



Főző Attila László

■ Informatikai, Távközlési és Elektronikai Vállalkozások Szövetsége, Budapest

## Mobileszközök a kémiaoktatásban

**K**ét évtizeddel ezelőtt is létezett és az oktatás számára is elérhető volt az a technológia, amely például lehetővé tette a molekulák, kémiai kötések, szerkezetek számítógéppel segített vizualizációját. A technológia fejlődését a társadalmi változások lassan követik, az iskola sokparaméteres világa pedig különösen nehezen alkalmazkodik az információs világ változásaihoz. Az említett lehetőségek a kémiai vizualizáció oktatási alkalmazásaiiban ma sem elterjedtek. A technológiai innováció sok esetben néhány év alatt eljut a felfedezéstől az elfelejtésig vagy a mindennapi életbe való beépülésig. Az oktatásban is megjelenő technológiai trendeket rendszeresen vizsgálja például a *New Media Consortium*, amely közel kétszáz ország kutatóinak visszajelzése alapján állítja össze évről évre az NMC Horizon Reportokat [1]. Ezekben követhető nyomon, hogy melyek azok a technológiák, amelyek a legnagyobb hatással vannak az oktatásra és milyen kihívások várhatóak néhány éves távlatban. A mobiltelefonok és a könnyen hordozható táblagépek, laptopok a mindennapi élet részei, ezért egyre erőteljesebben kopogtatnak a tanterem ajtaján is.

A *mobileszközökkel segített tanulás* (mobile learning, m-learning) legegyszerűbb megközelítése az, hogy az okostelefonok, táblagépek és más eszközök révén a tudás ott és akkor érhető el, amikor arra szükség van, amikor a motiváció a legnagyobb és az információ hasznosulására a legnagyobb az esély. Ezek az eszközök lehetővé teszik, hogy egy vegyülettel kapcsolatos információkat például már akkor elérjék a tanulók, amikor az felkeltette az érdeklődésüket, és nem tolódik el ez egy későbbi időpontra, amikor esetleg már meg is feledkeztek a témáról.

A mobileszközök elterjedése és megjelenése az iskolai környezetben merőben más, mint korábban a számítógépes laboratóriumok, interaktív táblák, projektorok vagy iskolai laptopok esetében történt. Az okostelefon ma már a tanulók jelentős részénél olyan alapfelszereltség, mint például a tolltartó, azonban míg utóbbinak a jelenlétét a pedagógusok kiaknázzák, a mobileszközökre ez nem mondható el. Ez komplex kérdéskör, nem a pedagógus az egyetlen, aki eredményessé teheti ezen eszközök tanulásban való alkalmazását. Az iskolai informatikai infrastruktúra gyorsan elavul és csak igen jelentős költségekkel lehetne megújítani. A tanulók és a pedagógusok saját eszközei azonban egyre inkább az iskolában jelen levő legkorszerűbb eszközöknek tekinthetők.

A saját mobileszközök megjelenése az oktatásban az ún. BYOD (Bring Your Own Device, hozd a saját eszközöd) jelenség, amely csak akkor sikeres, ha bizonyos feltételek teljesülnek. A BYOD a mindennapi gyakorlatban azt jelenti, hogy kémiaórán a tanulók a saját eszközükkel dokumentálhatják a kísérleteket, kiegészíthetik jegyzeteiket, megtekinthetnek a tankönyvben nem megjeleníthető modelleket vagy használhatják azokat a projektmunkák során.

Az okostelefonok és táblagépek iskolai használatához jó minőségű infrastruktúra, nagy sebességű internet, vezeték nélküli

hálózat szükséges, de éppúgy alapfeltétel az áttekinthető és elfogadható informatikai szabályzat, a pedagógusok digitális pedagógiai felkészültsége és a tanulók digitális kompetenciája. Ez utóbbival kapcsolatosan igen elterjedt tévhit, hogy a tanulók digitális írástudása napjainkban megfelelő, hiszen látszólag gyorsan és jól használják a legújabb mobileszközöket is. A tanulók digitális kompetenciája azonban elsősorban technikai készségekre terjed ki, kognitív területen, a gondolkodási készségek szintjén jelentős problémák mutatkoznak. A hazai tizenévesek nem boldogulnak jól a digitális információk értelmezésével és feldolgozásával. Ezt hazai kutatások [2] is, de a PISA-vizsgálatok digitális szövegértésre vonatkozó eredményei [3] is megerősítik.

### Okostelefon a kémiaórán

Az okostelefonok tanórai alkalmazásához kapcsolódóan a 2014/2015-ös tanévben az Educatio Társadalmi Szolgáltató Non-profit Kft. megbízásából budapesti gimnáziumok részvételével zajlott egy, a kémia tantárgyra is kiterjedő pilot-kutatás [4]. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a mobiltelefonok (okostelefonok) jelenléte az iskolában sokszor inkább probléma, mint lehetőség a tanulás és a tanítás támogatásában. A több mint 600 tanuló részvételével zajló vizsgálat célja az volt, hogy feltárja a mobiltelefonok oktatási alkalmazásainak feltételeit, órávázlatokat és ajánlásokat dolgozzon ki, valamint rámutasson a megoldandó problémákra is.

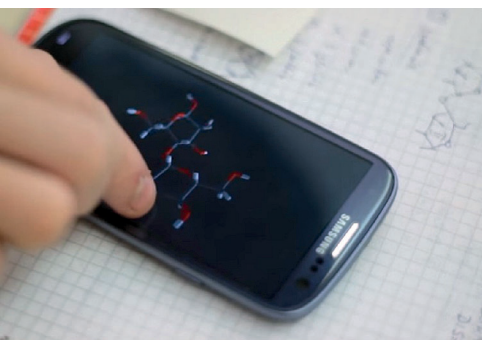
A kutatás során, a kémiaórákon a *szénhidrátok* témakörénél, azonos órávázlatok alapján alkalmazták a korszerű technológiát a Berzsenyi Dániel Gimnáziumban (tanárok: Siegler Gábor és Dobóné Dr. Tarai Éva), az ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Általános Iskola és Gyakorló Gimnáziumban (tanárok: Balázs Katalin és Paulovics Ferenc), valamint az Alternatív Közgazdasági Gimnáziumban (tanár: Marsi Zoltán). A pilot-kutatásban részt vevő iskolák háromféle operációs rendszerrel (Android, iOS, Windows Phone) felszerelt telefonnal dolgoztak (valamint volt kontrollcsoport is), és ezeket a tanórák legalább egyharmadán használniuk kellett.

A kémiaórákon olyan alkalmazások (applikációk) segítségével dolgoztak a tanulók, amelyek ingyenesek voltak az adott operációs rendszer alkalmazás-áruházában. Amennyiben az adott alkalmazás nem volt elérhető mindhárom operációs rendszeren, hasonló applikációt használtak. A Windows Phone-os okostelefonokra nem volt elérhető elegendő kémiai alkalmazás, ezért ott a világhálóról, webböngészővel érték el a tartalmakat a tanulók. Ez a körülmény az azóta eltelt időszakban nem változott, így továbbra is igaz az, hogy a Windows Phone operációs rendszerrel felszerelt eszközökön nem érhető el az oktatási alkalmazások többsége.

A kémia tanulása során különösen fontosak azok a fogalmak, jelenségek, amelyek alapvetőek ugyan, ám nehezen érthetőek, eset-



leg a mikrovilág olyan összefüggéseire vonatkoznak (pl. kötések, térorientáció, izoméria), amelyek papíralapú taneszközökkel, tan-



**1. ábra. Molekulamodell okostelefonon**  
(<https://www.youtube.com/watch?v=o-yJ34svg4A&list=PLi1UICbq80PyhLfg4wgqejU9ymBMay09k>)

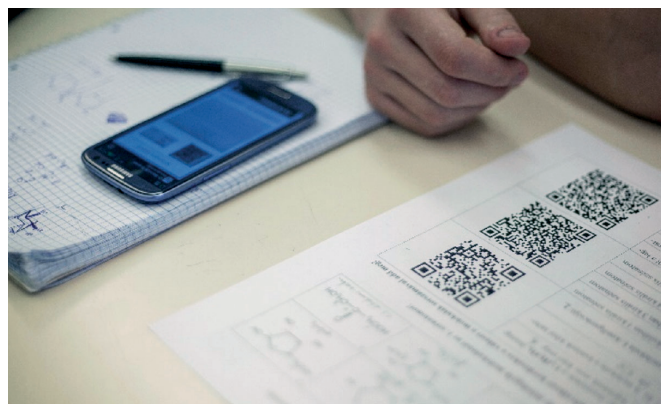
könyvekkel, hagyományos eszközökkel nem (jól) mutathatók be (**1. ábra**). A mobiltechnológia fejlettsége lehetővé tenné, az oktatási célú kémiai vizualizációban vannak még „fehér foltok”, így a tanulók korlátozott számban találnak ingyenes alkalmazásokat (pl. **1. táblázat**).

A digitális pedagógia jelenlegi kihívásai közé tartozik az értékelésközvetők minél hatékonyabb használata a tanulói előrehaladás támogatására. A mobiltechnológiával gyorsan, látványosan és utólag is elemezhető módon lehet támogatni a tanári értékelést vagy a tanulói önértékelést. A pedagógiai gyakorlatban a legelterjedtebbek a tesztszerkesztő vagy kvízkészítő alkalmazások. Ilyeneket alkalmaztak a kutatás során is a pedagógusok, de ezeket az alkalmazásokat (pl. Socrative, Redmenta, Kahoot!, Plickers) a tanulók is éppúgy használhatják saját kvízek, kérdéssorok összeállítására.

Az önellenőrzés a formatív értékelés egyik fontos eleme lehet, ezért különösen jól használhatók a kémiai feladatlapokon, esetleg munkafüzetekben az ún. QR-kódok, amelyek rövid szöveges információt hordoznak, és mobiltelefonnal könnyen leolvashatók. A kutatásban ilyen kódokat használtak a tanárok a feladatlapokhoz tartozó helyes megoldások vagy a megoldáshoz vezető gondolatmenet kódolására. A diákok a feladatok megoldása után vagy elakadás esetén beolvashatták az ott levő QR-kódot, így tovább tudtak haladni tanári beavatkozás nélkül (**2. ábra**).

A 21. század tanításának egyik fontos törekvése, hogy a tanulók ne csupán tartalomfogyasztók legyenek, hanem maguk is hozzanak létre új tartalmakat a meglévőkből, a saját vagy külső

források felhasználásával. A mobiltechnológiák kitűnő társai lehetnek a tanulóknak a kémiaórák legszebb részein, amikor tanulói vagy tanári kísérletezésre kerül sor. A sokszor inkább tiltott eszközként megbúvó okostelefonok jól használhatók a kísérletek fényképes és videós dokumentálására. Könnyen beszerezhetőek olyan kiegészíthető lencsék, amelyekkel makrófelvételek is készíthetők például reakciótermékekről, kémcsőben zajló folyamatokról. Hasonló módon megoldható olyan lencsék használata is, amelyek gyakorlatilag mikroszkóppá alakítják az okostelefont, így akár kristályokat is fotózhatnak a tanulók. Korábban ilyen tevékenységekhez különleges eszközökre (fényképezőgép, mikroszkóp vagy ezek kombinációja) volt szükség, most azonban szer-



**2. ábra. QR-kódok kémia feladatlapon**

(<https://www.youtube.com/watch?v=o-yJ34svg4A&list=PLi1UICbq80PyhLfg4wgqejU9ymBMay09k>)

vesen lehetnek jelen a kémiaórák. Az okostelefonokkal támogatott tanulói tartalomfejlesztésre kiváló példa Balázs Katalinnak, az IKT Műhely 2014 keretében kidolgozott projektje [5].

A kutatás során, a kémiaórákon a pedagógusok és a tanulók által leggyakrabban használt módszereket és mobiltelefonos alkalmazásokat mutatja az **1. táblázat**.

### A kiterjesztett valóság lehetőségei

A Gartner elemzőcég rendszeresen közzéteszi azokat a technológiai trendeket, amelyekre a legnagyobb figyelem összpontosul. Az általuk közzétett technológiák ún. hype-görbét járnak be a technológiai újdonság felbukkanásától, a túlzott elvárások és a figyelem szakaszán keresztül akár az eltűnésig vagy a hétközná-

**1. táblázat. A kutatásban alkalmazott módszerek és alkalmazások**

Módszer	Technológiai megoldás	Alkalmazás neve <sup>1</sup>
Molekulák szerkezeti képletének és háromdimenziós modelljének vizsgálata	Molekulamodellező Molekula-adatbázis	Molecule Viewer 3D ChemSpider
Ismétlés, összefoglalás, önellenőrzés	Kvízkészítő alkalmazás	Socrative Teacher, Socrative Student
Feladatlapok megoldásának ellenőrzése QR-kóddal	QR-kód-készítő	QR-kód-olvasó, Barcode Scanner
Tanulói és tanári kísérletek dokumentációja	Kép-, videó- és hangfelvétel	Kamera, Hangrögzítő

<sup>1</sup> A példák Android operációs rendszerben használható alkalmazások (applikációk).



pokban való megjelenésig. A kiterjesztett valóság (augmented reality) önmagában nem új, de különböző megvalósulásaival az utóbbi években rendre szerepel a legújabb trendek között.

A kiterjesztett valóság oktatási szempontból olyan alkalmazások formájában nyilvánul meg, amelyek lehetővé teszik, hogy a mobilkészítők kijelzőjén a szokás környezetben megjelenjen egy virtuális réteg, általában egy háromdimenziós modell, amely interaktív is lehet. A mobilkészítők kémiaoktatási alkalmazásai szempontjából ez azt jelenti, hogy nem szükséges számítógépre vagy az otthoni laptop előtt lenni, hanem a szokásos tanulási környezetben juthatunk hozzá valamilyen hozzáadott tartalomhoz. A kiterjesztett valóságot használó alkalmazások általában a mobilkészítők kamerája által érzékelt valamilyen „marker” hatására jelenítik meg a modellt. A már említett QR-kód is ilyen markerként viselkedik, de az egyedi fejlesztések egyedi jelzéseket szoktak alkalmazni.

Az *Elements 4D<sup>2</sup>* elnevezésű alkalmazáshoz nyomtatható minta alapján elkészíthetünk egy papírkockát, amelynek minden oldala egy-egy kémiai elemet jelképez. A mobilkészítők felismeri, hogy a kocka melyik oldala látszik, és az adott elemhez információkat, színes képet, grafikát jelenít meg. Ha két kockát úgy

közelítünk, hogy oldalakon olyan elemek látszanak, amelyek reakcióba léphetnek egymással, akkor az applikáció azt is megmutatja (3. ábra).

A kiterjesztett valóságra (AR) épülő alkalmazások száma sokkal magasabb is lehetne, azonban még legtöbbször kísérleti fázisban levő megoldásokkal találkozunk. Ilyenek azok,

amelyek a tanuló kezében levő markerhez egy-egy részecskét, atomot, molekulát stb. rendelnek, majd az egymáshoz közelített modellek közötti kölcsönhatásokat animálva mutatja meg „kézfelfogható” formában.

Jelenleg a virtuálisvalóság-szemüvegek és okostelefonok kombinációjának alkalmazása az egyik aktuális trend a vizualizációban és a játékiparban is. A felhasználó a saját mobiltelefonján futtatja az alkalmazást, amit a szemére tett speciális szemüvegen keresztül néz, így „részesevé válik” egy háromdimenziós látványvilágnak. A kémiában még kevés ilyen tartalom érhető el ingyenesen, de például egy szerves kémiai alkalmazás kipróbálható az olcsón beszerezhető *Google Cardboard<sup>3</sup>* szemüveggel és a *Chemistry VR* Androidos applikációval.

### Mérések mobilkészítőkkel

A tudományos gondolkodás megismerésének elengedhetetlen része, hogy a tanulók megfigyeléseket és méréseket végezzenek, a mért adatokat értelmezzék, esetleg fel is dolgozzák. Az okostelefonok és a táblagépek eleve rendelkeznek beépített szenzorokkal, amelyek a működésükhöz szükségesek, és amelyekkel, bizonyos pontossággal, méréseket is lehet végezni. Ezek a szenzorok a fizikaoktatásban közvetlenül is használhatók (pl. gyorsulás, zaj-

szint, megvilágítás, időtartam mérésére), közvetve azonban a kémiai vizsgálatokhoz is adhatnak segítséget. Ilyen lehet például az, hogy egy erdei iskolában a vízvizsgálat során a mérési hely földrajzi koordinátáit is meghatározhatjuk, de akár a megvilágításra vonatkozó adat is érdekes lehet. Külső szenzorok csatlakozásával azonban további, a kémia szempontjából releváns mérések is elvégezhetők, így például a kémhatás, az elektromos vezetőképesség, gázok koncentrációja. Amennyiben rendelkezünk ilyen külső érzékelőkkel, a *Google Science Journal* nevű applikációval kezelhetjük és ábrázolhatjuk a mért értékeket.

Amikor mobilkészítők oktatási alkalmazásairól beszélünk, nem csupán okostelefonokra és táblagépekre vagy kisebb laptopokra gondolhatunk, hanem szenzoros mérőállomásokra (data logger) vagy miniszámítógépekre is. A mérőállomások vagy mérési adatgyűjtők központi egységei nem csupán rögzítik az adatokat, hanem a feldolgozásban is segítenek, valamint több közülük elérési biztosítják a világháléhoz is.

A miniszámítógépek (pl. Raspberry Pi) és a programozható mikrokontrollerek (pl. Arduino, micro:bit) egyre nagyobb sikereket érnek el különböző tantárgyak tanításában. Ezeknek az eszközöknek az alkalmazása két fontos pedagógiai trend találkozási pontja. Az egyik az a tény, hogy ma már a digitális kompetencia része a kódolás (programozás) is, ahogyan az Európai Unióban használt DigComp keretrendszer 2016-ban megjelent 2.0-ás változata [6] is tartalmazza. A másik, egyre inkább terjedő jelenség az ún. makerspace (közösségi műhelyek) mozgalom, amely egyfajta korszerű „csináld magad”. Ennek lényege, hogy a tanulás hatékonyabb, ha a tanuló tevékenyen vesz részt a kísérlet lebonyolításában, előkészítésében vagy akár egy tananyagelem kidolgozásában akár programozással, akár tervezési, építési feladatok végrehajtásával. A mikrokontrollerekhez, illetve miniszámítógépekhez szintén léteznek szenzorok, amelyek segítségével mérőállomásokat készíthetnek a tanulók és maguk programozhatják azokat például környezeti mérésekhez.

A Nemzetközi Űrállomáson járt brit űrhajós 2015–2016-ban egy olyan Raspberry Pi miniszámítógéppel végzett kísérleteket, amelyre diákok is küldhettek programkódokat. A kísérletekről rendszeresen beszámolt, és több mint 400 000 diák kaphatott képet arról, hogy a világ megismeréséhez tudományos információkra is szükség van, és ezekhez mobilkészítőkkel gyermekek is hozzáférhetnek.

A mobilkészítőkkel segített oktatás számos, a hétköznapi életben már elterjedt technológiai megoldást tartalmaz, azonban ehhez megfelelő iskolai infrastruktúra, saját eszközök és főként tanári kompetencia szükséges, ugyanis a 21. század digitális pedagógusai továbbra is a legkülönlegesebb és a legnélkülözhetetlenebb elemei az oktatásnak. ●●●

### Irodalom

- [1] New Media Consortium: Horizon Reports. <http://www.nmc.org/nmc-horizon/> (2016. 08. 31.)
- [2] Educatio Nonprofit Kft. (2015): A digitális írástudás fejlesztésének lehetőségei. <http://hirmagazin.sulinet.hu/hu/s/digitalis-irastudas> (2016. 08. 31.)
- [3] OECD (2015): Graph 3.1. Comparing countries' and economies' performance in digital reading, in *Students, Computers and Learning*, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-graph37-en> (2016. 08. 31.)
- [4] Educatio Nonprofit Kft. (2015): A mobilkészítőkkel segített tanulás módszereinek pedagógiai vizsgálata és kutatásba ágyazott oktatás-módszertani fejlesztés. <http://hirmagazin.sulinet.hu/hu/s/m-learning> (2016. 08. 31.)
- [5] Balázs K. (2014): [http://www.sulinet.hu/iktmuhely\\_2014/docs/bk-profil.html#](http://www.sulinet.hu/iktmuhely_2014/docs/bk-profil.html#) (2016. 08. 31.)
- [6] Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero Gomez S., Van den Brande, G. (2016): DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model. Luxembourg Publication Office of the European Union. EUR 27948 EN. doi:10.2791/11517

<sup>2</sup> <http://elements4d.daqri.com/> (2016. augusztus)

<sup>3</sup> <https://vr.google.com/cardboard/>