



## MOBILTECHNOLÓGIÁVAL TÁMOGATOTT KUTATÁSALAPÚ TANULÁS

**Bónus Lilla<sup>1,3</sup> és Korom Erzsébet<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> Szegei Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola

<sup>2</sup> Szegei Tudományegyetem Oktatásmélet Tanszék

<sup>3</sup> MTA-SZTE Digitális Tanulási Technológiák Kutatócsoport

A mobiltechnológiákat – például az okostelefonokat és táblagépeket – az utóbbi két évtizedben egyre gyakrabban alkalmazzák a tanításban azzal a céllal, hogy javítsák az oktatás minőségét, és fejlesszék a tanulók tudását, gondolkodási és problémamegoldó képességét (Hwang & Chen, 2017; Srisawasdi et al., 2018). A mobiltechnológiák népszerűségét az okozza, hogy rugalmasan alkalmazhatók, könnyen hozzáférhetőek, és sokrétű funkciójuk révén jelentős potenciállal rendelkeznek az oktatásban (Bano et al., 2018). A tanulást különböző kontextusokban képesek támogatni, és mivel hordozható eszközök, a tanulók szinte bármikor, bármilyen környezetben használni tudják. E felismerés kapcsán bontakozott ki a *Bring Your Own Devices* (BYOD) kifejezés, vagyis „hozd magaddal a saját eszközöd”. A mobiltechnológiák különösen hasznosak lehetnek az informális és a nem formális kontextusokban, ahol a tanulók jobban irányítják tanulási céljaikat, és ahol gyakran motiváltabbak, mint a formális, azaz iskolai környezetben (Jones et al., 2013). A kutatások azt is jelzik, hogy a tanulók a tankönyvben foglaltakon túl jóval több tantárgyi tudást hajlandók elsajátítani mobiltechnológia segítségével, és pozitív attitűd alakulhat ki bennük a saját mobil eszközeik által támogatott tudományos kutatás iránt is (Song, 2014).

A mobiltechnológia oktatási előnyei a köz- és felsőoktatás számos területén megjelennek. Bai (2019) áttekintése alapján a mobiltechnológia pedagógiai alkalmazásával kapcsolatos kutatások pozitív eredményekről számolnak be a közoktatásban a természettudományok, a matematika, a szövegértés és az idegennyelv-tanulás esetében. A felsőoktatásban a mobiltechnológia alkalmazása hatékony a tananyaghoz való hozzáférés biztosításában, növeli az elkötelezettséget, elősegíti a kooperatív tanulást, javítja a tanulási teljesítményt, illetve a kritikai gondolkodás fejlesztésére is alkalmas. Továbbá a mobiltechnológia oktatási felhasználása jelentősen csökkenti a külső kognitív terhelést (az információ megjelenítésével, közvetítésével kapcsolatos általános kognitív terhelést), és elősegíti az ismeretek bővítését (Becker et al., 2020).

A 2000-es években a nemzetközi szakirodalomban megjelentek olyan kutatások, amelyekben a mobiltechnológiákkal kiegészítve támogatják a kutatásalapú tanulást (*inquiry-based learning*, *IBL*). Ezt a megközelítést mobiltechnológiával támogatott kutatásalapú tanulásként (*mobile technology-supported inquiry-based learning/mobile inquiry-based learning*, *mIBL*) nevezik. Azon alapul, hogy a mobil eszközök lehetőséget biztosítanak a tanulóknak az erőforrásokhoz való hozzáféréshez, a kutatáshoz, az adatok rögzítéséhez, a tudományos ötleteik bemutatásához, megosztásához és megvitatásához, valamint az IBL-hez szükséges interaktívabb és együttműködésen alapú pedagógia támogatásához (Inel-Ekici & Ekici, 2022; Williams et

al., 2017). Habár az eddigi kutatási eredmények azt mutatják, hogy a mobiltechnológia megfelelő támogatást nyújt az IBL tanulási folyamataihoz, a további fejlesztésekhez és a megfelelő oktatási alkalmazáshoz gyakorlati stratégiákra, ajánlásokra, útmutatásokra van szükség (Liu, et al., 2021b; Suárez et al., 2018).

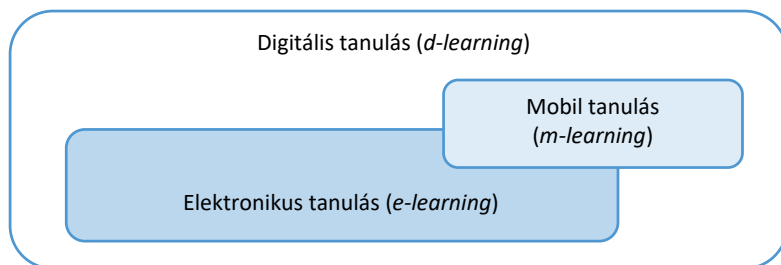
E tanulmány áttekinti a mobil tanulás jellemzőit, elméleti háttérét, röviden kitér a kutatás-alapú tanulásra, majd példákon keresztül mutatja be a mobiltechnológiával támogatott kutatás-alapú tanulás alkalmazásának lehetőségeit és kihívásait a természettudományos nevelésben.

### Mobil tanulás (mobile learning, m-learning)

A mobil tanulás (*mobile-learning, m-learning*) kifejezés mobiltechnológiával megvalósuló tanulási és tanítási folyamatokat foglal magában. Nemcsak a technológia, a tanulás és a tanuló is mobil (El-Hussein & Cronje, 2010). Mobiltechnológiának tekinthetők a mobiltelefonok, e-könyvolvasók, MP3 és hordozható médialejátszó készülékek, táblagépek, laptopok, okostelefonok és GPS-vevő készülékek (Abonyi-Tóth & Turcsányi-Szabó, 2015). Tehát a mobil tanulás különböző mobil és kézben tartható informatikai eszközöket alkalmaz, és a tanulás általában nagyon gyorsan, többnyire szabadidőben valósul meg (Burden & Kearney, 2018; Thüs et al., 2012).

Bernacki és munkatársai (2020) szerint a mobil tanulás személyes elektronikus eszközök használata a tanulásban többféle kontextusban a médiával, az oktatókkal, a társakkal, a szakértőkkel és a világgal való kapcsolaton keresztül. A mobileszközök elsődleges célja a kapcsolódás, amellyel lehetővé teszik a tanulók számára, hogy kommunikáljanak a társaikkal, az oktatókkal, a szakértőkkel és a világgal, valamint interakcióba léphessenek a tartalommal térbeli és időbeli korlátok nélkül. Azért használják a „személyes elektronikus eszköz” kifejezést, hogy elkerüljék egy adott technológia használatát, vagy olyan kifejezések alkalmazását, amelyek gyorsan elévülnek (Crompton, 2013). Danish és Hmelo-Silver (2020) öt komponenset emel ki a mobil tanulással kapcsolatban: (1) többféle kontextus, (2) társadalmi interakciók, (3) interakciók a tartalommal, (4) információk rögzítése és valós időben történő információ-szolgáltatás a felhasználók számára, valamint (5) szinergia a komponensek között.

Az elektronikus tanulás (*e-learning*), a mobil tanulás (*m-learning*) és a digitális tanulás (*d-learning*) kifejezéseket egymást kiegészítő módon használják a technológiával támogatott tanulásra (1. ábra). Az e-tanulás a digitális elektronikus eszközökkel és médiával támogatott tanulás, az m-tanulás az e-tanulás mobil eszközökkel és vezeték nélküli átvitelrel, és a digitális tanulás bármilyen típusú tanulás, amit a technológia vagy a technológiát hatékonyan használó oktatási gyakorlat segít elő (Basak et al., 2018). A mobil tanulás abban különbözik az e-tanulástól, hogy más pedagógiai megközelítést igényel, kevésbé strukturált és formális, valamint az értékelési módszere is alapvetően eltér (Abonyi-Tóth & Turcsányi-Szabó, 2015).



1. ábra

Az elektronikus, a mobil és a digitális tanulás kapcsolata (Basak et al., 2018 alapján)

A mobiltechnológia nemcsak az informális térben hasznos, a formális oktatásba is integrálható (Baek & Guo, 2019; Bano et al., 2018; Khaddage et al., 2016). Lehetőséget kínál a tanulók számára, hogy felelősséget vállaljanak saját tanulási tevékenységeikért, valamint személyre szabottabb és autonómabb tapasztalatokat biztosít a különböző tanulási kontextusokban (Thüs et al., 2012). Az egyedülálló oktatási lehetőségeket a mobiltechnológia öt tulajdonsága eredményezi: hordozhatóság, társadalmi interaktivitás, kontextusérzékenység, kapcsolat és személyre szabottság. A hordozhatóság azt jelenti, hogy a mobil eszközöket bárhová magunkkal vihetjük. A társadalmi interaktivitás arra utal, hogy a mobil eszközök segítségével adatokat cserélhetünk és együttműködhetünk másokkal. A kontextusérzékenység a mobiltechnológia azon tulajdonsága, hogy képes összegyűjteni az aktuális hely, környezet és idő adatait, beleértve a valós és szimulált adatokat is. A kapcsolat azt jelenti, hogy a mobiltechnológia lehetőséget teremt adatgyűjtő eszközökhöz, más kézi számítógépekhez, vagy közös hálózathoz való kapcsolódáshoz, ami valódi megosztott környezetet hoz létre. Végül a személyre szabottság arra utal, hogy a mobiltechnológia olyan egyedi támogatást biztosít, amely az egyén megismerési módjához igazodik (Klopfer & Squire, 2008).

Az oktatási célú felhasználás aspektusából érdemes megvizsgálni, hogy a mobiltechnológiát milyen tanuláselméletek és pedagógia gyakorlatok jellemzik. A mobil tanulás főleg a behaviorista, a konstruktivista, a szituatív és a kollaboratív tanuláselméletekhez köthető (Crompton et al., 2017). A 1. táblázatban látható, hogy a mobil tanulás a különböző kontextusokban történő tanulás révén kapcsolatba hozható a tudástranszferrel, és ezáltal lehetőséget biztosít annak tanulmányozásához, működésének megértéséhez. Egy másik aspektus a tudásmegosztás és az együttműködés, ami a mobil tanulással összefüggésben azt jelenti, hogy a mobiltechnológiát egyre gyakrabban használják társadalmi, interaktív és együttműködésen alapuló oktatási célok elérésére, ami hatással van az emberek kapcsolataira és munkájuk minőségére is. A mobil tanulás elmélete figyelembe veszi mind a formális, mind az informális pedagógiát, valamint ezek kapcsolatát az önszabályozott tanulással és a szociokulturális tanuláselmélettel (Bernacki et al., 2020).

1. táblázat. A mobil tanulás és a pszichológiai tanuláselméletek kapcsolata (Bernacki et al., 2020, p. 4.)

<i>A mobil tanulás aspektusa</i>	<i>Pszichológiai tanuláselméletek</i>
Tanulás többféle kontextusban	Transzfer, szituatív tanulás, informális tanulás
Kapcsolat a társakkal, az oktatókkal, a szakértőkkel és a világgal	A tanulás társadalmilag megosztott szabályozása, együttműködésen alapuló tanulás ( <i>collaborative learning</i> ), állványozás ( <i>scaffolding</i> ), segítségkérés, visszacsatolás, tervezésen alapuló kutatás ( <i>design-based research</i> )
m-learning integrációs társadalmi ökológiai keretrendszer	Szociokulturális tanuláselmélet
Önirányított élethosszig tartó tanulás	Önszabályozás, önszabályozott tanulás, érzések/érzelmekek, konstruktivizmus

A mobil tanulás oktatásba való integrálása számos elméleti kérdést vet fel, többek között azt, hogy miben különbözik a mobil eszközökkel való tanulás a kötött technológiákkal való tanulástól, és hogyan lehet összekapcsolni más tanulási megközelítések elemeivel. Egy ilyen lehetőséget mutat meg a Crompton (2017) által kidolgozott m-learning integrációs keretrend-

szer, melynek négy fő része – meggyőződések, erőforrások, módszerek, cél – lehetőséget biztosít a technológia tanítási, tanulási folyamatba történő beillesztését meghatározó alkomponensek azonosítására, valamint annak leírására, hogy a keretrendszer részei hogyan működnek a személyes és a környezeti tényezőket magában foglaló rendszerek összetett, összekapcsolt hálózatán keresztül. A meggyőződés arra utal, hogy a pedagógus milyen nézeteket vall a technológiával kapcsolatban. Ide tartozik a tanár szerepe, valamint a szociokulturális hatások, az énhatékonyság és a múltbeli tapasztalatok. Az erőforrások a tanár számára rendelkezésre álló fizikai és szellemi erőforrásokat jelentik, például a képzéseket, a technikai támogatást és a technológiához való hozzáférést. A módszerek a pedagógusok által választott tanítási módszerekre (pl. előadás) vonatkoznak. Végül a cél azt határozza meg, hogy mire használják a technológiát (pl. időöltés, fogalmak megértése), és használható-e helyette más, nemtechnológia-alapú megoldás.

Bernacki és munkatársai (2020) a mobiltechnológiákkal történő tanulás kapcsán több pedagógiai előnyt kiemelnek: (1) más pszichológiai konstrukciókkal való interakción keresztül befolyásolja a tanulás folyamatát és eredményeit; (2) új lehetőségeket kínál a tanulási folyamat vagy eredmények közvetlen befolyásolására; (3) lehetőséget biztosít olyan, korábban elérhetetlen adatok gyűjtésére, amelyek javítják a tanulási folyamat megértését és modellezését. A mobiltechnológiát alkalmazó tanóráknak ezért számos előnyük van (Liu et al., 2014): több belépési pontot és tanulási utat kínálnak a tanulóknak, lehetővé teszik a differenciált tanulást; a mobil eszközön keresztül többféle modalitást biztosítanak, melyek segítségével a tanulók igényeiknek megfelelő tanulási produktumokat hozhatnak létre; támogatják a tanulók „in situ” improvizációját, ami azt jelenti, hogy a tanuló szükség szerint improvizálhat a tanulás kontextusában; a tanulást a folyamat közben segíti azáltal, hogy hozzájárul különböző produktumok létrehozásához és megosztásához.

A mobil tanulás sokféle oktatási stratégia, módszer vagy eljárás része lehet. Bai (2019) a pedagógiai alkalmazásait kilenc típusba sorolta: (1) szituatív tanulás (*situated learning*), (2) kommunikációs és kollaboratív tanulás (*communication and collaborative learning*), (3) játékalapú tanulás, (4) kutatásalapú tanulás, (5) informális tanulás (*informal learning*), (6) személyre szabott tanulás (*personalized learning*), (7) behaviorista tanulási tevékenységek (*behaviorist learning activities*), (8) tanulási tartalmak elérése és áttekintése (*learning content access and review*), (9) tanulói elkötelezettség és motiváció növelése (*student engagement and motivation*).

Afikah és munkatársai (2022) szisztematikus áttekintésükben azt vizsgálták, hogy a mobil tanulás hogyan képes a magasabb rendű gondolkodási képességek és a kommunikációs készségek fejlesztésére a természettudományos oktatásban. Eredményeik alapján a tanulási célok eléréséhez a legmegfelelőbb mobiltechnológia a mobiltelefon, ezt követik a személyes digitális asszisztensek (*Personal Digital Assistant, PDA*), a táblagépek, az iPadek, a laptopok, az e-könyvek és az iPodok. Megállapították azt is, hogy a természettudományos tanulásban a magasabb rendű gondolkodási képességek és a kommunikációs készségek fejlesztésére leginkább használt tanulási megközelítések a kollaboratív tanulás mellett a kutatás-, a projekt-, a probléma- és a játékalapú tanulás, valamint a tükrözött osztálytermi tanulás (*flipped classroom learning*).

A mobil tanulás és a mobiltechnológiák oktatási jelentősége a hazai szakirodalomban is megjelenik (Benedek, 2007; Kőrösi et al., 2015; Kőrösné Mikis, 2007; Molnár et al., 2020). Alkalmazása gyakran feltűnik az idegen nyelvek tanításában (Kétyi, 2016), de a táblagépek, laptopok és e-könyvek oktatási célú alkalmazásának vizsgálatára is találhatunk példákat (Herzog & Racsko, 2016; Kárpáti et al., 2015; Kis-Tóth et al., 2014; Molnár et al., 2013).

## Kutatásalapú tanulás (inquiry-based learning, IBL)

A kutatásalapú tanulás Dewey (1938) munkásságáig vezethető vissza, aki úgy vélte, hogy az oktatás során a tanulókat tudományos gondolkodásra és cselekvésre kell ösztönözni. Az IBL kutatás által stimulált, kérdésekkel vagy problémákkal vezetett tanulási megközelítés, mely támogatja azt a konstruktivista elképzelést, miszerint a tanuló aktívan felépíti, megkonstruálja saját tudását, felhasználva előzetes tudását, tapasztalatait (Nagy Lászlóné, 2010; Spronken-Smith et al., 2007).

Az IBL lehetőséget kínál a tanulóknak a természettudományos fogalmak, elvek és jelenségek jobb megértésére, a kutatási készségek (*inquiry skills*), a természettudományos gyakorlatok (*scientific practices*) és a természettudományos gondolkodás (*scientific reasoning*) fejlesztésére, valamint olyan magasabb rendű gondolkodási készségek (*higher-order cognitive skills*) fejlesztésére, amelyek lehetővé teszik a tudományos elvek mélyebb megértését (Constantinou et al., 2018).

A nemzetközi szakirodalomban többféle formáját is megtaláljuk a tananyag feldolgozásába, a tanórai tevékenységekbe integrálható kutatási ciklusnak (l. Fradd et al., 2001; Pedaste et al., 2015; Wenning, 2007), ami a hazai szakirodalomban is jól ismert (l. Csikos et al., 2016). Ezek közül egyet, Pedaste és munkatársai (2015) modelljét emeljük ki (2. táblázat).

2. táblázat. A kutatási ciklus fázisai (Pedaste et al., 2015 alapján)

<i>A kutatás fázisai</i>	<i>Leírás</i>
Orientáció ( <i>Orientation</i> )	A tanulók téma iránti kíváncsiságának felkeltése egy kihívást jelentő problémafelvetésen keresztül.
Hipotézisalkotás ( <i>Conceptualization</i> )	Kutatási kérdések és/vagy hipotézisek megfogalmazása.
Vizsgálat ( <i>Investigation</i> )	A kutatás folyamatának megtervezése, majd adatok gyűjtése és elemzése a kutatási terv alapján.
Következtetés ( <i>Conclusion</i> )	Következtetések levonása az adatokból, ezt követően a következtetések összevetése a hipotézisekkel és a kutatási kérdésekkel.
Megbeszélés ( <i>Discussion</i> )	A kutatás egyes szakaszainak vagy a teljes kutatás bemutatása és megvitatása másokkal.

A tanulók által végzett tudományos tevékenység a tudósok által végzett tudományos kutatás folyamatát követi. Az osztálytermi kutatást öt fő tevékenység jellemzi (National Research Council, 2000, p. 25): A tanulók (1) tudományosan orientált kérdésekkel foglalkoznak, (2) előnyben részesítik a bizonyítékokat, amelyek lehetővé teszik számukra, hogy olyan magyarázatokat dolgozzanak ki és értékeljenek, amelyek a tudományos kérdésekre irányulnak, (3) a tudományos kérdésekre magyarázatot fogalmaznak meg a bizonyítékok alapján, (4) értékelik magyarázataikat az alternatív magyarázatok tükrében, különösen a tudományos megértést tükrözők fényében, majd (5) megosztják és megindokolják magyarázataikat.

Az IBL alkalmazásának négy típusát különbözteti meg a szakirodalom (Banchi & Bell, 2008): megerősítő (*confirmatory*), strukturált (*structured*), irányított (*guided*) és nyitott (*open*) kutatás. A csoportosítás azon alapul, hogy az eredmények ismertek-e, és a tanárok mennyire segítik a kutatási folyamatot. A megerősítő IBL során egy ismert eredmény alátámasztása a cél. A strukturált IBL során a tanár adja meg a kutatási kérdést és az eljárást, a tanulók feladata

a kutatás elvégzése, a tapasztalatok megfogalmazása. Az irányított IBL során a tanár megfogalmazza a kutatási kérdést, a tanulók pedig megtervezik és elvégzik a vizsgálatot. A nyitott IBL során minden lépést a tanulók végezzék el, ezért ez hasonlít leginkább a kutatók által végzett munkához (Banchi & Bell, 2008).

A kutatásalapú tanulás megvalósításával és hatékonyságával kapcsolatos kutatásokban fontos kérdés, hogy az IBL mennyire irányított, és ez milyen kapcsolatban áll a tanulási kimenetekkel (l. pl. Hmelo-Silver et al., 2007; Kirschner et al., 2006; Zacharia et al., 2015). Ahhoz, hogy az IBL hatékony legyen a tudományos ismeretek elsajátításában és a kutatási készségek fejlesztésében, nagy jelentősége van a tanulók számára elérhető útmutatás mennyiségének és jellegének (Lazonder & Harmsen, 2016; Szalay, 2022; Zhang, 2016). A technológia támogatóként jelenik meg a kutatásalapú tanulásban, ugyanis lehetőséget teremt arra, hogy a tanulók részt vegyenek tudományos vizsgálatban, tudományos modelleket és dinamikus szimulációkat próbáljanak ki, segítő információkat kapjanak (Gerard et al., 2011; Veres, 2010). A kutatásalapú tanulásban fontos szerepet játszik a valós jelenségek megfigyelése, a tudományos ismeretek és a mindennapi szituációk összekapcsolása. Azonban az autentikus tanulás gyakran nehézségekbe ütközik a valós környezetek összetettsége és gazdagsága miatt. A technológia ezen a téren is segítséget nyújthat a valós tapasztalatszerzés irányításával, a valós és a virtuális tér közötti kapcsolat megteremtésével (Hwang & Chen, 2017). A tantermi kutatás során a technológia az IBL számos pontján alkalmazható, amire a következő fejezetben mutatunk példákat.

### **Mobiltechnológiával támogatott IBL (*mobile technology-supported inquiry-based learning/mobile inquiry-based learning, mIBL*)**

A mobiltechnológiával támogatott IBL potenciális lehetőségeket kínál a kutatás különböző szintjeinek támogatására és új típusú kutatások generálására; elősegíti a tanulók kíváncsiságának és motivációjának felkeltését és fenntartását; összeköti a formális iskolai és a mindennapi élethez köthető informális természettudományos tanulást (Liu et al., 2021b).

#### *Az mIBL típusai*

Ahhoz, hogy a mobiltechnológiák hatékonyan beépüljenek a STEM (*Science, Technology Engineering and Mathematics*) oktatásába, fontos, hogy a technológiai eszközök (1) támogassák a tudatosan megtervezett és elvégzett vizsgálatokat, melyeken keresztül a tanulók megfelelő kutatási problémákat azonosítanak, feltárják az erőforrásokat, illetve megoldásokat javasolnak a problémákra; (2) metakognitív támogatást nyújtsanak a tudományos vizsgálatok elvégzéséhez, a tanulók előzetes tudásának megismeréséhez és motivációjának követéséhez, valamint a tudományos ismeretek bővítéséhez és felülvizsgálatához; (3) elősegítsék a tudományos ismeretek együttműködésen alapuló felépítését a tudományos kutatás társadalmi gyakorlatában (Kim et al., 2007; Srisawasdi, 2011). Mindez különböző funkciókkal, mobiltechnológiai tevékenységekkel valósítható meg (3. táblázat).

Zydney és Warner (2016) metaanalízisükben a természettudományos tanulásban használható mobilalkalmazásokról 2007 és 2014 között megjelent tanulmányokat feldolgozva megállapították, hogy a természettudományok tanítása során használt mobilalkalmazások az alacsonyabb és a magasabb rendű gondolkodási képességek fejlesztését egyaránt célozzák, és leggyakrabban a tudományos vizsgálódás összetevőire összpontosítanak, például a hipotézisek létrehozására és a magyarázatok kidolgozására. Liu és munkatársai (2021b) a mobiltechnológiával támogatott IBL öt fő típusát azonosították (4. táblázat).

3. táblázat. Az IBL-ben alkalmazott mobiltechnológiai tevékenységek típusai és altípusai (Suárez et al., 2018 alapján)

<i>Típus</i>	<i>Altípus</i>
Közvetlen instrukció	Helymeghatározás ( <i>Location guidance</i> )
	Eljárási útmutatás ( <i>Procedural guidance</i> )
	Metakognitív útmutatás ( <i>Metacognitive guidance</i> )
Tartalomhoz való hozzáférés	Rögzített
	Dinamikus
Adatgyűjtés	Kooperatív
	Kollaboratív
Társas kommunikáció	Aszinkron
	Szinkron
Kontextuális támogatás	Kiterjesztett élmény ( <i>Augmented experience</i> )
	Magával ragadó élmény ( <i>Immersive experience</i> )
	Adaptív visszajelzés ( <i>Adaptive feedback</i> )

4. táblázat. A mobiltechnológiával támogatott IBL típusai és leírásuk (Liu et al., 2021b, p. 8)

<i>mIBL-típusok</i>	<i>Leírás</i>
Hagyományos tudományos kutatás ( <i>Authentic scientific inquiry</i> )	A tanulók gyakorlati vizsgálatokat végeznek mobiltechnológia segítségével, és ez a folyamat párhuzamba állítható azzal, ahogyan a tudósok egy valós problémára megoldást találnak.
Abduktív tudományos kutatás ( <i>Abductive scientific inquiry</i> )	A tanulók elméleteken és megfigyeléseken alapuló hipotéziseket dolgoznak ki mobiltechnológia segítségével. A megfigyelt jelenségek alapján új magyarázatok születnek.
Együttműködésen alapuló kutatás ( <i>Collaborative inquiry</i> )	A tanulók csoportokban vagy párokban vesznek részt a vizsgálatokban, hogy megválaszolják a kérdéseket mobiltechnológia segítségével.
Kollektív egész osztályos kutatás ( <i>Collective whole-class inquiry</i> )	A tanulók osztályszinten vesznek részt a problémák megvitatásában és a közös cél érdekében való munkában a mobiltechnológia segítségével.
Játékelemekkel történő kutatás ( <i>Inquiry with a game component</i> )	A tanulók egy játékot használnak tananyagként, és vizsgálatokat végeznek egy adott probléma megoldására a mobiltechnológia segítségével.

A hagyományos tudományos és az együttműködésen alapuló kutatásra egyaránt példa a „Fiatal régészek” (Efstathiou et al., 2017), ami egy olyan kiterjesztett valóság (*Augmented Reality, AR*) alkalmazása, amelyet az általános iskolás diákok történelmi gondolkodásának

elősegítésére fejlesztettek ki. A kiterjesztett valóság egyesíti a valós és a virtuális világot. Olyan technológia, amely digitális elemekkel, például 3D-animációkkal, képekkel és videókkal gazdagítja a valós világot. A valós és a virtuális világ koherenciáját egy digitális eszközhöz csatlakoztatott kamera biztosítja. Az AR különféle eszközökkel használható, például okostelefonokkal, táblagépekkel, laptopokkal, számítógépekkel vagy fejre szerelhető kijelzőkkel. Ezen esetek bármelyikében a digitális elemek a felhasználó valós nézetére vannak építve. Az AR-t az IBL kontextusában többnyire sikeresen alkalmazzák kognitív, ritkábban motivációs és érzelmi tanulási célok elérése érdekében (Abonyi-Tóth & Turcsányi-Szabó, 2015; Klopfer & Squire, 2008; Pedaste et al., 2020). Efstathiou és munkatársai (2017) „Fiatalkor régészek” foglalkozása egy helyi régészeti lelőhelyen játszódik, és bevonja a tanulókat a kutatásba, hogy megértsék, miért döntöttek úgy az újkőkor emberei, hogy letelepednek ezen a helyen. A tevékenység során a tanulók párban dolgoznak egy alkalmazással felszerelt táblagépen. Az alkalmazás segítségével öt csatlakozási pontot (*hotspots*) érintenek, melyek végigvezetik őket olyan helyeken, amelyek segíthetnek felfedezni, miért döntöttek úgy a neolitikus telepések, hogy ott élnek.

Az abduktív tudományos kutatást mutatja be a „ThinkLearn”, ami egy IBL-t támogató eszköz. A tanulóknak valós idejű tudományos kísérletet kell végezniük egy laboratóriumban, majd egy konkrét példában össze kell hasonlítaniuk, hogy három különböző felületi színű konzervdoboz hogyan sugároz hőenergiát. Az eszköz segíti a tanulókat a megfigyelt jelenségek magyarázatában (Ahmed & Parsons, 2014).

A kollektív egész osztályos kutatásban egy digitálisan közvetített „okos osztályterem” új formája jelenik meg, ahol a tanulókat személyes tanulási eszközökkel támogatják. Az EvoRoom (Lui et al., 2014) egy intelligens osztálytermi környezethez tervezett, magával ragadó szimuláció. A tanulók a borneói esőerdőben érezhetik magukat, amit két nagy kijelzőn keresztül tapasztalhatnak meg. Interaktív táblák is segítik a tanulást, továbbá a szimulációs fájlok hálózatba kötöttek, és egy egyedi alkalmazással vezérelhetők, ami lehetővé teszi a tanár számára, hogy kezelje a tevékenység egyes részeiben eltöltött időt, és szabályozza a pedagógiai folyamatot a teremben. A tanulók a szimulációkkal párhuzamosan tervezett kollektív kutatásalapú tevékenységek során egész osztályként vesznek részt a kutatásban. A kollektív vizsgálat során a tanulókat arra ösztönzik, hogy mélyítsék el a tananyagot és fejlesszék saját megértésüket, de a hangsúly a kollektív tudás kialakításán van.

A játékelemekkel történő, mobiltechnológiával támogatott IBL-re példa Kalz és munkatársainak (2014) kutatása, melyben olyan kutatásalapú projektben vettek részt a tanulók, ahol az okostelefonjukon megjelenő játékelemek segítették a kutatást. A projektet a tanulók az energiafogyasztás témájának általános bemutatásával és az adatgyűjtő applikáció megismerésével kezdték. Kis csapatokban kutatási kérdéseket tettek fel, közösen döntöttek el, hogyan oldják meg a feladatot, adatokat gyűjtöttek és elemeztek, hogy megválaszolják a feltett kérdéseket, és az eredményeket poszterek formájában bemutatták egymásnak és a tanároknak. A projekt során a tanulók megfigyelések és mérések végzésével, számításokkal, információk elemzésével és értelmezésével, valamint az eredmények közlésével sajátítottak el és alkalmaztak olyan fogalmakat, mint a villamos energia, az energiafogyasztás és az energiahatékonyság.

### *Az mIBL alkalmazási lehetőségei*

A továbbiakban néhány, természettudományos tartalmú példát mutatunk be az mIBL alkalmazására. Először táblagépeken, majd mobiltelefonon futó alkalmazásokat tárgyalunk.

Hsu és munkatársai (2015) kifejlesztettek egy web- és együttműködésen alapuló rendszert, a táblagépen futó ASIS-t (*Argumentative Scientific Inquiry System*). Az ASIS-t úgy építették



fel, hogy segítse a tanulókat tudományos magyarázatok megalkotásában a tudományos kutatás folyamata során. A *Think-Pair-Share* megközelítést alkalmazták: a tanár feltesz egy tudományos kérdést, a tanulók először egyénileg gondolkodnak a kérdésem, majd párokban megvitatják, végül megosztják ötleteiket az osztállyal. Ehhez kétféle interfészt hoztak létre az ASIS-ben: (1) egy vitafelületet, ami lehetővé teszi, hogy érvelési vázak, elemek használata nélkül, szabadon vegyenek részt a diskuszióban; (2) egy strukturált érvelési felületet, ami szisztematikus érvelési vázakat tartalmaz. A tanulókat két csoportra osztották, mindkét csoport használhatta a vitafelületet, ugyanakkor a strukturált érvelési felületet csak az egyik. Eredményeik alapján a strukturált érvelési felületet is alkalmazó tanulók szignifikánsan nagyobb mértékben fejlődtek a tudományos magyarázatok megalkotásában. Ez a kutatás azt bizonyítja, hogy kész elemekkel, megfelelő támogatással hatékonyan fejleszthető olyan bonyolult kutatási készség is, mint a tudományos magyarázatok megalkotása (Yang et al., 2022).

Hwang és Chen (2017) az 5E oktatási modellt (Bybee et al., 2006) és a játékalapú tanulást ötvözve egy játékos kutatásalapú környezetet hoztak létre és próbálták ki 11-12 éves tanulók körében. Az 5E modellben a tanulási folyamat öt fázisból áll: (1) elköteleződés (*engagement*), (2) felfedezés (*exploration*), (3) magyarázat (*explanation*), (4) feldolgozás (*elaboration*) és (5) értékelés (*evaluation*). Az elköteleződés fázisban a tanulói kíváncsiság felkeltése és az előzetes tudás mozgósítása történik; ezt követi a felfedezés, amikor a tanulók – felhasználva előzetes tudásukat – új ötleteket fogalmaznak meg, kérdéseket és lehetőségeket fedeznek fel, valamint vizsgálatokat terveznek és valósítanak meg. A magyarázat lépés a tanulókat a mélyebb megértés felé vezeti azáltal, hogy elmagyarázzák a fogalmat. A feldolgozás során a tanárok kihívás elé állítják és bővítik a tanulók fogalmi megértését és készségeit. Végül az értékelés lépésben a tanárok és a tanulók értékelik a tanulói fejlődést az oktatási cél elérése szempontjából (Bybee et al., 2006; Bybee, 2014).

Hwang és Chen (2017) kutatásában a tanulási tevékenység egy általános iskola tanulmányi kertjében valósult meg úgy, hogy részben a virtuális, részben a valós térben zajlott a kutatásalapú tanulás. A tanulóknak számos játékeladatot kellett megoldaniuk, melyek a környezet-szennyezés hatásának feltárását igényelték. Egy táblagép biztosította a szükséges útmutatást, a visszajelzést és a történetet, valamint QR-kódokat használtak annak biztosítására, hogy a tanulók a megfelelő oktatási kontextusban maradjanak. A QR-kódok összekötötték a virtuális és a valós teret, mivel a tanulóknak meg kellett keresniük a tanulmányi kertben elhelyezett kódokat, és azokat beolvastva kezdték el a virtuális tér feladatainak megoldását. Az 5E modell úgy jelent meg a tanulásban, hogy minden fázishoz feladatokat rendeltek. Például az elköteleződéshez kihívás-jellegű feladatokat (*challenge task*) társítottak, amelyek mozgósították a tanulók előzetes tudását, bevonva őket egy valós jelenség értelmezésébe, felkeltve a kíváncsiságukat. Az oktatási célú játékok szakirodalmából ismert ez a stratégia, azaz a narratíva alkalmazása, amely térben és időben a játék világába kalauzolja a játékost, ezáltal jelentős elköteleződést eredményez (Barab et al., 2010). Az mIBL hatására a tanulók tanulási teljesítménye és intrinzik motivációja is nőtt, emellett jelentősen javult a problémamegoldó képességük és a kritikai gondolkodásuk. A tanulók viselkedésének elemzéséből az is kiderült, hogy az mIBL a diákokat több terepmegfigyelésre, összehasonlításra és adatkeresésre ösztönözte a valós térben történő feladatok megoldása során, mint a hagyományos kutatásalapú tanulást folytató kontrollcsoport tagjait (Hwang & Chen, 2017).

A QR-kódok oktatási alkalmazásának lehetőségei, módszertani kérdései megjelennek a hazai szakirodalomban (l. pl. Abonyi-Tóth & Turcsányi-Szabó, 2015; Pluhár & Viniczai, 2011) és a természettudományos tananyagokban, oktatási segédanyagokban is. Például Farsang és munkatársai (2020) a földrajz tantárgy tanításához készítettek feladatlapokat, melyek közép-

pontjában egy-egy probléma áll. A problémaalapú tanulás (*problem-based learning, PBL*) során QR-kódok segítségével különböző online tartalmak, például cikkek és videók érhetők el. Ezáltal a jelenségek mögött meghúzódó természeti folyamatok és azok társadalmi-gazdasági hatásai is könnyen beépíthetők a tanítási-tanulási folyamatba, melyek támogatják a tanulókat a komplex földrajzi szemlélet kialakításában.

Mivel Afikah és munkatársai (2022) alapján a tanulási célok eléréséhez legmegfelelőbb mobiltechnológia a mobiltelefon, ezért érdemes kitérni a mobiltelefonokon futó különböző alkalmazásokra (applikációkra) is. Az IBL oktatási aspektusait támogató alkalmazások kilenc funkcionális jellemzője ismert: ujjbeggyel történő interakció, grafikus megjelenítés, tájékoztató anyagok, helyalapú szolgáltatások, offline hozzáférés, kérdés szerinti keresés, idővonalgörgetés, felhasználói útmutatók és zoomvezérlés (Liu et al., 2021a). A természettudományos tanulásra szánt mobilalkalmazások számos hasonló tervezési funkciót kínálnak, ilyen például a technológiaalapú támogatások, helymeghatározó funkciók, vizuális/audio reprezentációk, digitális tudásépítő eszközök, digitális tudásmegosztási mechanizmusok és differenciált szepek (Zydney & Warner, 2016).

Song és munkatársai (2012) kutatásukban célalapú megközelítést (*goal-based approach*) alkalmaztak a pedagógiai tervezés során. Az okostelefonon lévő mobil tanulási környezet rendszer (*mobile learning environment system*) a tanulók kutatási folyamatát személyre szabottan támogatta. A tanulók a spenót és a pillangó életciklusát vizsgálták. A tanulási folyamat több lépésből állt: a terepbejárás tanulási céljainak és stratégiáinak megértése és kérdésfelvetés; tanórán kívüli terepi megfigyelések; megfigyelés utáni reflexió; adatgyűjtés és az életciklusok fogalmi meghatározása a terepbejárás során; otthoni kísérletezés a spenót természetével és a lepkenével kapcsolatban; animációk és produktumok készítése a spenót és a pillangó életciklusának jellemzésére a gyakorlati tapasztalatok alapján egyénileg, otthon vagy az osztályban; valamint az eredmények megosztása és értékelése a tanórán.

Premthaisong és munkatársai (2017) virtuális kutatásalapú kémialaboratóriumot alkalmaztak a koncentráció témakörének 4-5 fős csoportban történő tanulásához. A kontrollcsoport valós laboratóriumi munkán keresztül foglalkozott a témakörrel, és papír-ceruza módszerrel számolta ki a koncentrációt. A kísérleti csoportot két további csoportra osztották. Az egyik egy virtuális laboratóriumban dolgozott, ahol okostelefonjaikon egy szimuláció segítségével számolták ki a koncentrációt: a tanulók okostelefonjuk kamerájával mérték az oldat színét, majd egy interaktív táblázat segítségével kiszámolták az oldat koncentrációját. A másik csoport a valós térben és a virtuális laboratóriumban is dolgozott: az oldat koncentrációját az okostelefonjukon lévő szimuláció segítségével határozták meg, majd ezt követően papír-ceruza módszerrel is kiszámolták. Az eredmények azt mutatták, hogy a tanulók pozitívan értékelték a virtuális laboratóriumot, ugyanakkor elkötelezettek voltak a tényleges laboratóriumi tevékenységekkel való tanulás iránt is.

## Összegzés

A mobil tanulás során fontos külön kezelni az alkalmazott mobiltechnológiát és a tanulási elméletet. Ehhez a mobil tanulás definíciójából érdemes kiindulni: a mobil tanulás különböző mobil és kézben tartható informatikai eszközök segítségével megvalósuló tanulás/tanítás, mely során fontos aspektus a többféle kontextus és a médiával, oktatókkal, társakkal, szakértőkkel és a világgal való kapcsolat (Bernacki et al., 2020; Burden & Kearney, 2018; Thüs et al., 2012). A mobil tanulás nem öncélú tevékenység, mindig valamilyen tanulási megközelítéssel, céllal kapcsolják össze, így biztosítva a tanulás hatékonyságát, és leginkább a behaviorista, a konst-

ruktivista, a szituatív és a kollaboratív tanulás elemeihez kötődik. A természettudományos nevelésben leggyakrabban használt tanulási megközelítések, oktatási módszerek a kollaboratív tanulás, a kutatás-, a projekt-, a probléma- és a játékalapú tanulás, valamint a tükrözött osztálytermi tanulás (Afikah et al., 2022). A leggyakrabban alkalmazott mobiltechnológia az okostelefon (Afikah et al., 2022; Crompton & Burke, 2018).

Fontos kérdés, hogy a IBL mely pontján és hogyan segít a mobiltechnológia. A tanulmányban bemutatunk olyan példát, ahol a Bybee és munkatársai (2006) 5E modelljét alkalmazva, a teljes kutatási folyamaton végigvezette a tanulókat az mIBL (Hwang & Chen, 2017). Ugyanakkor olyan példát is ismertettünk, amelyben egy adott kutatási készségnek, a tudományos magyarázatok megalkotásának segítése került a fókuszba (Hsu et al., 2015). A mobiltechnológia tehát a kutatás egy-egy fázisát, ám akár minden lépését is támogathatja. Az mIBL jellege függ a pedagógiai céltól, és befolyásolja az egyes fejlesztések mögött meghúzódó tanuláselmélet, oktatási modell is.

A nemzetközi szakirodalomban a mobiltechnológiával támogatott kutatásalapú tanulással kapcsolatban gyakran kiemelik a zökkenőmentes („*seamless*”) tanulást (Suárez et al., 2018; Thüs et al., 2012). Ugyanakkor az mIBL tanórai integrációja korántsem zökkenőmentes. Liu és munkatársai (2021b) alapján az mIBL-lel kapcsolatban gyakran jelent nehézséget a hozzáférés a (1) mobil eszközökhöz, alkalmazásokhoz/szoftverrendszerekhez és csatlakozás a hálózathoz vagy a WiFi-hez, (2) a releváns digitális tartalomhoz helyi nyelveken, (3) a mobilalkalmazások/szoftverrendszerek által biztosított kiváló minőségű funkciókhoz a különböző képességszintű és tanulási stílusú tanulók számára, (4) a mobil eszközök, alkalmazások/szoftverrendszerek és digitális források használatában jártas oktatókhoz. A felsorolt nehézségeket mindenképpen figyelembe kell venni a mIBL tervezése és alkalmazása során.

A mobil tanulás területén még számos kutatási kérdés és jövőbeli kutatási irány azonosítható, melyre jelen tanulmányban nem térünk ki. Például a terület kutatói felhívják a figyelmet arra, hogy az informális térben mutatkozó előnyöket a formális tanulás során is érdemes megteremteni és kihasználni. Az oktatási célú fejlesztések során a kutatóknak egyértelműbb kapcsolatot kell teremteniük a mobil tanulási környezet oktatási alapelvei és a tervezés között annak érdekében, hogy a mobil tanulás elméleti megfontolásai minél jobban implementálhatók legyenek a gyakorlatba (Zydney & Warner, 2016). Célszerű figyelembe venni a technológia formális tanulásba való integrálásával kapcsolatos kihívásokat is, ilyen például az időhiány a tananyag feldolgozásában, a megfelelő tanulási környezet kialakításának nehézségei, valamint a tanárok jártassága és magabiztossága a technológia használatában (Ertmer, 1999). További kutatásra van szükség azzal kapcsolatban is, hogy a mobiltechnológiák milyen kölcsönhatásban vannak más, a tanulást befolyásoló változókkal (pl. motiváció, önszabályozás) és a különféle kontextusokkal (pl. tanórai, iskolai és iskolán kívüli tanulás). Az összefüggések feltárása és tanulmányozása elősegítheti olyan keretrendszerek kidolgozását, amelyek felkészítik a pedagógusokat a technológia tantervbe történő beépítésére, a szaktudományi, pedagógiai és technológiai tudásuk összekapcsolására, és ezáltal olyan technológiával támogatott tanulási környezeteket hozhatnak létre, amelyek kihasználják az egyre inkább mindenhol jelen lévő mobil eszközök előnyeit, és minimalizálják a kihívásokat (Bernacki et al., 2020; Crompton, 2017; Xie et al., 2019).

### *Köszönetnyilvánítás, támogatás*

A kutatást a Magyar Tudományos Akadémia Közoktatás-fejlesztési Kutatási Programja támogatta.

## Irodalom

- Abonyi-Tóth, A., & Turcsányi-Szabó, M. (2015). *A mobiltechnológiával támogatott tanulás és tanítás módszerei*. Educatio.
- Afikah, A., Astuti, S. R. D., Suyanta, S., Judadi, J., & Rohaeti, E. (2022). Mobile learning in science education to improve higher-order thinking skills (HOTS) and communication skills: A systematic review. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(7), 698–704. doi: [10.14569/ijacsa.2022.0130782](https://doi.org/10.14569/ijacsa.2022.0130782)
- Ahmed, S., & Parsons, D. (2014). A comparative analysis in evaluating ‘ThinknLearn’ from science educators and high school students perspectives. In M. Kalz, Y. Bayyurt, & M. Specht (Eds.), *Mobile as mainstream – Towards future challenges in mobile learning* (pp. 228–237). Springer. doi: [10.1007/978-3-319-13416-1\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-319-13416-1_22)
- Baek, E. O., & Guo, Q. (2019). Instructional design principles for mobile learning. In Y. A. Zhang & D. Cristol (Eds.), *Handbook of mobile teaching and learning* (pp. 1–22). Springer. doi: [10.1007/978-3-642-41981-2\\_111-1](https://doi.org/10.1007/978-3-642-41981-2_111-1)
- Bai, H. (2019). Pedagogical practices of mobile learning in K-12 and higher education settings. *TechTrends*, 63, 611–620. doi: [10.1007/s11528-019-00419-w](https://doi.org/10.1007/s11528-019-00419-w)
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26–29.
- Bano, M., Zowghia, D., Kearney, M., Schuckb, S., & Aubusson, P. (2018). Mobile learning for science and mathematics school education: A systematic review of empirical evidence. *Computers & Education*, 121, 30–58. doi: [10.1016/j.compedu.2018.02.006](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.02.006)
- Barab, S. A., Gresalfi, M., & Ingram-Goble, A. (2010). Transformational play: using games to position person, content, and context. *Educational Researcher*, 39(7), 525–536. doi: [10.3102/0013189x10386593](https://doi.org/10.3102/0013189x10386593)
- Basak, S. K., Wotto, M., & Bélanger, P. (2018). E-learning, m-learning and d-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-Learning and Digital Media*, 15(4), 191–216. doi: [10.1177/2042753018785180](https://doi.org/10.1177/2042753018785180)
- Becker, S., Klein, P., Göbbling, A., & Kuhn, J. (2020). Using mobile devices to enhance inquiry-based learning processes. *Learning and Instruction*, 69, Article 101350. doi: [10.1016/j.learninstruc.2020.101350](https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2020.101350)
- Benedek, A. (2007). Digitális pedagógia, mobil tanulás és új tudás. *Szakképzési Szemle*, 1, 7–19.
- Bernacki, M. L., Greene, J. A., & Crompton, H. (2020). Mobile technology, learning, and achievement: Advances in understanding and measuring the role of mobile technology in education. *Contemporary Educational Psychology*, 60, Article 101827. doi: [0.1016/j.cedpsych.2019.101827](https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101827)
- Burden, K., & Kearney, M. (2018). Designing an educator toolkit for the mobile learning age. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 10(2), 88–99. doi: [10.4018/ijmbl.2018040108](https://doi.org/10.4018/ijmbl.2018040108)
- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E Instructional Model: Personal reflections and contemporary implications. *Science and Children*, 51(8), 10–13. doi: [10.2505/4/sc14\\_051\\_08\\_10](https://doi.org/10.2505/4/sc14_051_08_10)
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, effectiveness, and applications. Executive summary*. BSCS.
- Constantinou, C. P., Tsivitanidou, O. E., & Rybska, E. (2018). What is inquiry-based science teaching and learning? In O. E. Tsivitanidou, P. Gray, E. Rybska, L. Louca, & C. P. Constantinou (Eds.), *Professional development for inquiry-based science teaching and learning. Contributions from science education research* (pp. 1–23). Springer. doi: [10.1007/978-3-319-91406-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91406-0_1)
- Crompton, H. (2013). A historical overview of mobile learning: Toward learner-centered education. In Z. L. Berge & L. Y. Muilenburg (Eds.), *Handbook of mobile learning* (pp. 3–14). Routledge. doi: [10.4324/9780203118764](https://doi.org/10.4324/9780203118764)
- Crompton, H. (2017). Moving toward a mobile learning landscape: Presenting a mlearning integration framework. *Interactive Technology and Smart Education*, 18(2), 97–109. doi: [10.1108/ITSE-02-2017-0018](https://doi.org/10.1108/ITSE-02-2017-0018)

- Crompton, H., & Burke, D. (2018). The use of mobile learning in higher education: A systematic review. *Computers & Education*, 123, 53–64. doi: [10.1016/j.compedu.2018.04.007](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.007)
- Crompton, H., Burke, D., & Gregory, K. H. (2017). The use of mobile learning in PK-12 education: A systematic review. *Computers & Education*, 110, 51–63. doi: [10.1016/j.compedu.2018.04.007](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.04.007)
- Csíkós, Cs., Korom, E., & Csapó, B. (2016). Tartalmi keretek a kutatásalapú tanulás tudáselemeinek értékeléséhez a természettudományokban. *Iskolakultúra*, 26(3), 17–29. doi: [10.17543/ISKKULT.2016.3.17](https://doi.org/10.17543/ISKKULT.2016.3.17)
- Danish, J., & Hmelo-Silver, C. E. (2020). On activities and affordances for mobile learning. *Contemporary Educational Psychology*, 60, Article 101829. doi: [10.1016/j.cedpsych.2019.101829](https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101829)
- Dewey, J. (1938). Logic: The theory of inquiry. In J. A. Boydston (Ed.), *John Dewey: The later works* (pp. 1925–1953). Southern Illinois University Press.
- Efstathiou, I., Kyza, E. A., & Georgiou, Y. (2017). An inquiry-based augmented reality mobile learning approach to fostering primary school students' historical reasoning in non-formal settings. *Interactive Learning Environments*, 26(1), 22–41. doi: [10.1080/10494820.2016.1276076](https://doi.org/10.1080/10494820.2016.1276076)
- El-Hussein, M. O. M., & Cronje, J. C. (2010). Defining mobile learning in the higher education landscape. *Journal of Educational Technology & Society*, 13(3), 12–21.
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47–61. doi: [10.1007/bf02299597](https://doi.org/10.1007/bf02299597)
- Farsang, A., Szilassi, P., Csíkós, Cs., Szöllősy, L., Kádár, A., Pirkhoffer, E., Pál, V., M. Császár, Zs., & Teperics, K. (2020). Egy tanulóközpontú módszertani eszköztár fejlesztése Magyarország földrajzának tanításához. *Geometódika*, 4(3), 33–47.
- Fradd, S. H., Lee, O., Sutman, F. X., & Saxton, M. K. (2001). Promoting science literacy with English language learners through instructional materials development: A case study. *Bilingual Research Journal*, 25(4), 417–439. doi: [10.1080/15235882.2001.11074464](https://doi.org/10.1080/15235882.2001.11074464)
- Gerard, L. F., Varma, K., Corliss, S. B., & Linn, M. C. (2011). Professional development for technology-enhanced inquiry science. *Review of Educational Research*, 81(3), 408–448. doi: [10.3102/0034654311415121](https://doi.org/10.3102/0034654311415121)
- Herzog, C., & Racsko, R. (2016). Táblagép az osztályteremben: az új tanulási környezettel kapcsolatos tanári tapasztalatok. *Iskolakultúra*, 26(10), 3–22. doi: [10.17543/ISKKULT.2016.10.3](https://doi.org/10.17543/ISKKULT.2016.10.3)
- Hmelo-Silver, C., Duncan, R. G., & Chinn, C., (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. doi: [10.1080/00461520701263368](https://doi.org/10.1080/00461520701263368)
- Hsu, C-C., Chiu, C-H., Lin, C-H., & Wang, T. I. (2015). Enhancing skill in constructing scientific explanations using a structured argumentation scaffold in scientific inquiry. *Computers & Education*, 91, 46–59. doi: [10.1016/j.compedu.2015.09.009](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.09.009)
- Hwang, G-J., & Chen, C-H. (2017). Influences of an inquiry-based ubiquitous gaming design on students' learning achievements, motivation, behavioral patterns, and tendency towards critical thinking and problem solving. *British Journal of Educational Technology*, 48(4), 950–971. doi: [10.1111/bjet.12464](https://doi.org/10.1111/bjet.12464)
- Inel-Ekici, D., & Ekici, M (2022). Mobile inquiry and inquiry-based science learning in higher education: advantages, challenges, and attitudes. *Asia Pacific Education Review*, 23, 427–444. doi: [10.1007/s12564-021-09729-2](https://doi.org/10.1007/s12564-021-09729-2)
- Jones, A. C., Scanlon, E., & Clough, G. (2013). Mobile learning: Two case studies of supporting inquiry learning in informal and semiformal settings. *Computers & Education*, 61, 21–32. doi: [10.1016/j.compedu.2012.08.008](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.08.008)
- Kalz, M., Firssova, O., Börner, D., Ternier, S., Prinsen, F., Rusman, E., & Specht, M. (2014). Mobile inquiry-based learning for sustainability education in secondary schools. *Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, Athens, Greece*, 644–646. doi: [10.1109/icalt.2014.189](https://doi.org/10.1109/icalt.2014.189)
- Kárpáti, A., Kis-Tóth, L., Racskó, R., & Antal, P. (2015). Mobil infokommunikációs eszközök a közoktatásban: iskolai beválás-vizsgálatok. *Információs Társadalom*, 15(1), 7–24. doi: [10.22503/infvars.XV.2015.1.1](https://doi.org/10.22503/infvars.XV.2015.1.1)

- Kétyi, A. (2016). Egy mobil nyelvtanulási applikáció használata és tapasztalatai a nyelvoktatásban. In *Módszertani kísérletek* (pp. 63–70). Budapesti Gazdasági Egyetem.
- Khaddage, F., Müller, W., & Flintoff, K. (2016). Advancing mobile learning in formal and informal settings via mobile app technology: Where to from here, and how? *Educational Technology & Society*, *19*(3), 16–26.
- Kim, M. C., Hannafin, M. J., & Bryan, L. A. (2007). Technology-enhanced inquiry tools in science education: An emerging pedagogical framework for classroom practice. *Science Education*, *91*(6), 1010–1030. doi: [10.1002/sc.20219](https://doi.org/10.1002/sc.20219)
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, *41*(2), 75–86. doi: [10.1207/s15326985ep4102\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1)
- Kis-Tóth, L., Borbás, L., & Kárpáti, A. (2014). Táblagépek alkalmazása az oktatásban: tanári tapasztalatok. *Iskolakultúra*, *24*(9), 50–71.
- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives – The development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development*, *56*(2), 203–228. doi: [10.1007/s11423-007-9037-6](https://doi.org/10.1007/s11423-007-9037-6)
- Kőrösi, G., Námesztovszki, Zs., & Esztelecki, P. (2015). M-learning – a jelen vagy a jövő oktatási eszköze? *Új Pedagógiai Szemle*, *65*(1–2), 102–109.
- Kőrösné Mikis, M. (2007). Iskola falak nélkül – a mobil tanulás lehetőségei. *Új Pedagógiai Szemle*, *57*(3–4) 114–125.
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, *86*(3), 681–718. doi: [10.3102/0034654315627366](https://doi.org/10.3102/0034654315627366)
- Liu, C., Bano, M., Zowghi, D., & Kearney, M. (2021a). Analysing user reviews of inquiry-based learning apps in science education. *Computers & Education*, *164*, Article 104119. doi: [10.1016/j.compedu.2020.104119](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104119)
- Liu, C., Zowghi, D., Kearney, M., & Bano, M. (2021b). Inquiry-based mobile learning in secondary school science education: A systematic review. *Journal of Computer Assisted Learning*, *37*(1), 1–23. doi: [10.1111/jcal.12505](https://doi.org/10.1111/jcal.12505)
- Liu, M., Scordino, R., Geurtz, R., Navarrete, C., Ko, Y., & Lim, M. (2014). A look at research on mobile learning in K–12 education from 2007 to the present. *Journal of Research on Technology in Education*, *46*(4), 325–372. doi: [10.1080/15391523.2014.925681](https://doi.org/10.1080/15391523.2014.925681)
- Lui, M., Kuhn, A. C., Acosta, A., Quintana, C., & Slotta, J. D. (2014). Supporting learners in collecting and exploring data from immersive simulations in collective inquiry. *Proceedings of the 14th SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2103–2112. doi: [10.1145/2556288.2557162](https://doi.org/10.1145/2556288.2557162)
- Molnár, Gy., Turcsányi-Szabó, M., & Kárpáti, A. (2020). Digitális forradalom az oktatásban – Perspektívák és dilemmák. *Magyar Tudomány*, *181*(1), 56–67. doi: [10.1556/2065.181.2020.1.6](https://doi.org/10.1556/2065.181.2020.1.6)
- Molnár, P., Kárpáti, A., Tóth, E., & Tóth, K. (2013). Egy iskolai laptopprogram tanulságai: mobil számítógépek megjelenése a hazai iskolákban. *Iskolakultúra*, *13*(7–8), 61–83.
- Nagy, L. (2010). A kutatásalapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. *Iskolakultúra*, *20*(12), 31–51.
- National Research Council (NRC). (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. National Academy Press. doi: [10.17226/9596](https://doi.org/10.17226/9596)
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, *14*, 47–61. doi: [10.1016/j.edurev.2015.02.003](https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003)
- Pedaste, M., Mitt, G., & Jürivete, T. (2020). What is the effect of using mobile augmented reality in K12 inquiry-based learning?. *Education Sciences*, *10*(4), Article 94. doi: [10.3390/educsci10040094](https://doi.org/10.3390/educsci10040094)
- Pluhár, Zs., & Vinczai, Zs. (2011). QR kódok az oktatásban. In J. Ollé (Ed.), *III. Oktatás-Informatikai Konferencia. Tanulmánykötet* (pp. 236–241). ELTE Eötvös Kiadó.
- Premthaisong, S., Srisawasdi, N., & Pondee, P. (2017). Development of smartphone-based inquiry laboratory lessons in chemistry learning of solution and concentration: An evidence-based practice.

- In J. E. Guerrero (Ed.), *6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IAAI-AAI)* (pp. 579–584). The Institute of Electrical and Electronics Engineers. doi: [10.1109/iiiai-aaai.2017.118](https://doi.org/10.1109/iiiai-aaai.2017.118)
- Song, J. (2014). “Bring Your Own Device (BYOD)” for seamless science inquiry in a primary school. *Computers & Education*, *74*, 50–60. doi: [10.1016/j.compedu.2014.01.005](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.01.005)
- Song, J., Wong, L.-H., & Looi, C.-K. (2012). Fostering personalized learning in science inquiry supported by mobile technologies. *Educational Technology Research and Development*, *60*, 679–701. doi: [10.1007/s11423-012-9245-6](https://doi.org/10.1007/s11423-012-9245-6)
- Spronken-Smith, R., Angelo, T., Matthews, H., O’Steen, B., & Robertson, J. (2007). *How effective is inquiry-based learning in linking teaching and research?* [Paper prepared for An International Colloquium on International Policies and Practices for Academic Enquiry].
- Srisawasdi, N. (2011). Design of interactive computer-based laboratory tool for inquiry-based learning environment. In F.-Y. Yu, T. Hirashima, T. Supnithi, & G. Biswas (Eds.), *Proceedings of the 19th International Conference on Computers in Education* (pp. 244–246.). National Electronics and Computer Technology Center.
- Srisawasdi, N., Pondee, P., & Bunterm, P. (2018). Preparing pre-service teachers to integrate mobile technology into science laboratory learning: an evaluation of technology-integrated pedagogy module. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, *12*(1), 1–17. doi: [10.1504/IJMLO.2018.10009961](https://doi.org/10.1504/IJMLO.2018.10009961)
- Suárez, Á., Specht, M., Prinsen, F., Kalz, M., & Ternier, S. (2018). A review of the types of mobile activities in mobile inquiry-based learning. *Computers & Education*, *118*, 38–55. doi: [10.1016/j.compedu.2017.11.004](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.11.004)
- Szalay, L. (2022). Kutatásalapú kémianitás: Inquiry-based chemistry education. *Magyar Tudomány*, *183*, 1420–1429. doi: [10.1556/2065.183.2022.11.5](https://doi.org/10.1556/2065.183.2022.11.5)
- Thüs, H., Chatti, M. A., Yalcin, E., Pallasch, C., Kyrlyiuk, B., Mageramov, T., & Schroeder, U. (2012). Mobile learning in context. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, *4*(5–6), 332–344. doi: [10.1504/ijtel.2012.051818](https://doi.org/10.1504/ijtel.2012.051818)
- Veres, G. (2010). Kutatásalapú tanulás – a feladatok tükrében. *Iskolakultúra*, *20*(12), 61–77.
- Wenning, C. J. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal of Physics Teacher Education Online*, *4*(2), 21–24.
- Williams, P. J., Nguyen, N., & Mangan, J. (2017). Using technology to support science inquiry learning. *Journal of Technology and Science Education*, *7*(1), 26–57. doi: [10.3926/jotse.234](https://doi.org/10.3926/jotse.234)
- Xie, K., Heddy, B. C., & Vongkulluksn, V. W. (2019). Examining engagement in context using experience-sampling method with mobile technology. *Contemporary Educational Psychology*, *59*, Article 101788. doi: [10.1016/j.cedpsych.2019.101788](https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101788)
- Yang, F.-J., Su, Ch.-Y., Xu, W.-W., & Hu, Y. (2022). Effects of developing prompt scaffolding to support collaborative scientific argumentation in simulation-based physics learning. *Interactive Learning Environments*, *1–16*. doi: [10.1080/10494820.2022.2041673](https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2041673)
- Zacharia, Z. C., Manoli, C., Xenofontos, N., de Jong, T., Pedaste, M., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Maeots, M., Siiman, L. & Tsourlidaki, E. (2015). Identifying potential types of guidance for supporting student inquiry when using virtual and remote labs in science: A literature review. *Educational Technology Research and Development*, *63*, 257–302. doi: [10.1007/s11423-015-9370-0](https://doi.org/10.1007/s11423-015-9370-0)
- Zhang, L. (2016). Is inquiry-based science teaching worth the effort? Some thoughts worth considering. *Science & Education*, *25*, 897–915. doi: [10.1007/s11191-016-9856-0](https://doi.org/10.1007/s11191-016-9856-0)
- Zydney, J. M., & Warner, Z. (2016). Mobile apps for science learning: Review of research. *Computers & Education*, *94*, 1–17. doi: [10.1016/j.compedu.2015.11.001](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.001)

## ABSTRACT

### MOBILE TECHNOLOGY-SUPPORTED INQUIRY-BASED LEARNING

Lilla Bónus & Erzsébet Korom

Keywords: mobile technology, mobile learning, inquiry-based learning, science education

Learning supported by mobile technology is extremely popular today because these technologies can support learning in different contexts. Mobile phones, e-book readers, MP3 and portable media players, tablets, laptops, smartphones, and GPS receivers can be considered mobile technology. As it can be seen from this list, they are different IT devices that can be held in the hand. Since they are portable devices, they enable learning regardless of time and place. The learning and teaching processes realized with mobile technology are called mobile learning (m-learning). Not only the device but also the student and learning are mobile. In the 2000s, research was published in the international literature in which mobile technologies supported learning by supplementing inquiry-based learning (IBL). Mobile technology-supported inquiry-based learning (mIBL) offers potential opportunities to support different levels of inquiry and generate new types of research; it helps to arouse and maintain students' curiosity and motivation; it connects formal school and informal natural science learning related to everyday life. Although the research results so far show that mobile technology provides adequate support for IBL learning processes, practical strategies, recommendations, and guidelines are needed for further development and appropriate educational application. This study reviews the characteristics and practical applications of mobile learning through mobile technologies, emphasizing the support of inquiry-based learning.

Magyar Pedagógia, 122(2). 109–124. (2022)

doi: 10.14232/mped.2022.2.109

Bónus Lilla:  <https://orcid.org/0000-0003-3812-1644>

Szegedi Tudományegyetem Neveléstudományi Doktori Iskola

H-6722 Szeged, Petőfi Sándor sgt. 32–34.

bonus.lilla@edu.u-szeged.hu

Korom Erzsébet:  <https://orcid.org/0000-0001-9534-8146>

Szegedi Tudományegyetem Oktatásmélettudományi Tanszék

H-6722 Szeged, Petőfi Sándor sgt. 32–34.

korom@edpsy.u-szeged.hu