

**Majzik Tamás<sup>1</sup> – Molnár Gyöngyvér<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Moldvai Csángómagyarok Szövetsége, Szegedi Tudományegyetem<sup>2</sup> Neveléstudományi Intézet, MTA-SZTE Digitális Tanulási Technológiák Kutatócsoport, SZTE

# Induktív gondolkodás fejlesztése oktatási robotokkal támogatott fejlesztő környezetben

*A 21. század felgyorsult világában egyre nagyobb hangsúly kerül az új tudás elsajátítását és létrehozását támogató képesség jellegű tudásra, olyan gondolkodási képességekre (Pásztor, 2016) fejlesztésére, amelyek segítségével gyorsan és adaptívan lehet reagálni a munkaerőpiaci, valamint a mindennapi életben történő gyors változásokra.*

## Az induktív gondolkodás

**A** fejlesztendő gondolkodási képességek között különösen fontos az induktív gondolkodás, amely az új tudás megszerzésének alapvető eszköze (Csapó, 1998). Kiemelkedő szerepet játszik a tanulásban és a megszerzett tudás alkalmazásában. Magában foglalja az egyedi esetekről az általánosra való következtetés folyamatát, szabályok felismerését, illetve modellek alkotását (Molnár és Csapó, 2011). Az induktív gondolkodás tanítható, fejleszthető képesség (Csapó, 1998; Molnár, 2006, 2011). A fejlesztés korosztálytól függően történhet játékos, digitális eszközök, például oktatási robotok bevonásával is. Az oktatási robotikára elsősorban a kódolás és a programozás megszerzésének és megtanulásának motivációs bázisaként tekintünk (Fehér, 2020), de eszközként a gondolkodási képességek fejlesztésére is alkalmazható (Aknai, 2020). A tanulmányban az induktív gondolkodás modelljeinek, valamint kisiskoláskori fejleszthetőségének szakirodalmi áttekintése után egy, az oktatási robotikára építő, induktív gondolkodást fejlesztő programot, valamint kontrollcsoportos hatásvizsgálatának eredményeit ismertetjük. A kutatás eredményei megerősítik az induktív gondolkodás fejleszthetőségére vonatkozó korábbi empirikus vizsgálatok eredményeit (Molnár, 2006; Pásztor, 2016), miszerint jól megtervezett játékos programokkal hatékonyan fejleszthető a diákok e tanulás szempontjából fontos gondolkodási képessége.

### *Az induktív gondolkodás meghatározása és a fejlesztendő gondolkodási műveletek*

Ha az induktív gondolkodást a gondolkodási képességek rendszerében szeretnénk elhelyezni, akkor egy alapvető problémával találkozunk. A gondolkodási képességek leírására és egymáshoz való viszonyuk értelmezésére nem létezik egyetlen kizárólagos rendszer. Az indukció lényeges tulajdonságait más gondolkodási képességek és pszichológiai irányzatok viszonylatában szükséges meghatározni (Pásztor, 2016). Az induktív gondolkodás jelentőségét bizonyítja, hogy változatos vonatkoztatási rendszerekben találkozunk

az értelmezésével: az intelligencia, a tanulási potenciál, a deduktív gondolkodás és a fogalmak fejlődésének területein (Csapó, 2002).

A kognitív pszichológia első nagy hulláma idején a *szabályindukció* vált az induktív gondolkodás központi témájává, amelyet a *problémamegoldással* összefüggésben vizsgáltak. Pólya György (1988) szintén kihangsúlyozta az indukció és az analógia jelentőségét. Kutatásaiban az induktív gondolkodás problémamegoldásban és feladatmegoldásban betöltött funkciójával foglalkozott (Csapó, 2002).

Több kutatás is tárgyalja az induktív gondolkodás és az *általános intelligencia*, a *g-faktor* kapcsolatát. Jelentős azoknak az intelligenciateszteknek a száma, amelyek induktív feladatokat tartalmaznak, vagy kizárólag induktív feladatokból állnak (Csapó, 1994). Az analógiák, a sorozatok folytatása és a csoportba nem tartozó elemek megtalálása (kizárás, „kakukktójás” feladatok), illetve a két dimenzióban, mátrixszerűen elrendezett elemek a leggyakoribbak ezekben a tesztekben (Csapó, 2002).

A nyolcvanas években egyre erőteljesebbé vált az a szemlélet, amely a tanulási képességeken keresztül értelmezi az intelligenciát. Ennek egyik meghatározó, összekötő eleme az induktív gondolkodás. Ropo (1987) a tanulás egyik készségeként határozza meg az induktív gondolkodást, míg Pellegrino és Glaser (1982) az általános képességek rendszerében tanulási adottságként definiálja. Klauer (1989) a tanulási képességek és az intelligencia fejlesztését összekapcsolta az általa kidolgozott feladatrendszerben (Csapó, 2002).

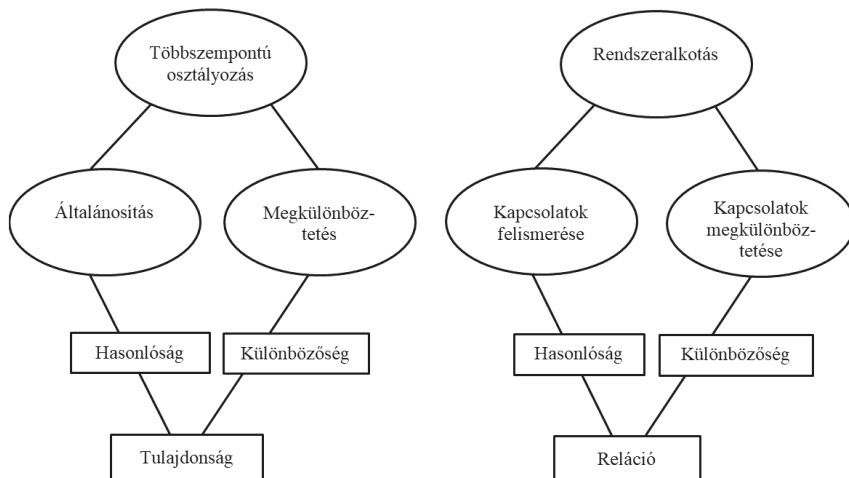
Az induktív gondolkodás hagyományos koncepciójának egyik megújító irányzata a deduktív gondolkodással állítja párhuzamba, meghatározva a hasonló és különböző tulajdonságokat. Sternberg (1986) szerint a két gondolkodási képesség megkülönböztetésének alapja az általa felállított három információfeldolgozó eljárás (szelektív átkódolás, szelektív összehasonlítás és szelektív kombinálás). Az induktív gondolkodás során a szelektív átkódolást és a szelektív összehasonlítást használjuk, míg a dedukció esetében a szelektív kombinálást alkalmazzuk. Ennis (1987) az induktív gondolkodást a képességek 12 elemből álló rendszerében önálló egységként értelmezi. Johnson-Laird (2006) a gondolkodás öt formája között tartja számon (asszociáció, számolás, kreativitás, indukció, dedukció). Az induktív gondolkodással kapcsolatban kiemeli, hogy segítségével új információ hozható létre. Gilhooly (1982) szerint az indukció a hipotézisek létrehozásában és a tesztelésben tölt be lényeges szerepet (Csapó, 2002).

Az induktív gondolkodást a fogalmak fejlődésén keresztül is lehet értelmezni. Egan és Greeno (1974) szerint a dolgok közös jegyeinek kiemelése és csoportosítása az indukció alkalmazásával valósul meg. Holyoak, Koh és Nisbet (1989) az induktív gondolkodásra alapozta a klasszikus kondicionálás új elméleteit (Csapó, 2002).

Az induktív gondolkodás egyik legrészletesebb és legkövetkezetesebb rendszerét Karl Josef Klauer dolgozta ki. Definíciója szerint az induktív gondolkodás szabályszerűségek és rendellenességek azonosítását jelenti (Klauer, 1997) azáltal, hogy tulajdonságok és relációk hasonlóságait, különbségeit, vagy együttesen megjelenő hasonlóságait és különbségeit azonosítjuk.

- A:  $\{a_1$ : hasonlóságokat;  $a_2$ : különbségeket;  $a_3$ : hasonlóságokat és különbségeket} fedezünk fel  
 B:  $\{b_1$ : tulajdonságok;  $b_2$ : relációk} tekintetében  
 C:  $\{c_1$ : verbális;  $c_2$ : képi;  $c_3$ : geometriai;  $c_4$ : számbeli;  $c_5$ : egyéb} dolgok vagy n nemű sorozatok között (Klauer, 1997. 86).

Az 1. ábra (Klauer, 1997) az induktív gondolkodáson belül megkülönböztetett műveletek (általánosítás, megkülönböztetés, többszemponútú osztályozás, kapcsolatok felismerése, kapcsolatok megkülönböztetése, rendszeralkotás) egymáshoz való viszonyát mutatja.



1. ábra. Az induktív gondolkodás műveleteinek rendszere (Klauer, 1997. 87. alapján)

### *Az induktív gondolkodás fejlesztése kisiskolás korban*

A tudomány-technika gyors fejlődésének köszönhetően a legtöbb területen ma még nem ismert, milyen tudásra lesz a diákoknak 10-20 év múlva szüksége az életben történő sikeres boldoguláshoz. Ennek következtében a kisiskolás diákokat olyan képességekkel kell felvértezni, amelyek segítségével a meglévő tudásukból új tudást tudnak létrehozni, valamint amelyek támogatják a korábban elsajátított ismeretek új, más kontextusban való alkalmazását (Molnár, 2006). Más, transzverzális képességekkel kapcsolatos kutatások rámutattak arra, hogy az induktív gondolkodás például a problémamegoldó képesség egy fontos komponens-képessége (Wu és Molnár, 2018), azaz fejlesztésével a diákok egy lényeges 21. századi képessége, a problémamegoldó képesség is fejlődik.

Összességében megállapítható, hogy a fejlesztendő gondolkodási képességek egyik legfontosabbika az induktív gondolkodás, amely jelentősen hozzájárul az új ismeretek megszerzéséhez és a tananyag megértéséhez (Molnár, 2006). Ez a képesség az új tudás megszerzésének egyik alapvető eszköze (Csapó, 2002), ennek ellenére az iskolai gyakorlatban sem hazai, sem külföldi viszonylatban nem találkozhatunk explicit fejlesztésével (Molnár, 2008).

## **Oktatási robotika – kihívások és lehetőségek**

### *A technológiai fejlődés hatásai*

A 21. század gyors technológiai fejlődése, változása jelentős hatást gyakorol a mindennapi életünkre, kapcsolattartási szokásainkra, kommunikációs lehetőségeinkre, vásárlási színtereinkre, illetve szórakozási szokásainkra is (Molnár, Turcsányi-Szabó és Kárpáti, 2019). A változások lehetőséget kínálnak a további fejlődésre, de egyben bizonytalanabbá teszik a jövőt. A technológia fejlődése a tanulás színterét is befolyásolja az óvodától a felsőoktatásig (Molnár, 2021). Ezzel párhuzamosan az elmúlt évtizedekben a munkahelyek jellege is megváltozott. A magasabb képességszintű emberek élveznek előnyt a munkaerőpiacon. Az alacsonyabb képzettséggel is elvégezhető munkaterületeket egyre

inkább átveszi a technológia, a gépesítés és a robotika (Molnár, Turcsányi-Szabó és Kárpáti, 2019). A 21. századi változások egyre inkább azt a felfogást erősítik, hogy az oktatásnak olyan technológiák használatára is fel kell készíteni a tanulókat, amelyek ma még nem is léteznek. Hogyan tud reagálni az iskola a bekövetkezett változásokra? Milyen ismeretekre és képességekre lesz szükségük a tanulóknak? Hogyan tudja azokat az iskola hatékonyan fejleszteni? Hogyan hat a technológiai fejlődés a gyerekek kreativitására és kifejezőképességére?

A technológiával támogatott oktatási eljárások – köztük az oktatási robotika – alkalmasak lehetnek a tanulás és oktatás folyamatainak megváltoztatására. Az oktatási robotok használata újfajta és érdekes eredményeket kínáló válasz a 21. század és az információs társadalom által feltett kérdésekre (Majzik, 2020).

#### *Az oktatási robotika meghatározása*

Az oktatási robotika meghatározásával kapcsolatban nincs teljes egyetértés a témakör szakértői körében (Aknai és Fehér, megjelenés alatt). Angel-Fernandez és Vincze (2018) szerint „az oktatási robotika az a terület, amelynek célja a diákok tanulási élményének növelése olyan tevékenységek, technológiák és tárgyak létrehozása és implementálása során, amiben a robotok aktív szerepet kapnak” (Aknai és Fehér, megjelenés alatt). Gaudiello és Zibetti (2016) a robotok oktatási használata kapcsán három kategóriát különböztet meg. *A robotika tanulása* a különféle robotok működésének, működtetésének, ezek megtervezésének, létrehozásának és alkalmazásának tanulmányozását jelenti. *A robotokkal való tanulás* során a tanár vagy diák segítőjeként jelennek meg az eszközök, illetve a tanulók motivációjának felkeltésében és fenntartásában játszanak szerepet. *A robotok használata által történő tanulásban* a gondolkodási műveletek fejlesztése valósul meg (Aknai és Fehér, megjelenés alatt).

Különféle robotokat manapság az élet számos területén használnak, de már a legkisebb gyerekek is találkozhatnak robotikai eszközökkel: a robotporszívó és a robotfűnyíró egyre több háztartásban megtalálható. A rajzfilmek, animációs filmek és a játékfilmek világa is gyakran foglalkozik ezzel a témával. A kisiskolások számára nem ismeretlenek a robotok, előzetes benyomásokkal és tapasztalatokkal rendelkeznek. Ezek ismeretében nem meglepő, hogy az oktatás világa is felfedezte a robotokat.

*Angel-Fernandez és Vincze (2018) szerint „az oktatási robotika az a terület, amelynek célja a diákok tanulási élményének növelése olyan tevékenységek, technológiák és tárgyak létrehozása és implementálása során, amiben a robotok aktív szerepet kapnak” (Aknai és Fehér, megjelenés alatt). Gaudiello és Zibetti (2016) a robotok oktatási használata kapcsán három kategóriát különböztet meg. A robotika tanulása a különféle robotok működésének, működtetésének, ezek megtervezésének, létrehozásának és alkalmazásának tanulmányozását jelenti. A robotokkal való tanulás során a tanár vagy diák segítőjeként jelennek meg az eszközök, illetve a tanulók motivációjának felkeltésében és fenntartásában játszanak szerepet. A robotok használata által történő tanulásban a gondolkodási műveletek fejlesztése valósul meg (Aknai és Fehér, megjelenés alatt).*

Az információs és kommunikációs technológiák „olyan eszközök, technológiák, szervezési tevékenységek, innovatív folyamatok összessége, amelyek az információ- és a kommunikációközlést, feldolgozást, áramlást, tárolást, kódolást elősegítik, gyorsabbá, könnyebbé és hatékonyabbá teszik” (Molnár, 2018). Ezen eszközök közé soroljuk az oktatási robotokat is, melyeket padlórobotoknak is hívnak, mivel padlón vagy asztalon mozognak. A hagyományos besorolás szempontjából a padlórobotok egyértelműen taneszköznek tekinthetők, hiszen alapvetően a tanítási folyamatban kapnak szerepet (Aknai és Fehér, 2019; Lénárd, 2018).

## A fejlesztő program bemutatása

### *A fejlesztő program előzményei*

A tanulmányban bemutatott fejlesztő program alapját Molnár (2006), valamint Pásztor (2016) kutatási eredményei képezték. Az általuk kidolgozott programok szintén Klauer rendszerére épülnek: 120 fejlesztő játékból, műveletenként 20 fejlesztőgyakorlatból állnak. A kidolgozás folyamán Csapó (2003) műveletbeli gazdagításra vonatkozó folyamatmodelljét vették alapul (Pásztor, 2016). Klauer (1989) és Molnár (2006) általános tartalmakat használtak, Pásztor (2016) pedig matematikai tartalomba ágyazta a fejlesztőprogramját.

### *Oktatási robotokkal támogatott fejlesztő környezet*

A fejlesztés eredményessége érdekében a programban felhasználjuk az oktatási robotika eszközeit és módszereit. A robotok használatával olyan belső motivációs háttérrel tudunk aktiválni, amely hagyományos eszközökkel csak nehezen elérhető (Aknai, 2020). Az egyre erőteljesebben digitalizálódó világban az induktív gondolkodás fejlesztésében jelentős motivációt biztosíthatunk a diákoknak az oktatási robotika segítségével. A motivációs hatás mellett a roboteszközök alapvető tulajdonságaival is megismerkednek a tanulók, amelyek a 1. táblázatban láthatóak. A Bee-Bot/Blue-Bot, Codey Rocky, Edison és Ozobot robotok alapvetően a kisiskolás korosztály számára tervezett eszközök, amelyek használatával a különböző robotikai tulajdonságok megtapasztalhatók.

1. táblázat. A fejlesztőprogramban található oktatási robotok robotikai tulajdonságai

Oktatási robot	Robotikai tulajdonság
Bee-Bot/Blue-Bot	A robot programozása az iránygombok segítségével.
Codey Rocky	A robot irányítása táblagép és applikáció segítségével.
Edison	A robot tapsvezérelt használata.
	A robot fénykövetés programjának használata.
Ozobot	A robot vonalkövetés programjának használata.
	A gyorsító sebességekód alkalmazása.
	A lassító sebességekód alkalmazása.
	A forgás kód alkalmazása.
	A cikk-cakk kód alkalmazása.
	A tornádó kód alkalmazása.
	A robot fényének megfigyelése.

### Kutatási kérdések

A kutatási kérdéseink az induktív gondolkodás fejlesztésének témái köré szerveződnek:

- K<sub>1</sub>: Fejleszhető-e és ha igen, milyen hatékonysággal az induktív gondolkodás az oktatási robotika motivációs bázisának bevonásával 1–4. évfolyamon (6–11 éves korban)?
- K<sub>2</sub>: Az oktatási robotikát mint eszközt alkalmazó induktív gondolkodást fejlesztő program milyen képességtartományban a leghatékonyabb?
- K<sub>3</sub>: A fejlesztés ugyanolyan hatékonysággal bír-e a lányoknál és a fiúknál?

### A fejlesztő program felépítése

A fejlesztő program szerkezetének kialakításakor Klauer (1997) induktív gondolkodásra vonatkozó modelljét, a gondolkodási műveletek és a feladattípusok meghatározásakor pedig Molnár (2006) programját vettük alapul. *Az induktív gondolkodás fejlesztése kiskorúakban* (Molnár, 2006) program fő szerkezete 120 feladatból, műveletenként 20-20 darabból áll (2. táblázat). A jelen kutatás keretein belül kidolgozott program 60 feladatot, műveletenként 10-10 darabot tartalmaz, illetve a manipulatív feladatoknál oktatási robotokat használ. A képek, a képeken megjelenő tárgyak és a problémák a mai gyerekek érdeklődési köréhez igazodnak.

2. táblázat. Az induktív gondolkodás kulcsfeladatai (Molnár, 2006. 70. alapján)

Alapstruktúra	Művelet	Feladatforma
Általánosítás	Ismertetőjegyek azonosságának felismerése	Csoportalkotás Csoportok kiegészítése Azonosságok megtalálása
Megkülönböztetés	Az ismertetőjegyek különbözőségének meghatározása	Kakukktojás megtalálása
Többszempon­tú osztályozás	Ismertetőjegyek azonosságának és különbözőségének felismerése	4×4-es séma 6×6-os séma 9×9-es séma
Kapcsolatok felismerése	Relációk azonosságának felismerése	Sorba rakás Sor kiegészítése Egyszerű analógia
Kapcsolatok megkülönböztetése	Relációk különbözőségének felismerése	Zavart sorozat
Rendszeralkotás	Relációk azonosságának és különbözőségének felismerése	Teljes analógiák

### Munkaformák, módszerek, szükséges eszközök

A fejlesztési folyamatban a diákok pár- vagy csoportmunkában vehettek részt, melynek során a tanulók tudatosan alkalmazták a gondolkodás alapvető műveleteit (Molnár, 2006). Minden esetben a fejlesztő pedagógus választhatta ki a foglalkozásokon alkalmazandó módszert (3. táblázat). A feladatokhoz tartozó robotikai tulajdonságok ismertetését,



bemutatását elsőnek a pedagógus végezte el. Amikor ismét előkerült egy már ismert robotikai tulajdonság, erre már nem volt szükség. A foglalkozás elején alkalmat biztosítottunk arra, hogy a gyermekek szabadon kipróbálhassák az oktatási robotokat, majd megmutattuk a tulajdonságaikat. A tényleges fejlesztést csak ezt követően kezdtük. A programban különböző eszközöket, oktatási robotokat használtunk (Blue-Bot, Codey Rocky, Edison, Ozobot), illetve ezekhez tartozó robotpályákat és egyéb kiegészítőket (táblagép, applikációk stb.).

3. táblázat. A fejlesztő program módszerei (Molnár, 2006. 72. alapján)

Módszer	Tanulók	Fejlesztés menete
Irányított felfedezés	Átlagos képességűek	A tanulók maguk fedezik fel a megoldás menetét, a feladattípusok sajátosságait, egyedül dolgozzák ki a megoldási és kontrollstratégiákat.
Hangos gondolkodás	Jó képességűek	Analitikus gondolkodás és érvelés.
Szóbeli utasítás	Átlag alatti képességűek	A pedagógus önmaga hangos kommentálása mellett mutatja meg a diákoknak, hogy hogyan kell a feladatot megoldani.

### A program kismintás kipróbálásának menete és főbb eredményei

#### *Minta*

A kutatásban a Romániában működő Moldvai Csángómagyar Oktatási Program hét oktatási helyszíne vett részt, összesen 108 első ( $N = 38$ ), második ( $N = 26$ ), harmadik ( $N = 28$ ) és negyedik ( $N = 16$ ) osztályos tanuló bevonásával (átlagéletkor = 8,31, szórás = 1,24). Egy oktatási helyszín három csoportjának 18 diákja alkotta a kísérleti csoportot ( $N_{1. \text{évfolyam}} = 8$ ,  $N_{2. \text{évfolyam}} = 4$ ,  $N_{3. \text{évfolyam}} = 5$ ,  $N_{4. \text{évfolyam}} = 1$ ), az elemzésbe bevont kontrollcsoport a diákszintű illesztés után a fennmaradó oktatási helyszínek tanulóiból állt ( $N = 90$ ).

A kísérleti csoporthoz illesztéssel válogattuk a kontrollcsoportbeli résztvevőket. Az illesztés fő kritériuma az induktív gondolkodás előmérésén nyújtott teljesítmény. Minden kísérleti csoportban részt vevő személy induktív gondolkodási eredményéhez hasonló eredményű 5 kontrollcsoportbeli személyt illesztettünk. Így 22 kontrollcsoportbeli diák eredményétől eltekintettünk az ekvivalens csoportok céljából. Az illesztés folyamán a csoportok évfolyam szerinti eloszlásának hasonlóságát is figyelembe vettük. Az anya iskolai végzettségét nem vettük figyelembe az illesztésnél, mivel a kísérleti csoportban részt vevők szülei nem érik el az érettségi végzettséget.

A kísérleti és kontrollcsoportban a diákok nemének, anyjuk iskolai végzettségének és életkoruk megoszlását a 4. és 5. táblázat mutatja. A kontrollcsoport diákjai csak az elő- és utótesztet oldották meg, a fejlesztő kísérlet alatt a megszokott módon folytatták a tanulmányaikat. A kísérleti csoport diákjainak jelentős részének legfeljebb általános iskolai végzettségű édesanyja van (4. táblázat). Nemek tekintetében közel azonos számban fordult elő fiú és lány a csoportban (5. táblázat). A kontrollcsoport diákjainak 33 százaléka nő fel olyan családban, ahol az anyának legfeljebb általános iskolai végzettsége van (4. táblázat). Több fiú volt a mintában, mint lány (5. táblázat).

4. táblázat. A kontroll- és a kísérleti csoportban lévő diákok édesanyja iskolai végzettségének eloszlása

Az anya iskolai végzettsége	Kontrollcsoport (N = 90)		Kísérleti csoport (N = 18)	
	Gyakoriság	%-os gyakoriság	Gyakoriság	%-os gyakoriság
Nem fejezte be az általános iskolát	2	2	6	33
Általános iskola	28	31	10	56
Szakiskola vagy szakmunkásképző	10	11	2	11
Érettségi	5	6	-	-
Főiskola (felsőfokú alapképzés)	-	-	-	-
Egyetem (felsőfokú mesterképzés)	2	2	-	-
Nem tudja	35	39	-	-

5. táblázat. A kontroll- és a kísérleti csoportban lévő diákok nemének és életkorának eloszlása

Az tanulók jellemzői		Kontrollcsoport (N = 90)		Kísérleti csoport (N = 18)	
		Gyakoriság	%-os gyakoriság	Gyakoriság	%-os gyakoriság
Nem	Fiú	54	60	10	56
	Lány	36	40	8	44
Életkor	6	1	1	2	11
	7	27	24	6	33
	8	17	19	7	38
	9	25	28	9	6
	10	17	19	2	11
	11	3	3	-	-

### Mérőeszköz

A nem formális oktatási struktúra keretein belül történő fejlesztés előtt a diákok megoldottak egy online induktív gondolkodás tesztet az eDia-rendszer (Molnár és Csapó, 2019; Molnár és mtsai, 2021) használatával. A teszt magyar nyelvű narrációval rendelkezett, azaz a gyerekek meghallgathatták a feladatok instrukciót, így a moldvai csángó tanulók magyar olvasási képességének esetleges fejletlensége nem befolyásolta az eredményeket. Összesen 33 itemből állt az induktív gondolkodás teszt, három itemcsoportra osztva: figurális sorozatok, figurális analógiák és számanalógiák. A teszt két, korábban szélesebb körben alkalmazott teszt feladatainak itemeiből állt össze. Az eredetileg papíralapú tesztet Molnár (2006) és Csapó (2003) dolgozta ki 1–2., illetve 3–12. évfolyamos diákok részére, majd megtörtént a feladatok digitalizálása, a tesztmédiium befolyásoló hatásának monitorozása (Csapó, Molnár és R. Tóth, 2009), illetve a tesztfeladatok nehézség szerinti összeskálázása (Molnár és Csapó, 2011). Ezen kutatási eredmények figyelembe vételével



dolgoztuk ki a kutatásban alkalmazott induktív gondolkodás tesztet. A teszt megbízhatósági mutatója megfelelő volt, az előteszt eredményei alapján számolva a Cronbach- $\alpha$  értéke (0,88).

### *Eljárások*

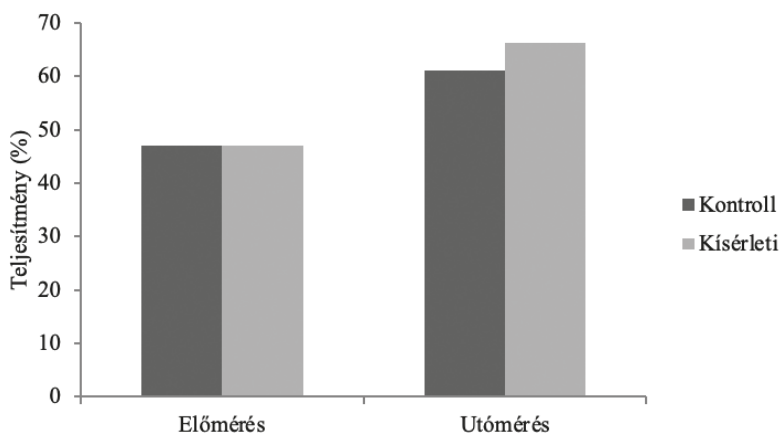
A teszt megoldása során segédeszközt nem használhattak a diákok, a feladatok megoldására 45 perc állt rendelkezésükre tanári felügyelet mellett. A feladatokat táblagépeken oldották meg a diákok a Moldvai Csángómagyar Oktatási Program nem formális foglalkozásain, többnyire délutánonként. A pedagógusok a mérést megelőzően egy felkészítő alkalmon vettek.

A kísérleti és kontrollcsoport előteszten és utóteszten mutatott teljesítményét független mintás t-próbával hasonlítottuk össze egymással. Az egyes csoportok saját magukhoz viszonyított fejlődését páros mintás t-próbával elemeztük. A fejlesztő hatás mértékének megállapításához a Cohen-féle  $d$  hatásméret-mutatót alkalmaztuk.

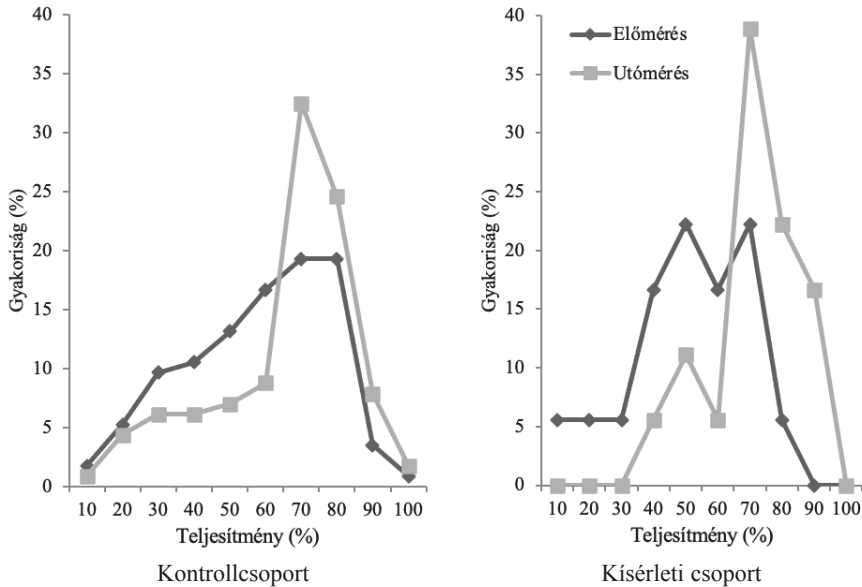
### *A fejlesztő program hatékonyságvizsgálatának eredményei*

A minél pontosabb összehasonlítás érdekében ugyanazt a tesztet alkalmaztuk az elő- és utómérés során. A mérőeszköz elő- és utómérésen mutatott megbízhatósága (Cronbach- $\alpha = 0,88$ , illetve  $0,89$ ) megfelelő volt. A kísérleti és a kontrollcsoport előteszten mért teljesítménye között nem volt szignifikáns különbség [ $Md_{\text{kontroll}} = 46,97\%$ ,  $Md_{\text{kísérleti}} = 46,97\%$ ,  $t(106) = 0,017$ ,  $p = 0,987$ ].

A kontrollcsoport és a kísérleti csoport elő- és utóteszten nyújtott teljesítményét a 2. ábra vizualizálja. A vizsgált képesség tekintetében mind a kontroll-, mind a kísérleti csoport átlagos teljesítménye szignifikáns fejlődést mutatott a fejlesztés időszaka alatt, azonban a kísérleti csoport a fejlesztés hatására az utóteszten szignifikánsan magasabban teljesített, mint a kontrollcsoport.



2. ábra. A kísérleti és kontrollcsoport elő- és az utómérésen nyújtott teljesítménye



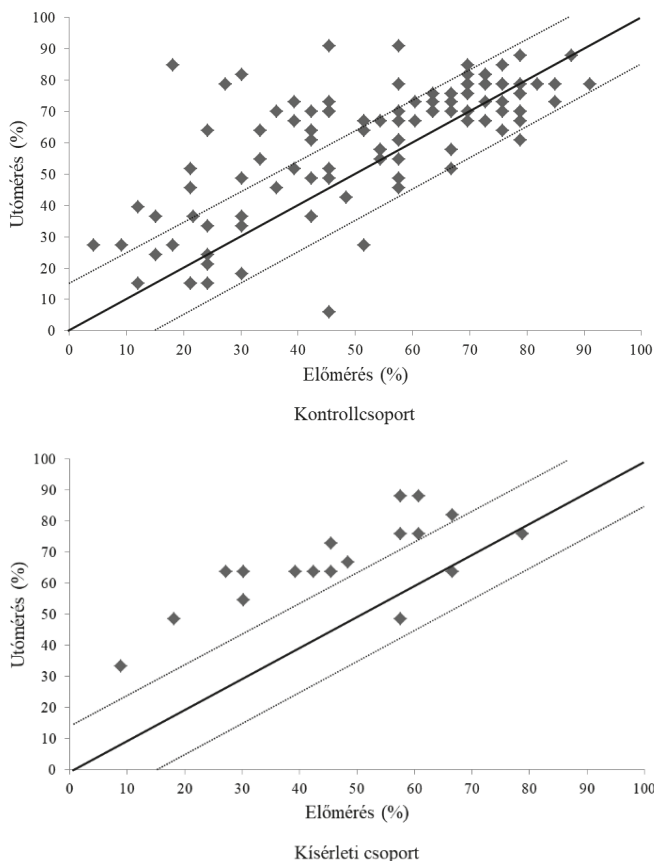
3. ábra. A kísérleti és kontrollcsoportban részt vevők eredményeinek eloszlási görbéje

A teljesítmények képességtartományok szerinti módosulásáról pontosabb képet ad az eloszlásgörbék változása, elő- és utóteszten nyújtott teljesítmény alapján tapasztalt eltolódása (ld. 3. ábra). A kontrollcsoport diákjainak teljesítményét mutató eloszlásgörbe változásából megállapíthatjuk, hogy a kontrollcsoportban a 20–60 százalékosan teljesítők aránya csökkent leginkább, ők tipikusan magasabb, 70–90%-os eredményt értek el az utómérésen. A kísérleti csoport eloszlásgörbéjének jobbra tolódása egyértelműen azt mutatja, hogy a kezdetben alacsony (0–60%) teljesítményt nyújtó diákok teljesítménye jelentősen nőtt az utómérés időpontjára. A magasabb képességtartományokban is megfigyelhető volt ez a tendencia. Az előteszten 60–80%-os képességtartományban teljesítő diákok fele jellemzően 90%-os teljesítményt nyújtott az utóteszten. Összefoglalóan megállapítható, hogy a kísérleti csoport tagjainak induktív gondolkodása fejlettségi szintjére képességszint-függetlenül pozitív, fejlesztő hatást gyakorolt a program.

A továbbiakban diákszintű bontásban elemezzük a teljesítmények változását. A 4. ábra minden egyes jelölője egy diákot reprezentál. A vízszintes (x) tengelyen az adott diák előteszten nyújtott teljesítménye szerint, a függőleges tengelyen (y) az utómérésen mutatott teljesítményük alapján helyeztük el a jelölőket. Ennek következtében az origóból induló folytonos vonalra illeszkedő személyek pontosan, számszerűen is azonos teljesítményt

*A teljesítmények képességtartományok szerinti módosulásáról pontosabb képet ad az eloszlásgörbék változása, elő- és utóteszten nyújtott teljesítmény alapján tapasztalt eltolódása (ld. 3. ábra). A kontrollcsoport diákjainak teljesítményét mutató eloszlásgörbe változásából megállapíthatjuk, hogy a kontrollcsoportban a 20–60 százalékosan teljesítők aránya csökkent leginkább, ők tipikusan magasabb, 70–90%-os eredményt értek el az utómérésen.*

nyújtottak az elő- és az utóteszten. A 2 szaggatott vonal a szórást jelzi, a szaggatott vonalon belül elhelyezkedő diákok statisztikai értelemben azonos teljesítményt nyújtottak az elő- és utómérésen. Az alsó szaggatott vonal alatt elhelyezkedők az előmérésen jelentősen magasabb eredményt értek el, mint az utómérésen, azaz teljesítményük gyengébbnek bizonyult az utómérés során. A felső szaggatott vonal felett elhelyezkedők teljesítménye statisztikai értelemben véve is javult, hiszen az utómérésen nyújtott teljesítményük szignifikánsan magasabbnak bizonyult az előteszten nyújtott teljesítményükhöz képest. A kontrollcsoport diákjainak döntő többsége statisztikai értelemben azonos teljesítményt nyújtott a két mérési időpontban. Néhányan gyengébben teljesítettek az utóteszten, mint az előteszten, illetve a diákok negyede-harmadának induktív gondolkodása explicit fejlesztés nélkül is fejlődött az érintett időintervallumban, ami arra utal, hogy a vizsgált életkor mindenképp szenzitív a fejlődés tekintetében. A kísérleti csoportban csupán 3 diák nyújtott szóráson belüli, hasonló eredményt, míg a többi diák szignifikánsan jobb teljesítményt mutatott a fejlesztés után, azaz a fejlesztő program jelentős hatást gyakorolt induktív gondolkodásuk fejlettségi szintjére.



4. ábra. A kísérleti és kontrollcsoport egyéni teljesítményeinek eloszlása az elő- és az utóteszten

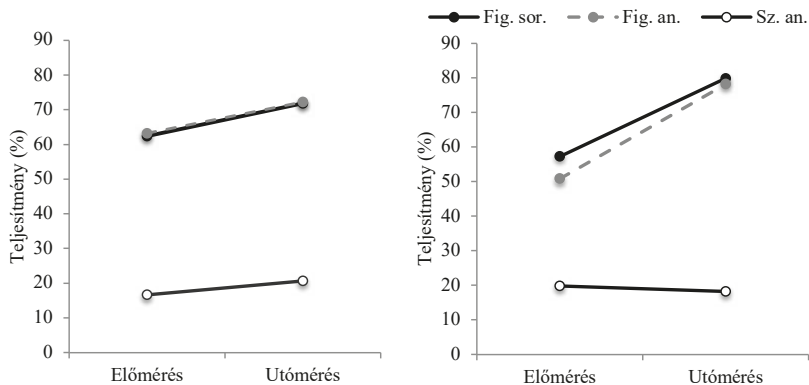
A kontrollcsoport és a kísérleti csoport teljesítményének nemek szerinti bontását, valamint a fejlesztés alatt történt teljesítményváltozást a 6. táblázat összegzi. Az előteszten a fiúk és a lányok között jelentős különbség volt, viszont az utóteszt teljesítményeiben,

valamint a fejlődés mértékében már nem volt megfigyelhető szignifikáns különbség a fiúk és a lányok között, a fejlesztő program ugyanolyan mértékben fejlesztette mindkét nem képviselőit.

6. táblázat. A kontrollcsoport és a kísérleti csoport teljesítményének átlaga és szórása nemek szerinti bontásban

Csoport	Nem	Előteszt (%)		Utóteszt (%)		Fejlődés Elő – utóteszt (%)	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
Kontroll	fiú	44,86	19,94	56,45	20,52	0,09	0,14
	lány	59,51	17,10	59,60	20,37	0,06	0,17
	Független mintás t teszt	t(88) = -1,145, p = 0,255		t(88) = -0,714, p = 0,477		t(88) = 0,427, p = 0,671	
Kísérleti	fiú	50,90	15,83	66,67	13,63	15,76	12,84
	lány	41,67	21,23	65,53	15,62	23,86	11,95
	Független mintás t teszt	t(16) = 1,060, p = 0,305		t(16) = 0,165, p = 0,871		t(16) = -1,372, p = 0,189	

Az 5. ábra két grafikonját összehasonlítva leolvasható, hogy az egyes itemcsoportok tekintetében milyen mértékű volt a fejlesztés hatása, mely területeken értek el a diákok jobb eredményt a fejlesztés következtében.



5. ábra. A kontroll- és a kísérleti csoport elő- és utómérésén mutatott átlagos eredménye az itemcsoportok tekintetében

A fejlesztő program hatására a legjelentősebb fejlődés a figurális analógiákban történt (27%), ezt követik a figurális sorozatok (23%). A számanalógiák esetében nem volt fejlődés [t(17) = 0,308, p = 0,762]. A figurális analógiák esetén jelentős fejlődés tapasztalható [t(17) = -5,446, p < 0,001], ahogy a figurális sorozatokban is [t(17) = -4,536, p < 0,001].

A kontrollcsoportban megfigyelhető fejlesztő program nélküli fejlődés a figurális analógiák [t(89) = -5,698, p < 0,001], figurális sorozatok [t(89) = -4,973, p < 0,001] és a numerikus analógiák [t(89) = -3,386, p < 0,001] esetében szignifikáns volt.

A program hatás mérete d = 0,75 (p < 0,01). Cohen (1988) hatás mérettel kapcsolatos kategorizálását alapul véve ez megközelíti az erős mértékű hatást.

## A fejlesztő program eredményeinek megvitatása

A kutatás eredményei alapján megállapítható, hogy a megfelelően integrált tanulásmódszertani elveket alkalmazva, az oktatási robotika motivációs bázisa segítségével eredményesen lehet a tanulók gondolkodási képességeit fejleszteni. A fejlesztő program hatására szignifikánsan javult a diákok induktív gondolkodásának fejlettségi szintje a 6 és 11 év közötti életkorban, csakúgy, mint a korábbi, hasonló struktúrájú fejlesztő programok esetében (Molnár, 2006; Pásztor, 2016). A vizsgált képesség tekintetében mind a kontroll-, mind a kísérleti csoport átlagos teljesítménye szignifikáns fejlődést mutatott a fejlesztés időszaka alatt, azonban a kísérleti csoport a fejlesztés hatására az utóteszten szignifikánsan magasabban teljesített, mint a kontrollcsoport. A fejlesztő programra irányuló  $H_1$  hipotézis megerősítést nyert.

A teljesítmények eloszlása közel teljes egyezőséget mutatott egymással, de az általános fejlődésen felül kimagaslóan jobb teljesítményt láthattunk a 70–90%-os tartományban. A kontrollcsoportban is láthatunk egy általános fejlődést, illetve 20–60%-os teljesítményről 60–90%-os teljesítményre eltolódást. A szakirodalom alapján (Pásztor, 2016) feltételezett  $H_2$  hipotézis megerősítést nyert.

A fejlesztés mértéke nem függ a nemtől, azaz a program ugyanolyan mértékben hatékony fiúknál és lányoknál. Az előteszten a fiúk és a lányok között jelentős különbség volt, viszont az utóteszt teljesítményeiben, valamint a fejlődés mértékében már nem volt megfigyelhető különbség a fiúk és a lányok között, a fejlesztő program ugyanolyan mértékben fejlesztette mindkét nem képviselőit. Ez az eredmény megegyezik a szakirodalom alapján feltételezettel (Csapó, 2003), tehát a  $H_3$  hipotézis is igazolva lett.

A fejlesztés hatásmérete,  $d = 0,75$  megközelíti az erős mértéket. Az eddigi magyarországi kísérletekre különböző hatásméret jellemző:  $d = 0,95$  (Molnár, 2006) és  $d = 0,47$  (Pásztor, 2016).

A korábbi vizsgálatok alapján (Molnár, 2006; Pásztor, 2016) megállapítható, hogy további korrekciók és fejlesztések szükségesek a jelenlegi hatásméret további növeléséhez. Ugyanakkor a fejlesztő kísérlet egy hosszabb kutatás első lépésének tekinthető, így az eredmények biztatóak.

A további fejlesztések és korrekciók a fejlesztő programot és a kísérlet kivitelezésének módszertani kérdéseit érintik. A továbbfejlesztés egyik iránya az oktatási robotikával történő tanulás eszköztárának mélyebb feltérképezése. Ez érinti a motivációt, a játék élvezhetőségének növelésére irányuló megoldásokat, illetve az induktív gondolkodási stratégiák hatékonyabb átadására vonatkozó törekvéseket. Az egyéni eredmények rámutattak arra, hogy nem minden tanulónál sikerült fejlesztő hatást elérni, a rosszul működő gyakorlatok átgondolásával ez az arány csökkenthető. A gyakorlatsor részletes vizsgálata alapján azt feltételezhetjük, hogy jelentős a programban a ki nem használt potenciál. Ezek biztosításával szintén feltételezhető a program hatásméretének javulása.

További terveink között szerepel a fejlesztő program bővítése. A jelenlegi programban 60 fejlesztő gyakorlat szerepel, a legideálisabb szám a 120 lenne, követve Klauer (1989) rendszerét.

Kutatásunk azt mutatta meg, hogy az oktatási robotika eszköztárát felhasználva készíthető olyan program, amivel eredményesen fejleszthető a kisiskolás diákok induktív gondolkodása. A kísérlet alapján arról nem kapunk információt, hogy ugyanazon mérőeszközzel vizsgált, de más típusú fejlesztő programhoz viszonyítva hol helyezkedik el az általunk kidolgozott program. A továbbiakban fontos lenne vizsgálni az esetleges placebohatást is.

Az eredmények általánosíthatóságát a minta kialakítása is korlátozza. A kísérleti csoportot egyetlen oktatási helyszínen alkotta, míg a kontrollcsoportot hat oktatási helyszínről

került ki. A kísérleti csoport osztályokra bontása aggályosnak látszik az 1 fős és 4 fős csoportok, illetve a fiú-lány elemszámok miatt. A mérések szerint a kísérlet időtartalma alatt a kontrollcsoport induktív gondolkodása is szignifikánsan fejlődött, ami a képességek természetes fejlődésének, a teszt-reteszt hatásnak köszönhető, illetve annak, hogy a kontrollcsoport egyes oktatási helyszínei is folytathattak olyan fejlesztő tevékenységet, ami az induktív gondolkodásukra is hatott. Az adatok ezeknek a tényezőknek a vizsgálataira nem nyújtanak lehetőséget.

A jövőbeni kutatások során érdemes lenne további mérőeszközökkel is kiegészíteni a hatékonyságvizsgálatot. Mivel több fejlesztő feladatban az oktatási robotok programozása is megjelenik, fontos lenne ezeknek az algoritmikus gondolkodásra, illetve problémamegoldó gondolkodásra gyakorolt hatását is mérni.

### Köszönetnyilvánítás, támogatás

A kutatást az OTKA K135727, illetve az MTA Közoktatás-fejlesztési Kutatási Pályázata támogatta (KOZOKT2021-16).

### Irodalom

- Aknai, D. O. (2020). A robotika szerepe az SNI tanulók fejlesztésében. *Gyermeknevelés*, 8(2), 146–163. DOI: [10.31074/gyntf.2020.2.146.163](https://doi.org/10.31074/gyntf.2020.2.146.163)
- Aknai, D. O. & Fehér, P. (2019). *Kalandozások robot-méhecskével – Problémamegoldás, gondolkodásfejlesztés padlórobotokkal*. Debreceni Egyetemi Kiadó.
- Aknai, D. O. & Fehér, P. (megjelenés alatt). Robotok alkalmazásának legújabb eredményei az általános iskolában – nemzetközi kitekintés.
- Angel-Fernandez, J. M. & Vincze, M. (2018). Towards a Formal Definition of Educational Robotics. In Zech, P. & Piater, J. (szerk.), *Proceedings of the Austrian Robotics Workshop 2018*. Innsbruck University Press DOI: [10.15203/3187-22-1-08](https://doi.org/10.15203/3187-22-1-08)
- Csapó, B. (1998). Az új tudás képződésének eszköze: az induktív gondolkodás. In Csapó, B. (szerk.), *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó. 261–290.
- Csapó, B. (2002). *Az iskolai tudás*. Osiris Kiadó.
- Csapó, B. (2003). *A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése*. Akadémiai Kiadó.
- Csapó, B., Molnár, G. & R. Tóth, K. (2009): Comparing paper-and-pencil and online assessment of reasoning skills: A pilot study for introducing TAO in large-scale assessment in Hungary. In Scheuermann, F. & Björnsson, J. (szerk.), *The transition to computer-based assessment: New approaches to skills assessment and implications for large-scale testing*. Office for Official Publications of the European Communities. 113–118.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Erlbaum.
- Egan, D. E. & Greeno, J. G. (1974). Theory of rule induction: Knowledge acquired in concept learning, serial pattern learning, and problem solving. In Gregg, L. W. (szerk.), *Knowledge and cognition*. Lawrence Erlbaum.
- Ennis, R. H. (1987). A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In Baron, J. B. & Sternberg, R. J. (szerk.), *Teaching thinking skills: Theory and practice*. W H Freeman / Times Books / Henry Holt & Co. 9–26.
- Fehér, P. (2020). „Húsz év múlva” – A digitális oktatás helyzete, eszközei, trendjei világszerte. *Gyermeknevelés*, 8(2), 350–372. DOI: [10.31074/gyntf.2020.2.350.372](https://doi.org/10.31074/gyntf.2020.2.350.372)
- Gaudiello, I. & Zibetti, E. (2016). *Learning Robotics, with Robotics, by Robotics: Educational Robotics. Vol. 3*. John Wiley & Sons, Inc. DOI: [10.1002/9781119335740](https://doi.org/10.1002/9781119335740)
- Gilhooly, K. J. (1988). *Thinking: Directed, undirected and creative*. Academic Press.
- Holyoak, K. J., Koh, K. & Nisbett, R. E. (1989). A theory of conditioning: Inductive learning within rule-based default hierarchies. *Psychological Review*, 96(2), 315. DOI: [10.1037/0033-295x.96.2.315](https://doi.org/10.1037/0033-295x.96.2.315)
- Johnson-Laird, P. N. (2006). *How we reason*. Oxford University Press.
- Klauer, K. J. (1989). *Denktraining für Kinder I*. Hogrefe.
- Klauer, K. J. (1997). A tanulás és a kognitív képességek fejlesztése. Az induktív gondolkodást fejlesztő tréning. *Iskolakultúra*, 7(12).
- Lénárd, A. (2018). *Az algoritmikus gondolkodás fejlesztése padlórobotok segítségével*. Stiefel Eurocart.

- Majzik, T. (2020). Oktatási robotokkal támogatott magyarórák. *Magiszter*, 18(1), 51–58.
- Molnár, G. (2011). Playful fostering of 6- to 8-year-old students' inductive reasoning. *Thinking skills and Creativity*, 6(2), 91–99. DOI: [10.1016/j.tsc.2011.05.002](https://doi.org/10.1016/j.tsc.2011.05.002)
- Molnár, G. (2006). Az induktív gondolkodás fejlesztése kisiskolás korban. *Magyar Pedagógia*, 106(1), 63–80.
- Molnár, G. (2018). Hozzájárulás a digitális pedagógia jelenéhez és jövőjéhez (eredmények és perspektívák). *MTA-BME Nyitott Tananyagfejlesztés Kutatócsoport Közlemények*, 4(1), 1–70.
- Molnár, G. (2021). Az IKT szerepe a felsőoktatás megújításában. *Magyar Tudomány*, 182(11).
- Molnár, G. & Csapó, B. (2011). Az 1–11. évfolyamot átfogó induktív gondolkodás kompetenciaskála készítése a valószínűségi tesztelmélet alkalmazásával. *Magyar Pedagógia*, 111(2), 127–140.
- Molnár, G. & Csapó, B. (2019). A diagnosztikus mérési rendszer technológiai keretei: az eDia online platform. *Iskolakultúra*, 29(4–5), 16–32. DOI: [10.14232/iskkult.2019.4-5.16](https://doi.org/10.14232/iskkult.2019.4-5.16)
- Molnár, G., Pásztor, A., Kiss, R. & Csapó, B. (2021). Az eDia online diagnosztikus értékelő rendszer: a személyre szóló fejlesztés alapvető eszköze. *Új Pedagógiai Szemle*, 71(09–10), 42–53.
- Molnár, G., Turcsányi-Szabó, M. & Kárpáti, A. (2019). Az interaktív tanulási környezetektől a módszertani megújuláson át a kreatív önkifejezésig. *Új Pedagógiai Szemle*, 69(11–12), 53–70.
- Pluhár, Zs. (2017). *Robotikáról tanároknak*. ELTE Informatikai Kar.
- Pásztor, A. (2016). Az induktív gondolkodás technológia alapú mérése és fejlesztése. *PhD- értekezés*. SZTE BTK Neveléstudomány Doktori Iskola, Szeged. DOI: [10.14232/phd.3191](https://doi.org/10.14232/phd.3191)
- Pellegrino, J. W. & Glaser, R. (1982). Analyzing aptitudes for learning: inductive reasoning. In Glaser, R. (szerk.), *Advances in instructional psychology*. Vol. 2. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers Hillsdale. 269–345.
- Pólya, Gy. (1988). *Indukció és analógia. A matematikai gondolkodás művészete*. Gondolat Kiadó.
- Ropo, E. (1987). Skills for learnings. A review of studies on inductive reasoning. *Cognitive Psychology*, 31(1), 1–28.
- Sternberg, R. J. (1986). Toward a unified theory of human reasoning. *Intelligence*, 10(4), 281–314. DOI: [10.1016/0160-2896\(86\)90001-2](https://doi.org/10.1016/0160-2896(86)90001-2)
- Wu, H. & Molnár G. (2018). Computer-based assessment of Chinese students' component skills of problem solving: A pilot study. *International Journal of Information and Education Technology*, 8(5), 381–356. DOI: [10.18178/ijiet.2018.8.5.1067](https://doi.org/10.18178/ijiet.2018.8.5.1067)

### Absztrakt

A tanulmány egy kisiskolások számára kidolgozott, oktatási robotikára építő, induktív gondolkodást fejlesztő program hatásvizsgálatának eredményeit ismerteti. Az induktív gondolkodás egyrészt kiemelkedő szerepet játszik a tanulásban és a megszerezett tudás alkalmazásában, másrészt tanítható, fejleszthető képesség. A fejlesztés egyik 21. századi eszköze lehet az oktatási robotok alkalmazása. A kutatás keretein belül kisiskolások diákok számára kidolgozott induktív gondolkodást fejlesztő programban Blue-Bot, Codey Rocky, Edison és Ozobot robotokat használtunk. A programmal négy héten keresztül fejlesztettünk 1–4. évfolyamos tanulókat (N = 18). A kutatás kontrollcsoportját diákszintű illesztés után háttérváltozók és képességszint tekintetében hasonló diákok alkották (N = 90). A fejlesztés időintervallumában történő spontán és iskolai implicit, illetve a fejlesztő programmal történő explicit fejlesztés hatékonyságát egy, a kutatás kezdetén, majd a fejlesztések után megoldott online induktív gondolkodás teszt segítségével mértük (Cronbach- $\alpha$  = 0,88). A kísérleti és a kontrollcsoport előzetesen mért teljesítménye között nem volt szignifikáns különbség [ $M_{\text{kontroll}} = 46,72\%$ ,  $M_{\text{kísérleti}} = 46,80\%$ ,  $t(106) = 0,017$ ,  $p = 0,987$ ]. A vizsgált képesség tekintetében mind a kontroll-, mind a kísérleti csoport átlagos teljesítménye szignifikáns változást, fejlődést mutatott a fejlesztés időszaka alatt, azaz az érintett életkor szenzitív a fejlesztés tekintetében. A kísérleti csoport tagjai a fejlesztés hatására az utóteszten jelentősen magasabban teljesítettek, mint a kontrollcsoport [ $M_{\text{kontroll}} = 57,71\%$ ,  $M_{\text{kísérleti}} = 61,16\%$ ,  $t(106) = 1,676$ ,  $p = 0,097$ ] diákjai. A program hatásmérete Cohen  $d = 0,75$  ( $p < 0,01$ ). A kutatás eredményei alapján megállapítható, hogy megfelelően integrált tanulásmódszertani elveket alkalmazva, az oktatási robotika motivációs bázisa segítségével már egy hónap célzott fejlesztéssel is eredményesen lehet kisiskolás tanulók induktív gondolkodási képességét, a tanulás és tudásalkalmazás egy kulcsfontosságú képességét fejleszteni.

**Kulcsszavak:** induktív gondolkodás, fejlesztő program, oktatási robotika, IKT, padlórobot