

SZABADULÓSZOBÁK A FOLYADÉKOK FIZIKÁJÁNAK TANULMÁNYOZÁSÁRA

Vörös Alpár István Vita
Apáczai Csere János Elméleti Líceum,
Kolozsvár, Románia

A szórakoztatóiparban az elmúlt egy évtized során világszinten nagy népszerűségnek örvendő terjedtek el a szabadulósobák. Egymással párhuzamosan három kontinensen alakult ki és fejlődött, de hasonló koncepció mentén: megadott határidő (általában 45 vagy 60 perc) alatt, 4-10 fős csapatoknak kell egy bezárt helyiségből kiszabadulniuk logikai és ügyességi feladványok megoldása által. Ennek bölcsője Japán (2007-ben a *Real Escape Game* elindítója *Takao Kato*) és az Amerikai Egyesült Államok, de az ötletet magáénak vallja a 2011-ben indult budapesti Parapark alapítója, *Gyurkovics Attila* is. A játék általában egy kerettörténetbe van ágyazva, amely még inkább elősegíti, hogy a résztvevő számára azt a flow állapotot idézze elő, amelyben *Csikszentmihályi Mihály* szerint az emberek akkor a legboldogabbak, amikor teljesen leköti figyelmüket egy olyan feladat, amibe boldogan belefeledkeznek [1]. Ennek alapján úgy gondoltam, hogy érdemes volna a szabadulósobát, mint interaktív játékot a fizika oktatásában is alkalmazni. Az elmúlt egy év során két különböző tevékenységet dolgoztam ki a folyadékok fizikájának témakörére építve, amelyet az *Iskola másként* tematikus héten, illetve tehetséggondozó táborban és egy fizikaverseny alternatív szabadidős tevékenységeként próbáltam ki. Fontosabb célok a tevékenység kidolgozása során:

- a gimnáziumi fizika tananyagból hiányzó témakör, a folyadékok fizikájának megismertetése a diákokkal kísérletek által;
- a diákok passzív tudásának aktivizálása az egymással való kommunikáció által;
- aktív oktatási módszerek hatékonyságának tanulmányozása.

Szabadulósobák az oktatásban

A szabadulósobák eredményességét *Scott Nicholson* kanadai professzor több éve tanulmányozza és 5 kontinens 175 létesítményétől kapott kérdőíves válaszok alapján kimutatta, hogy 12%-uk tudományos kerettörténetbe van ágyazva. Ugyanakkor megállapította, hogy a létesítmények 30%-a tartalmaz olyan elemeket is, amelyek tanulási céllal voltak kidolgozva, de a tanulmányozott szabadulósobák csak 8%-a lett kimondottan oktatási céllal megalkotva [2]. *Hoellwarth* és *Moelter* 2011-ben közölt tanulmánya kimutatta, hogy aktív tanulási folyamatok során sokkal hatékonyabban sajátíthatók el az ismeretek [3]. Így nem csoda, hogy az elmúlt években több próbálkozás is volt, amely a szabadulósobák alkalmazását kísérte meg az oktatásban. Ennek több formája is kipróbálásra került.

Egyrészt tudományos játszóházakban hoztak létre szabadulósobákat. A győri Mobilis Interaktív Tudományos Játszóház keretében a természettudományok nagyon különböző területéről felhasznált információk segítségével juthatunk ki a szobából. Ennél már célirányosabb, a kvantumfizika jelenségeit megismertető, 2017 elején beindított LabEscape, amelyet az Illinois-i Egyetem Fizika Kara hozott létre egy bevásárlóközpontban [4]. A szabadulósobákat nemcsak természettudományos témakörök feldolgozására használták, hanem irodalmi témákra is, mint például a New York-i Genesee völgy Iskolai Könyvtárhálózata számára 2016-ban elkészített tematikus játék [5], illetve a budapesti Karinty Frigyes Gimnáziumban, ahol az Arany-émlék-év alkalmából 2017 őszén készült el az *Arany János* szabadulósoba, amelyet az iskola matematika és magyar munkaközössége közösen hozott létre [6]. Magyarországon hasonlóval büszkélkedhet a nagykorösi Arany János Református Általános Iskola [7] és a szarvasi Szlovák Általános Iskola is [8]. Ezekben egyidejűleg csak egy csapat vehet részt a játékban.

Másik alkalmazási terület a kimondottan oktatási (egyetemi vagy iskolai) környezetre, vagyis több csoport, ugyanazon térben történő egyidejű munkájára kitalált szabadulósobák. Harmadik éve ajánl fel ilyen oktatási csomagot a *breakoutedu* [9], illetve a *the-escapeclassroom* [10]. Az egyetemi oktatás számára is eredményesen próbálkoztak ilyen szabadulósobás tevékenységekkel: az informatika- [11], a kémia- [12], és a farmakológia-oktatás [13] esetén. Minket inkább ez utóbbi lehetőség, a több csoport egy térben kivitelezett foglalkozása érdekelt, de mindkét környezetben kipróbáltuk a tevékenységeket.

Mindkét fentebb említett internetes szolgáltató forgalmaz egy-egy alapsomagot, amely dobozokat és számozás lakatokat, illetve széfet tartalmaz. Ezeket fel lehet használni a tematikus tevékenységekre, amelyek a honlapjukról térítés ellenében letölthetők, grafikusan tetszetős kivitelezésű, nyomtatható feladatlapokból

A tanulmány elkészítését a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgy-pedagógiai Kutatási Programja támogatta.



Vörös Alpár István Vita az Apáczai Csere János Elméleti Líceum fizika szakos tanára, igazgatója. A kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetem Fizika Karán 1995-ben szerzett fizikus oklevelet, majd Bio- és Orvosi fizika mesterfokozatot szerzett. Jelenleg az ELTE Fizika Tanítása Doktori Program doktorjelöltje. A Vermes-Öveges Fizikaversenyek erdélyi szervezőbizottságának tagja. A Csillagászatban Tantárgyversenyek romániai országos bizottságának tagja.



1. ábra. Az első kihívás a csapatmunka során a feladatkörök leosztása, illetve a szövegértelmezés.

állnak. Ugyanakkor bárki kidolgozhat saját feladatlapokat is. Számunkra ez utóbbi kézenfekvő, hiszen a feladatlapokat mindenképpen le kellene fordítani angol nyelvből, ugyanakkor nem feltétlenül alkalmazható sem a magyar, sem a román tantervi követelményekhez illesztve. A két szolgáltató csak elvéve ajánl fel gimnáziumi szintű fizika témaköröknek megfelelő szabadulójátékokat, így saját kreativitásunkat is fejlesztve aknázhatjuk ki ezt a tanítási módszert.

A fizikus szabadulósobák tervezése

Az említett két internetes szolgáltató alapvetően három különböző módját ajánlja a szabadulósobás tevékenységeknek. Az első kettő kisebb, vagy kissé nagyobb befektetést igényel a dobozok és számszörös lakatok beszerzése által. Az olcsóbb változatban csak egy csomagra van szükség. Ekkor a játékban résztvevő csapatok a tevékenység során lejegyzik a kódokat, és a végén kipróbálják a megtalált kódlehetőségeket a lezárt lakatokon (minden csapat ugyanazon lakatokat próbálja ki). A drágább változatban a csapatok számával azonos számban vannak előkészítve a játék során szükséges eszközök. Ennél is olcsóbb változat, hogy dobozok és lakatok helyett lezárt borítékokat használunk, amelyek kódokkal vannak megjelölve. Elsőként ez utóbbi változatot próbáltuk ki az Apáczai-líceumban, majd – a pozitív visszajelzések megerősítése alapján – fokozatosan szereztük be a szükséges eszközöket.

A hagyományos szabadulósobák sem minden esetben kimondottan egy zárt szobából való kiszabadulást jelentik, léteznek úgynevezett „breakin”, vagyis „betörő” játékok is, amikor egy dobozban elzárva található a játék megoldandó talánya.

Mostanáig a következő helyzetekben próbáltuk ki a fizikus szabadulósobát:

- osztálytermi környezetben egy adott iskola diákjaival két alkalommal, különböző feladatsorral;
- tehetséggondozó táborban, különböző erdélyi középiskolák fizika iránt érdeklődő és fizikaversenyeken jó eredményeket elérő diákjaival;
- fizikaversenyhez kapcsolódóan a résztvevők számára szervezett szabadidős programként.

A „betörő” játék elvét alkalmaztuk az első két alkalommal, amikor az utolsó kód egy olyan dobozot nyitott, amelyben egy ráadáskísérlet, illetve a tábor közkedvelt hintapadja volt lelakatolva. Másik két alkalommal már igazi szabadulójáték formájában, az adott terem kulcsát megtalálva kellett kiszabadulni.

A román oktatási rendszerben pár éve minden iskolának kötelező módon egy *Iskola másként* tematikus hetet kell megszerveznie, és alternatív oktatási programokat felajánlania. Ennek keretében a kolozsvári Apáczai-líceum diákjai számára először 2017 áprilisában készítettük el a fizikus szabadulósobát a 9. és 11. évfolyam reál tagozatos diákjai számára. A csapatokban vegyesen vettek részt a két évfolyamról (1. ábra). Mivel a tematikus hét programjai során egyik fő célunk az iskolai tananyagot túli tudás, ismeret átadása, ezért a szabadulósoba témaköröként a folyadékok fizikájának két elhanyagolt fejezetét választottuk: a folyadékok dinamikáját és a felületi feszültség kérdéskörét [14].

A 45 perces időkeretre tervezett játék öt feladatot tartalmazott. Ezek között négy kísérleti feladat volt. A játékban résztvevő hat csapat számára a munkaszaltra elő volt készítve az első feladatlap, amely egyúttal a kerettörténetet is tartalmazta, a kísérleti eszközöket és a lezárt borítékokat a kódokkal. A játék lineáris felépítésű volt, hiszen az első feladatlap által megadott kód segítségével kibontható boríték egyúttal a következő feladatlapot is tartalmazta. Mivel minden kód három- vagy négyszámjegű, ezért a kódokkal megjelölt borítékok közül már az első számjegy alapján is ki lehetne választani a megfelelőt. Annak érdekében, hogy a csapatokat arra kényszerítsük, hogy a kísérleteket teljes mértékben végezzék el, hibás számkombinációkkal megjelölt borítékokat is kaptak, amelyben nem volt feladatlap elhelyezve, hanem „levélbomba”. A játék szabálya értelmében a csapatoknak három életük van, így maximum két „levélbombás” borítékot nyithatnak fel.

A kerettörténet

A szabadulósobák sajátossága, hogy a szobából való kiszabadulás akkor jelent igazi kihívást, ha egy kerettörténetbe van ágyazva, amely vagy egy történelmi eseményhez és helyszínhez, vagy mitológiai keretben, vagy fiktív történet köré van kidolgozva. A játék résztvevői ez által egy szerepjáték részesei lesznek, ami elősegíti aktivizálódásukat (2. ábra), ezt az oktató szabadulójáték egyik fő sikerességének tartja Nicholson [15]. A választott témakörhöz kapcsolódóan görög mitológiai keretet választottam: „Feladatokat átjutni a Sztüx vizén, az élők és holtak birodalmát elválasztó határfolyón, amely kilenc kanyarulattal fut az alvilág legmélyére, oda, ahol *Hádész* palotája emelkedik. Ahhoz, hogy ezen folyóhoz eljussatok előbb négy másik alvilági folyón kell átjutnotok: a *Léthé*, a *Phlegethón* (égő), az *Akberón* (örömtelen) és a *Kökütosz* (jajgatás) átszelik a poklot, és óriási, szörnyű mocsárban egyesülnek. Utazásotok során minden feladatban egy



2. ábra. Az együttműködés, a feladatok leosztása a hatékony csapatmunka záloga.

kódot kell megtalálnotok és a megfelelő kóddal megjelölt boríték felbontásával utazhattok egyik folyótól a másikig, míg el nem éritek a Sztüx vizét.”

A kihívások

A témába való bevezetesként a folyadékfizika néhány jelentősebb tudósának megismerése volt a cél. Ehhez négy fizikus nevének betűit kevertem meg egy internetes alkalmazás segítségével, hiszen az anagrammajátékok nagyon jó kreativitáskeresőek. Az általunk használt négy anagramma: *acetón alig terel virsli, csel liba pasa, undi labor illene, méhész kard*. Ezt egy képfelismeréssel kombinálva adódik a négyjegyű kód, hiszen az anagrammák megfejtését a képeken szereplő fizikusportrékkal kell megfeleltetni. Mivel nem volt elvárható, hogy a diákok ismerjék *Arkhimédész, Torricelli, Pascal* vagy *Bernoulli* portréját, a képeken feltüntettük az keresett személy születési és halálozási évszámát is. Az internet használatával az évszámok ismeretében bárki könnyedén meg tudja fejteni a feladványt. A képek sorrendjében leírva az anagrammák előtt szereplő számjegyeket megkapjuk a négyjegyű kódot, amelyre a következő boríték megkereshető.

Egy egyszerű, de mindenki számára nagyon meglepő kísérlet a felületi feszültséghez kapcsolódóan a vízzel telt pohár túltelítése, amikor egy domború meniszkusz alakul ki. Három jelentősen különböző átmérőjű poharat vízzel telítünk és fecskendőt, illetve egy edényt bocsátunk a diákok rendelkezésére. A feladat: „Három pohárban égő *Phlegeton* vize bugyog. Bár a poharak tele vannak, fecskendővel nektek kell lehútenetek, addig töltve hideg vizet a pohárba, amíg túl nem csordul a víz a poharak peremén. Mérjétek meg a három pohár esetében a legkisebbtől a legnagyobb felé haladva, hogy hány ml víz be-

fecskendezésével nem csordul még ki a víz a pohárból!” (3. ábra). Érdekes minél kisebb térfogatú fecskendőt beszerezni, hiszen a kísérlet annál izgalmasabb, ugyanakkor emlékezetesebb is a résztvevők számára, mennél tovább tart a kivitelezése. Mi 1 ml-es fecskendőket használtunk és még így is a csapatok döntő többsége ezt a mennyiséget is soknak tartotta: vagy nagyon lassan nyomta ki a vizet, vagy csak félig szívtak bele vizet. Mivel a mérés során a túlcordulás több feltételhez köthető, ezért egy intervallummal feleltethető meg adott átmérőjű pohár mérési eredménye. Ilyen intervallumoknak feleltettünk meg számokat és a megfeleltetés eredményeként kapták a diákok a háromjegyű kódot. Ajánlott legalább hat intervallumot megadni és ezek közt legyenek olyan kis értékek is, amelyre a diákok is számítanak. Az általunk használt poharak esetében a méret növekvő sorrendjében 3–5 ml, 9–11 ml, illetve 13–15 ml értékeket mértünk.

A helyes megfejtés segítségével a borítékban újabb feladatot kapnak, de fontosnak tartottam, hogy előtte magyarázzuk meg az észlelt jelenséget, így rövid tudományos leírását találják a domború meniszkusz kialakulásának.

A továbbiakban a légköri nyomás kimutatása volt a cél: „A következő kísérletben használjátok az előbb használt vizespoharat, a gyufát és a lufit. Emeljétek meg utóbbi két tárgy segítségével a poharat, anélkül, hogy kézzel hozzáérnétek!” A kísérlet elvégzése után a diákoknak két kérdésre kellett válaszolniuk: miért sikerül felemelni a poharat, illetve hogy miként változik a nyomás a pohárban (4. ábra). Ezek után a háromjegyű kódot a következőképpen kapták meg: a lufira felrajzolt három tárgy (termosz, villanykörte, Hold) belsejében, illetve a felszínén jellemző nyomást kellett megkeresniük interneten és a nyomás csökkenő sorrendjében leírni a tárgyak mellé írt számjegyeket.

Így juthattak el a harmadik kísérlethez: „Használjátok a 2 literes pillepalackot. Lyukasszatok ki 5, 10, 15 cm magasságban és mérjétek meg, ha megtöltitek vízzel, milyen távol ér földet a vízszugár a palack szélétől. Milliméterpapíron ábrázoljátok a lyuk feletti vízoszlop magasságát a távolság függvényében.” A kódot a parabola szó egyes betűinek megfeleltetett számokkal kapták a diákok az 1. táblázat szerint.

3. ábra. A felületi feszültség tanulmányozása három pohár víz segítségével.





4. ábra. A pohár felemelése másodszor már sikeres volt, bár első próbálkozásra a gyufa égése miatt a lufi szétrobbant.

Az utolsó kísérlet ismét a felületi feszültegről szólt, ahol egy szabályos tetraéder alakú drótkeretet szappanoldatba mártva figyelhették meg a kialakuló szappanhártyát. Itt a kód egyetlen számjegyből állt, amely a következő kérdésre adott válaszukból származott: „Hány különálló síkfelülete van a szappanhártyának?” A helyes válasz eredményeként első alkalommal a csapatok közösen kinyithatták a dobozt, amelyben a Torricelli-kísérlet vizes változatához szükséges eszközök voltak bezárva és közösen, tanári irányítással végezhettek el a mindenki számára tanulságos kísérletet.

Kiértékelés, tapasztalatok

A fenti feladatsort három különböző alkalommal és diákcsoporttal próbáltuk ki. Az Apáczai-líceum *Iskola másként* hetén 24 diákkal, majd az EmpirX Egyesület sztárnai tehetséggondozó táborában 20 diákkal, végül a *Mindennapok Fizikája* országos vetélkedőhöz kapcsolódó foglalkozásként 2018 áprilisában, amikor 7 csapatban 41 diák vett részt. A második alkalommal a feladatsorban kisebb módosításként a második kísérlet ki lett cserélve és helyette különböző zöldségek és gyümölcsök vízben való elsüllyedését, vagy úszását tanulmányozták a diákok. A harmadik alkalommal a résztvevők elsősorban a vetélkedőn résztvevő diákok voltak, de bejelentkezettek Kolozs megye iskoláiból olyan diákok is, akik nem vettek részt a vetélkedőn. A borítékok helyett már számozás lakatokat használtam, a kulccsal belülről bezárt tanteremben pedig egyidejűleg csak egy csapat játszott. Ezúttal nem volt életkori korlátozás: a 7 csapatból egy hatodikos, három nyolcadikos, két tizedikes és egy tizenegyedikes csapat vett részt. Ennek ellenére egy csapat kivételével mindenkinek sikerült a 45 perces határidőn belül kiszabadulnia. A kivétel egy tizedikesekből álló diákcsoport volt. Az ő esetükben a sikertelenség fő oka a gyenge együttműködés és a nagyon komótos munkatempó volt.

A feladatsorok elvégzése után elsősorban arra voltam kíváncsi, hogy melyik volt a legmeglepőbb kísérlet számukra (többet is megjelölhettek). A válaszadó 53 diák 72%-a számára a hárompoharas kísérlet, míg 57%-nak a szappanhártya a tetraéderen jelentette a

1. táblázat

A szabadulósobák egyik kedvelt kódolási eszköze: a betűk megfeleltetése számokkal

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
U	V	W	X	Y	Z				
21	22	23	24	25	26				

legnagyobb meglepetést. Ugyanakkor öt rövid kérdéssel mértem fel, milyen mértékben értették meg a tanulmányozott jelenségeket:

1. kérdés (1K): Melyik kísérlet(ek) szemlélteti(k) a felületi feszültséget?

2. kérdés (2K): Melyik kísérlet mutatja be a légköri nyomást?

3. kérdés (3K): Melyik kísérlet során észleltetek izobár folyamatot?

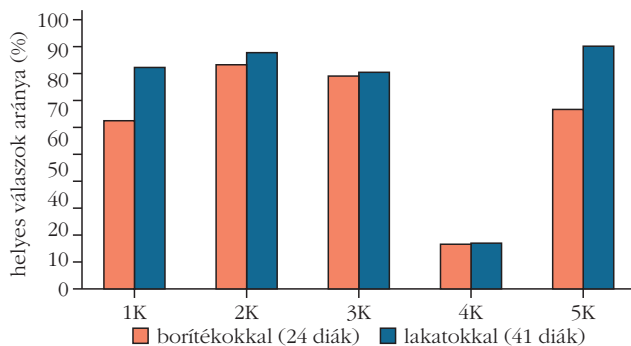
4. kérdés (4K): Ki tanulmányozta a felületi feszültség hőmérsékletfüggését?

5. kérdés (5K): Mi az oka a szappanhártyák gömb-szerű alakjának?

A kérdésekre a választ négy megadott lehetőség közül kellett kiválasztani (először a kahoot mobilos alkalmazás segítségével, másodszor papíron kitöltve). A kérdésekkel nemcsak a kísérletben meg tapasztaltak megértését próbáltam ellenőrizni, hanem azt is, hogy a feladatokhoz kapcsolódó leíró szövegeket milyen mértékben dolgozták fel a diákok, vagy esetleg csak átsiklottak azok fölött. Ezt célozta meg a 4. kérdés, hiszen a hárompoharas kísérlet után részletes leírást kaptak a felületi feszültség jelenségének magyarázatáról, de azt is megtudhatták, hogy *Eötvös Loránd* írta le elsőként a felületi feszültség hőmérsékletfüggését. A kérdőívet első alkalommal 24 diák, másodszor pedig 41-en töltötték ki.

Az 5. ábra mutatja az öt kérdésre adott helyes válaszok statisztikáját, amelyen látható, hogy mindkét esetben – egy kérdés kivételével – nagyon magas, 60–90% közötti, volt a helyes válaszok aránya. Figyelembe véve, hogy a témakör minden diák számára új volt és a 45 perc alatt nagyon sok új fogalommal, fizikai jelenséggel találkoztak, ugyanakkor egy szabadidős tevékenységen vettek részt, amelynek nem volt iskolai értékelése, a válaszok sikeraránya nagyon jónak tekinthető. Feltűnő a 4. kérdésre adott helyes válaszok alacsony aránya, amely csak az elolvasottak memorizálását feltételezte.

A tanulás hatékonyságát igazán az tükrözi, hogy hosszú távon mi marad meg a diákokban. Ennek felméréseért az első tevékenységben részt vett 24 közül 22 diákkal egy évvel később ugyanazt a kérdéssort töltöttem ki, amelyet közvetlenül a szabadulás végén is kitöltöttek. Az eredményeket a 6. ábra szemlélteti. Meglepő módon egy év múlva is jól emlékeztek az elvégzett kísérletekre, nagyon rövid, pár perces felve-



5. ábra. A szabadulósobás játékok két változatának összehasonlítása.

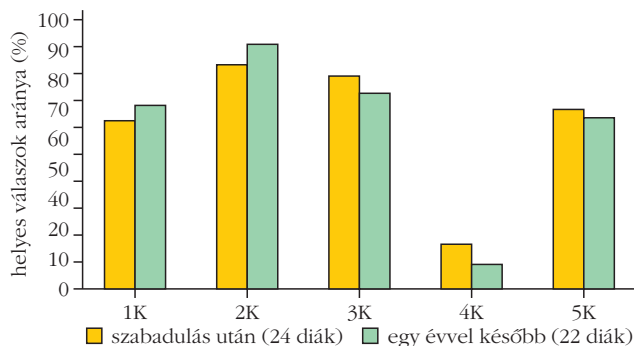
zetés után el lehetett kezdeni a teszt kitöltését, és a helyes válaszok aránya nemcsak hasonló volt, hanem az első két kérdésre még többen adtak helyes választ, mint közvetlenül a tevékenység után. Ehhez az is hozzájárulhatott, hogy a teszt első kitöltése után megszélesítettük, hogy miből adódtak a hibás válaszok. Az év folyamán a későbbiekben már nem foglalkoztunk a folyadékok mechanikájával, így igazán örvendetes, hogy a megszerzett tudás tartósnak mondható.

A szabadulósobás tevékenység a diákok számára újszerű volt és a 2018-as *Iskola másként* hét megtervezésekor iskolánk diáksága körében végzett felmérés eredményeként 176 megkérdezett tanulónk közül 35-en igényelték, hogy szervezzünk ismét fizikus szabadulósobát. Vagyis többen, mint ahányan előző évben részt vehettek. Ezen kérdésnek eleget téve ezúttal is megszerveztük, amely ismét a folyadékok fizikájának témakörét járta körbe, de – mivel részben ugyanazon diákok vettek részt – egészen új feladatsorral. Ezúttal megismerkedtek *Bernoulli* törvényével, azon egyszerű kísérlet által, hogy az asztallapon levő pénzérmét fújással kellett a mellette levő tányérba átemelni, illetve Cartesius-búvárt készítettek egy fél literes műanyag palackban, majd a NASA Csendes-óceáni szigetek felett készült felvételei alapján elemezheték a Kármán-féle örvénysort, végül Heron-kutat kellett készíteniük a rendelkezésükre álló eszközök segítségével. Az örvénysor két légfelfelé kellett elemezniük, amelyen a szigetek közötti távolságot a Googlemaps alkalmazás segítségével le tudtak mérni, így a felvételeken elemezheték az örvénysor teljes hosszát, illetve két csomósodás közötti távolságot. Ez által rádöbbenhettek e jelenség nagyságrendjére, amely a több száz kilométert is elérheti.

Következtetések

A diákok rendelkeznek a folyadékok mechanikájának alapvető ismereteivel, ezeket alkalmazni tudták a kísérletek elvégzésénél (például a pohár felemelése a lufi segítségével), és a témakört érdekesnek, alaposabb tanulmányozásra is érdemesnek tartották.

Igazolódott, hogy a tanulás sokkal hatékonyabb aktív tanulási stratégiák felhasználásával, ezek egyike lehet a szabadulósobás foglalkozás. A tevékenység alkalmas volt új jelenségek bevezetésére, fenomeno-



6. ábra. A szabadulósoba által tanultak hatékonysága egy évvel később.

logikus tárgyalására, de az elmélyültebb megértéshez több időre van szükség, amelyre sajnos jelenleg nincs tantervi időkeret. A szabadulósobás tevékenységek által olyan képességek fejleszthetők, mint a komplex problémamegoldó, illetve kommunikációs (szociális) készség, amelyeket a Világgazdasági Fórum 2016-os jelentése kiemelt fontosságúnak ítélt meg a jövő munkavállalói számára [16].

Ugyanakkor el kell mondani, hogy egy ilyen szabadulósobás tevékenység nagyon időigényes, mind az előkészítése, mind a kivitelezése során komoly odafigyelést igényel, hogy sikerélményt okozhasson a résztvevő diákok számára.

Irodalom

1. M. Csikszentmihályi: *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention*. Harper Perennial, New York (1996) ISBN 0-06-092820-4
2. S. Nicholson: *Peeking behind the locked door: A survey of escape room facilities*. (2015) White Paper available at <http://scottnicholson.com/pubs/erfacwhite.pdf>
3. C. Hoellwarth, M. J. Moelter: The implications of a robust curriculum in introductory mechanics. *American Journal of Physics* 79 (2011) 540.
4. L. Greenemeier: "Escape Room" Game Challenges Physics-Phobes to Face Their Fear. *Scientific American* (Feb 2, 2017) <https://www.scientificamerican.com/article/ldquo-escape-room-rdquo-game-challenges-physics-phobes-to-face-their-fear>
5. <https://www.theatlantic.com/education/archive/2016/07/the-rise-of-educational-escape-rooms/493316>
6. https://index.hu/belfold/2018/01/27/megsem_a_szarvasi_lesz_az_elso_iskolai_szabaduloszoba
7. <http://aranyosok.hu/assets/szabaduloszoba.pdf>
8. <https://www.exitheroom.hu/blog/szabaduloszoba-az-iskolaban> (2018. 08. 29)
9. <https://www.breakoutedu.com>
10. <https://www.theescapeclassroom.com>
11. C. Borrego, C. Fernández, I. Blanes, S. Robles: Room Escape at Class: Escape Games Activities to Facilitate the Motivation and Learning in Computer Science. *Journal of Technology and Science Education* 7/2 (2017) 162–171.
12. N. Dietrich: Escape Classroom: The Leblanc Process – An Educational "Escape Game". *J. Chem. Educ.* 95/6 (2018) 996–999.
13. H. N. Eukel, J. E. Frenzel, D. Cernusca: Educational Gaming for Pharmacy Students – Design and Evaluation of a Diabetes-themed Escape Room. *American Journal of Pharmaceutical Education* 81/7 (2017 Sep) 6265.
14. A. Vörös, Zs. Sárközi: Physics escape room as an educational tool. *AIP Conference Proceedings*, 2017, 1916. 050002. 10.1063/1.5017455.
15. S. Nicholson: Creating engaging escape rooms for the classroom. *Childhood Education* 94/1 (2018) 44–49.
16. *The Future of Jobs, Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum, January 2016, pag. 30, http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf