témakör az elektrokémia volt, amelyet öt órában tárgyaltunk a tanulókkal. Ehhez legtöbbször a Műszaki Kiadó Elektorkémia CD-jét választottam segédanyagként. Az itt megtalálható animációk és feladatok nagyon hasznosnak bizonyultak. Ezen kívül a fémek és nemfémek elektromos vezetőképességét a Realika „Elemek” című fejezetének 19. fóliája segítségével szemléltettem. A fémek esetében jól látszik az áramkör zárása után az égő felvillanása. Ez a modell azt szemlélteti, hogy a fémekben a feszültség hatására az elektronok szabadon elmozdulhatnak. A szilárd kén esetében ez nem lehetséges, így az égő nem világít. Fontos, hogy a videón jól látszik az, hogy a kén esetében nem az égő romlott el, hanem nincs szabad elektronvándorlás. A galvánelemek felépítésének modellezéséhez és az elektromotoros erő számolásához kiválóan alkalmazhatók az Elektrokémia CD anyagai. A standard hidrogénelektród működési elvét és a standard elektródpotenciál elméleti hátterét az igényes grafikák segítségével szépen végig lehet követni. Gyakorló példák is rendelkezésére állnak, amelyek során a diákok maguk választhatják meg, hogy melyik elektródot melyikkel párosítják össze (11. ábra), és a szimulációs szoftver azonnal kiszámolja a kapott galvánelem elektromotoros erejét.



11. ábra: A szerző óratartás közben

A szervetlen kémia tárgyalása során a diákok már tanultak a fémek savakkal és vízzel szembeni reakcióiról, illetve néhány fém más fémionokkal szembeni viselkedéséről. Az elektrokémia tanításakor (a standard elektródpotenciálok segítségével) ez sokkal könnyebben és általánosabban megmagyarázható. Ennek köszönhetően az interaktív CD-n található idevágó feladatok megoldása könnyen és gördülékenyen ment. Az ismétlés során a tanultak rendszerezésére jól alkalmazható feladatokat találtam a CD-mellékleten, mint például a fémek reakciói vízzel és híg savakkal, a hidrogéngáz fejlesztése fémekkel, illetve a redoxireakciók iránya. A legnépszerűbbnek a táblázatkitöltés bizonyult, ahol a különböző fémek neveit tartalmazó téglalapokat kellett a megfelelő helyre húzni. Úgy gondolom, különösen hasznos, ha a diákok megoldják azt a feladatot, amely során a különböző kémiai reakciók egyenleti közül kell kiválasztani azokat, amelyek lejátszódnak. Így egyszerre gyakorolják az egyenletrendezést és a standard elektródpotenciálokat tartalmazó táblázat használatát. A fent említett tanórák után megtanultam a segédanyag kezelését, könnyen eligazodtam a CD tartalomjegyzékében és feladattárában. Ezek után bátran belevágtam abba, hogy az utolsó nagy fejezetet, az elektrolízist (12. ábra) teljes egészében az interaktív táblán dolgozzam fel.



12. ábra: A Műszaki Kiadó digitális tananyagában található animáció (A réz(II)-klorid-oldat elektrolízise)
Forrás: Műszaki Kiadó: Elektrolízis

Így került sor arra, hogy frontális óra keretében, de végig az interaktív tananyag alapján lépésről lépésre haladva bemutattam a NaCl-olvadék, a NaCl-oldat, a $CuCl_2$-oldat és végül a $CuSO_4$-oldat elektrolízisét. Ennek segítségével induktív módon körvonalazódott egy

szabály a diákok számára arról, hogy milyen esetben mit várjanak, mi fejlődik, illetve válik le az anódon és a katódon. Az óra végén a tanult ismeretekről szóló interaktív feladatot oldottunk meg, amely során egy diák az interaktív táblánál a többiek utasítására a megfelelő helyre húzta az adott téglalapokat. A példa arról szól, hogy különböző oldatokat elektrolizálva meg kell fejteni, hogy milyen anyagok képződnek az adott elektrolizáló cella két pólusán. Nagy sikert aratott a feladat, és amellett, hogy használata eredményesnek bizonyult, a jó megoldások meggyőztek arról is, hogy az interaktív tábla alkalmazása nem megy az ismeretek elsajátításának rovására, csak megfelelően kell tudni kezelni azt.

Egész összefüggő tanítási gyakorlatom tapasztalatait összegezve arra a következtetésre jutottam, hogy érdemes kipróbálni az interaktív táblát és időt szánni arra, hogy megismerjem az általa nyújtott lehetőségeket. A diákok is élvezik, és érdeklődve figyelik a számítógép által támogatott órákat. Nem beszélve arról, hogy mennyivel nagyobb empátiát mutatnak azon diáktársuk iránt, aki kinn van a táblánál és ott kell megmutatnia mit tud, mintha csak a tanár állna előttük és magyarázna 45 percen keresztül. Ugyancsak tapasztaltam azt is, hogy mennyire segítőkészek a tanulók, amikor nem működik a tábla, megakad vagy bármi más technikai nehézség merül fel a számítógép használata közben.

A fentebb leírtak miatt úgy gondolom, hogy a változatosság miatt és a tananyag megkívánta szemléltetési lehetőségek keretein belül feltétlenül fogom alkalmazni az interaktív táblát a későbbiekben is. Számomra a különböző megismert, és dolgozatomban jellemzett digitális tananyagok illetve tartalmak váltakozó alkalmazása tűnik a legmegfelelőbb választásnak. Igaz, ez jóval időigényesebb, mint az egyetlen, már jól megismert tananyag vagy tananyagcsomag mellett való elköteleződés, ám így minden típusból a legszínvonalasabbat lehet használni a diákokkal.

A félév során megszerzett tapasztalataim és a pályán lévő kémiatanárok egyöntetűen alátámasztják, miszerint a diákok általában élvezik és szeretik az interaktív feladatok megoldását, és ha saját maguk is minél többször lehetnek kint az interaktív táblánál.

5. Konklúzió

A tanárok számára szükséges kilenc kulcskompetencia egyike [65] az, amely előírja számukra a digitális taneszközök használatát óráikon, valamint az ehhez szükséges digitális tananyagok ismeretét, és azok kritikus alkalmazásának képességét, (azaz az adott célra legmegfelelőbb digitális tananyagelemek kiválasztását). Az az elvárás, hogy a pedagógusok otthonosan mozogjanak az elérhető interaktív tananyagok tárában nagy kihívás, hiszen mind a számítógépek és a digitális taneszközök, valamint a szoftverek kezelésének technikai nehézségei, illetve elérhetőségének korlátozottsága, mind pedig a tanárok leterheltsége akadályozza azt, hogy nagyon sok digitális tartalmat próbáljanak ki, és a lehetőségek közül a legjobbat válasszák. A jelen dolgozattal az volt a célom, hogy ebben nyújtsak segítséget a magyar kémiatanároknak.

A konkrét témában fellelhető kevés angol illetve magyar nyelvű szakirodalom is alátámasztotta azt az elképzelésemet, hogy ezen a téren szükség van egy összegző munkára. Ehhez dolgozatom első felében áttekintettem a tanárok számára is elérhető online és offline digitális tartalmakat. Célom a minél teljesebb lista elkészítése volt, ám ez lehetetlen feladatnak bizonyult, hiszen már sok egyetem, közintézmény, alapítvány, kiadó, hardver- és szoftverkészítő társaság is piacra dobta vagy az interneten ingyenesen hozzáférhetővé tette interaktív tananyaggyűjteményeit. Ezért a teljesség igénye nélkül igyekeztem képet adni a lehetőségek hatalmas tárházáról. Ebben nagy segítségemre voltak az Apáczai Kiadó, a Mozaik Kiadó, a Műszaki Kiadó és a Nemzeti Tankönyvkiadó munkatársai, akik lehetőséget adtak arra, hogy a kémia tantárgyhoz készített interaktív tananyagaikhoz hozzáférhessek, arról elemző munkát készíthessek. Segítségükkel behatóan tanulmányozhattam a szoftvereik működését, és jó tanáccsal láttak el, ha kérdéseim, felvetéseim voltak.

A dolgozat készítése közben rezidensként végeztem összefüggő tanítási gyakorlatomat az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnázium falai közt. Így több alkalommal is lehetőségem volt kipróbálni a kémiaórákon egyes digitális tananyagelemeket, s személyesen megtapasztalni azok előnyeit és hátrányait. Az itt szerzett saját tapasztalataimra támaszkodva, illetve az iskolában és néhány más oktatási intézményben tanító kémiatanárokkal készített interjúk segítségével összegeztem a digitális tananyagok használatával kapcsolatos benyomásokat. Így fel tudtam villantani néhány lehetőséget a digitális tananyagok kémiaórákon való alkalmazására.

A munkám elején kitűzött célt, miszerint egy olyan tanulmányt készítsek, amely segítségére lehet a kémiát oktató pedagógusoknak, sikerült elérnem. Összegyűjtöttem és rendszereztem a kémiatanításhoz magyar nyelven elérhető legnagyobb digitális tananyagcsomagok előnyeit és hátrányait. Továbbá szóltam a legfontosabbnak tartott, interneten elérhető digitális tananyagokat tartalmazó oldalak tartalmairól. Ugyancsak felsoroltam a számítógéphez csatlakoztatható, ezért a digitális tananyagok alkalmazását támogató taneszközök beszerzéséhez és működtetéséhez szükséges legalapvetőbb ismereteket.

Végül, de nem utolsó sorban fontos eredménynek tekintem, hogy sikerült leküzdenem az interaktív tananyagok tanórai használatával szembeni saját kezdeti idegenkedésemet is. Ez oly mértékben sikerült, hogy rezidensi gyakorlatom során egyre többször úgy állítottam össze az óravázlataimat, hogy mindenképpen kerüljön bele egy-egy videó, animáció vagy interaktív feladat megoldása. Így ez lett számomra a legnagyobb hozadéka ennek a munkának. Úgy gondolom, bátran vállalhatom, hogy sokat fejlődött a digitális kompetenciám, és ez növeli a tanári munkám hatékonyságát. Továbbá segíteni tudom majd a diákokat abban is, hogy értelmes célokra és kritikus módon használják a számítógépet. Hiszen a pedagógusnak alapvető feladata kell legyen az is, hogy nevelő munkája során megtanítsa a diákokat kiszűrni az információáradat közül az igazat, a használhatót, s azt, ami valódi értéket közvetít.

Irodalomjegyzék

[1] 110/2012. (VI. 4.) Kormányrendelet A Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról; Magyar Közlöny, 2012. évi 66. szám, 10726. oldal

[2] Kerettanterv-tervezetek
http://kerettanterv.ofi.hu/

[3] Oktatási Hivatal, Tankönyvvé nyilvánítás, Tankönyvvé nyilvánítási útmutató kiadók részére, Letölthető dokumentumok, A digitális tananyag típusai
http://www.oh.gov.hu/tankonyvve-nyilvanitasi-utm-kiadok

[4] Főző Attila László: „Számítógéppel segített kollaboratív és egyéni tanulást segítő módszerek a kémiaoktatásban”, PhD értekezés, ELTE PPK, 73-85. oldal, Budapest, 2010

[5] Interaktív táblák (Az Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. eLearning Igazgatóság által az interneten közzétett ismertető
http://ikt.sulinet.hu/docs/tablak.pdf

[6] Kovács Attila: „Interaktív táblák: SMART-dominancia”, 2010. március 13.
http://hirek.prim.hu/cikk/76994/

[7] Simon Tamás: „Interaktív táblák az oktatásban”, 2006. április
http://hirmagazin.sulinet.hu/hu/oktatas/interaktiv-tablak-az-oktatasban

[8] Magyarország Kormánya 2011. évi CLXXXVIII. Törvény 8. számú melléklete, Magyar Közlöny 2011. évi 161. szám, 138. oldal
http://jogszabalykereso.mhk.hu/MK11161.pdf

[9] TIOP-1.1.1/07/1 - A pedagógiai, módszertani reformot támogató informatikai infrastruktúra fejlesztése
http://www.nfu.hu/doc/2189

[10] Educatio Társadalmi Szolgáltató Nonprofit Kft. Közoktatási Információs Rendszer statisztika

[11] TÁMOP 3.1.7
http://www.nfu.hu/doc/2935

[12] „Bővül az iskolák infokommunikációs eszköztára”
http://sulihalo.hu/index.php?option=com_content&view=article&id=6434:bovul-az-iskolak-infokommunikacios-eszkoztara&catid=74:aktus&Itemid=112

[13] LSK Hungária Kft.

http://www.lsk.hu

[14] MOE kereskedelmi Kft.
http://www.promethean.hu

[15] Digitális Tananyag Kft. Katalógus, 2012/2013. tanév

[16] Stiefel Eurocart Kft: „Interaktív osztályterem” katalógus

[17] Benedict, L., Pence, H. E.: „Teaching Chemistry Using Student-Created Videos and Photo Blogs Accessed with Smartphones and Two-Dimensional Barcodes”, Journal of Chemical Education, 2012, 89 (4), pp 492-496

[18] Apáczai Kiadó, Apáczai Tudástár
www.apaczai.tudastar.com

[19] Mozaik Kiadó, „mozaBook 4.0 digitális tankönyv”
http://www.mozaik.info.hu/Homepage/Mozaportal/MPdigitalis.php?op=mozabook

[20] Műszaki Könyvkiadó Kft., „Cappuccino Teszt- és feladatkészítő program”
http://www.muszakikiado.hu/cappuccino__teszt_es_feladatkeszito_program

[21] Nemzeti Tankönyvkiadó, „Feladatkészítő szoftver 2.0”
http://www.ntk.hu/tartalom/list/24538824

[22] Royal Society of Chemistry, Education
http://www.rsc.org/learn-chemistry

[23] American Chemical Society, Student Programs and Resources
http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content?_nfpb=true&_pageLabel=PP_TRANSITIONMAIN&node_id=125&use_sec=false&sec_url_var=region1&__uuid=0693fae0-1325-442e-aa63-e38827172b44

[24] Teachers' Domain, Digital Media for the Classroom and Professional Development, Simulations
http://www.teachersdomain.org/search/?q=simulation&fq_grade=PK&fq_grade=PS

[25] University of Colorado, Classroom Aid, Interactive Science Simulations
http://classroomaid.visibli.com/172417d2dc9ecdc1/?web=745874&dst=http%3A//phet.colorado.edu/index.php

[26] http://www.fli-leibniz.de/IMAGE.html

[27] http://www.3dchem.com/atoz.asp

[28] http://www.worldofmolecules.com/3D/

[29] http://www.nyu.edu/pages/mathmol/library/

[30] Cody J. A. at al.: „Design and Implementation of a Self-Directed Stereochemistry Lesson Using Embedded Virtual Three-Dimensional Images in a Portable Document Format”, Journal of Chemical Education, 2012, 89 (1), pp 29-33
[31] The Chem Collective, Online Resources for Teaching and Learning Chemistry, Virtual Lab: Default Virtual Lab Stockroom
http://chemcollective.org/vlab/vlab.php
[32] Interaktív periódusos rendszer
www.ptable.com
[33] Apáczai Kiadó
http://www.apaczai.hu
[34] Balázs Lórántné dr. – J. Balázs Katalin: Kémia tankönyv 7. Apáczai Kiadó, Celldömölk, 2008
[35] Balázs Lórántné dr. – J. Balázs Katalin: Kémia tankönyv 8. Apáczai Kiadó, Celldömölk, 2004
[36] J. Balázs Katalin: Kémia 7. interaktív tananyag, Apáczai Kiadó, Celldömölk, 2008
[37] J. Balázs Katalin: Kémia 8. interaktív tananyag tanároknak, Apáczai Kiadó, Celldömölk, 2008
[38] http://www.apaczai.hu/online-cd-aktivalas
[39] A Mozaik Kiadó kémia tankönyvsorozata
http://www.mozaik.info.hu/Homepage/Mozaportal/MPcikk.php?cID=18
[40] Mozaik Kiadó, mozaLearn
http://www.mozaik.info.hu/Homepage/Mozaportal/MPdigitalis.php
[41] Műszaki Kiadó
http://www.muszakikiado.hu
[42] Albert Attila–Albert Viktor–Kiss Zsuzsanna–Paulovits Ferenc: Kémia 7. tankönyv, Műszaki Kiadó, Budapest, 2002
[43] Albert Attila–Albert Viktor–Paulovits Ferenc: Kémia 8. tankönyv, Műszaki Kiadó, Budapest, 2003
[44] Műszaki Kiadó: Kémia 7. – animációgyűjtemény
[45] Műszaki Kiadó: Kémia 8. – animációgyűjtemény
[46] Zajáczné Kovács Margit: Elektrokémia, Műszaki Kiadó, Budapest, 2009
[47] Villányi Attila: Kémia 9., Műszaki Kiadó, Budapest, 2008
[48] Villányi Attila: Kémia 10., Műszaki Kiadó, Budapest, 2008
[49] Nemzeti Tankönyvkiadó

http://www.ntk.hu/index

[50] Kecskés Andrásné–Rozgonyi Jánosné: Kémia 7. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2009

[51] Kecskés Andrásné–Kiss Zsuzsanna– Rozgonyi Jánosné: Kémia 8. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2010

[52] dr. Kónya Józsefné–Kocsisné Zalán Judit: Kémia 9. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2005

[53] dr. Kónya Józsefné–Kocsisné Zalán Judit: Kémia 10. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2006

[54] dr. Kónya Józsefné–Kocsisné Zalán Judit: Kémia 9–10. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2007

[55] Z. Orbán Erzsébet: Kémia 10. Szerves Kémia Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2009

[56] Nemzeti Tankönyvkiadó, Digitális Tananyag, Flipbook http://flipbook.ntk.hu/index.php

[57] Realika, Digitális foglalkozásgyűjtemény és oktatásszervezési szoftver http://realika.educatio.hu/

[58] Sulinet Tudásbázis 2012., Kémia http://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termeszettudomanyok/kemia

[59] http://interaktiv-kemia.lap.hu/

[60] ELTE Szervetlen Kémiai Tanszék, Tanulságos kémiai kísérletek http://vegyszer.chem.elte.hu/video/chemlab/index.html

[61] Képes Kémia, Természettudományi Oktatási Közösség http://www.keketok.hu/tantargyak/

[62] Szertár, http://www.szertar.com/

[63] SMART Tananyag Piac, Kémia http://www.tananyagpiac.hu/kereses?keys=k%C3%A9mia&field_tantargy_value_many_to_one=All&field_eletkor_value_many_to_one=All&field_tipus_value_many_to_one=All

[64] Educatio Digitális Eszköztár http://ede.educatio.hu/

[65] Tanári kulcskompetenciák, 15/2006 (IV.3.) OM rendelet 4. számú melléklet

Megjegyzés az internetes hivatkozásokhoz: az utolsó látogatás ideje minden esetben 2012. november 12.

Ábrajegyzék

1. ábra: Munkában az interaktív tábla 6
2. ábra: Az Apáczai kiadó kémia digitális tananyag-mellékleteinek felépítése 15
3. ábra: A Mozaik Kiadó digitális tananyagai és szolgáltatásai által nyújtott lehetőségek kapcsolata egymással 16
4. ábra: A Nemzeti Tankönyvkiadó Flipbook-jának felhasználói felülete 19
5. ábra: A Mozaik Kiadó kémia digitális tananyagának videói: a) Az alumínium termit kísérlet; b) A nátrium és klór reakciója 24
6. ábra: A Műszaki Kiadó kísérlet videója: Az etén fejlesztése 25
7. ábra: A Realika digitális tananyagban található animáció (A hőmérséklet hatása az oldódás folyamatára, Diffúzió és oldódás fejezet, 7/a oldal) 29
8. ábra: A Műszaki Kiadó Kémia 8. digitális tananyagában található szöveg-kiegészítéses feladat 33
9. ábra: A Sulinet Tudásbázisban található összefoglaló feladat (Fizikai és kémiai változások) 36
10. ábra: A Sunflower Learning Atomok és ionok című szimulációját illusztráló ábra a SULINET Hírmagazinból 39
11. ábra: A szerző óratartás közben 46
12. ábra: A Műszaki Kiadó digitális tananyagában található animáció (A réz(II)-klorid-oldat elektrolízise) 47

Köszönetnyilvánítás

Szakdolgozatom végén szeretnék köszönetet mondani témavezetőmnek, Dr. Szalay Luca egyetemi adjunktusnak, aki sok hasznos tanáccsal és tudnivalóval látott el dolgozatom írása közben. Lelkesedésével engem is meggyőzött a téma hasznosságáról és mindig bizalommal fordulhattam hozzá kérdéseimmel. A Kémia Intézeten belül szeretném megköszönni Dr. Homonnay Zoltán intézetigazgatónak és Dr. Láng Győző tanszékvezetőnek, hogy szakdolgozatomat az Analitikai Tanszéken készíthettem el.

Köszönettel tartozom az Apáczai Kiadó, a Mozaik Kiadó, a Műszaki Kiadó és a Nemzeti Tankönyvkiadó munkatársainak, akik több alkalommal rendelkezésemre álltak, hogy elsajátíthassam szoftvereik kezelését, illetve lehetőséget teremtettek arra, hogy a tankönyvpiacon elérhető digitális tananyagaikat tanulmányozhassam.

Legvégül szeretnék köszönetet mondani Dr. Huszák Árpádnak, aki a dolgozat tördelése során látott el hasznos tanácsokkal.

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM

EREDETISÉGNYILATKOZAT
Tanári mesterszakos szakdolgozat tanulmány részéhez

(Kitöltés után a tanulmány részét képezi.)

A hallgató neve: Miklós Dóra

A hallgató EHA-kódja: MIDOAAT.ELTE

A hallgató Neptun-kódja: I959ET

A tanulmány címe: A KÉMIA TANÍTÁSÁT SEGÍTŐ DIGITÁLIS TANANYAGOK RENDSZEREZÉSE ÉS ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE

Az ELTE tanári mesterszakos hallgatójaként büntetőjogi felelősségem tudatában kijelentem és aláírásommal igazolom, hogy a szakdolgozat részét képező tanulmányom saját, önálló szellemi munkám, az abban hivatkozott, nyomtatott és elektronikus szakirodalom felhasználása a szerzői jogok általános szabályinak megfelelően történt.

Tudomásul veszem, hogy szakdolgozat esetén plágiumnak számít:
– a szószerinti idézet közlése idézőjel és hivatkozás megjelölése nélkül;
– a tartalmi idézet hivatkozás megjelölése nélkül;
– más publikált gondolatainak saját gondolatként való feltüntetése.

Alulírott kijelentem, hogy a plágium fogalmát megismertem, és tudomásul veszem, hogy plágium esetén tanulmányom visszautasításra kerül, és ilyen esetben fegyelmi eljárás indítható.

Budapest, 2012. november 12.

.....
aláírás

EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM

SZAKDOLGOZATI KONZULTÁCIÓ IGAZOLÓLAPJA
Tanári mesterszakos hallgatók szakdolgozatának tanulmány részéhez

(Kitöltés után a tanulmány részét képezi.)

A hallgató neve: Miklós Dóra

A hallgató EHA-kódja: MIDOAAT.ELTE

A tanulmány címe: A KÉMIA TANÍTÁSÁT SEGÍTŐ DIGITÁLIS TANANYAGOK RENDSZEREZÉSE ÉS ÖSSZEHASONLÍTÓ ELEMZÉSE

A témavezető neve: Dr. Szalay Luca

a konzultáció időpontja	a konzultáció témája, megjegyzések, javaslatok	a témavezető aláírása
2012.09.26.	**A dolgozat felépítésének megtervezése. A nyáron végzett munka összegzése.**	
2012.10.03.	**A digitális tananyagok csoportosítsa, az elemzett feladatok összehasonlítása.**	
2012.10.10.	**Az irodalmi összefoglaló írott változatának megbeszélése.**	
2012.10.17.	**A vizsgált tananyagok összehasonlító elemzéséről írt fejezetek megbeszélése.**	
2012.10.24.	**A konkrét példák és saját tapasztalatok, valamint az interjú során kapott válaszok írott változatának megbeszélése.**	
2012.11.07.	**A kész dolgozat formai követelményeinek részletes megbeszélése. Az ábrák kiválasztása.**	
2012.11.14.	**A végleges változat áttekintése, apró észrevételek megbeszélése, pótlása, javítása.**	

A tanulmány benyújtásához hozzájárulok.

Budapest, 2012. november 14.

.....

a témavezető aláírása