

AZ ALGORITMIKUS GONDOLKODÁS FEJLESZTÉSE OKTATÁSI ROBOTOKKAL ÓVODÁBAN: A FEJLESZTÉSI PROGRAM PILOT TESZTELÉSE

DEVELOPING ALGORITHMIC THINKING WITH EDUCATIONAL ROBOTS IN KINDERGARTEN: PILOT TESTING OF THE DEVELOPMENT PROGRAM

BÁLINT-SVELLA Éva-Katalin

Abstract: The development of algorithmic thinking can start already in preschool since this is a sensitive period when many basic skills and abilities develop intensively. The Early Childhood Education Curriculum (2019) in Romania considers this period as the foundation stage of key competencies. The key competencies include technological competencies, the introduction of which in preschool can be linked to the development of algorithmic thinking, as educational robots can be used to develop this thinking ability. In this research, we present the possibility of using educational robots within the framework of a development program, which we tested with preschool children. The results of the children's pre- and post-measurements lead to the conclusion that algorithmic thinking can be developed already at this age with targeted intervention.

Keywords: algorithmic thinking, educational robots, technological competencies

1. Bevezetés

Az algoritmikus/számítógépes gondolkodás fogalma, fejlesztése és felmérése egyre inkább a kutatások fókuszába került az utóbbi években. A legtöbb ilyen típusú kutatás nagyobb életkorú gyerekeket vagy felnőtteket céloz meg. A Romániában, jelenleg érvényben levő Koragyermekkori nevelés curriculumuma” a gyerek holisztikus fejlődését szorgalmazza, kulcskompetenciák fejlesztését/kialakítását célozza meg. Ezek közé sorolja a természettudományos és technológiai kompetenciákat (Koragyermekkori nevelés curriculumuma, 2019). Mivel a koragyermekkori nevelés a kulcskompetenciák alapozási szakasza, szükségessé vált különböző technológiai ismeretek bevonása az óvodai oktató-nevelő tevékenységekbe.

Óvodáskorú gyerekeknél a technológiai ismeretek beépítését sok kutató oktatási robotok segítségével végezte. Az oktatási robotok nagy előnye, hogy konkrét eszközt jelentenek a gyermek kezében, mint egy játékszer, mellyel játszva tanul, mégpedig absztrakt tartalmakat, és a számítógépes gondolkodás mellett számos más képessége is fejlődik. Romániai viszonylatban az oktatási robotokkal való tanulás még nem elterjedt, leginkább szakkörök, extrakurrikuláris tevékenységek biztosítanak erre lehetőségeket, főleg az iskolás korosztály számára. A rohamosan fejlődő, állandó változásban levő világunk megköveteli, hogy lépést tartsunk a fejlődéssel, gyerekeinknek pedig meg kell tanítanunk, hogy minden helyzetben feltalálják magukat, lépésről lépésre közelítsenek a megoldáshoz, a hibáikra pedig ne kudarcként tekintsenek, hanem az újrakezdés lehetőségét lássák meg bennük. (Bálint-Svella, 2021)

2. Algoritmikus gondolkodás

Mindennapi tevékenységeinket meghatározott algoritmusok szerint végezzük, melyek stabilitást, biztonságot, rendszert visznek az életünkbe. Az algoritmikus gondolkodás az algoritmus fogalmából alakult ki és egy probléma megoldásában a kívánt cél elérése érdekében kialakított lépéssorozat egymásutánosságát jelenti (Katai, 2014). Más definíció szerint az algoritmikus gondolkodás a számítógépes folyamatok megértésének, végrehajtásának, értékelésének és megalkotásának képességét jelenti (Lamagna, 2015). Szántó (2002) szerint az algoritmus bizonyos konkrétan meghatározott műveleteknek olyan - leggyakrabban időrendi - sorrendje, amely megadja az azonos típusú feladatok megoldásmódját.

“A gyerekeknek... természetes vonzalmuk, késztetésük van a szabályok, algoritmusok alkotására, igyekeznek valamilyen logika szerint gondolkodni. Ez a logikai út – ami szerintiünk helyes – a tapasztalatok által nyer megerősítést. Az algoritmus fegyvelzett gondolkodásra készítet. A lépéseken végighaladva a tanuló értékeli az adott helyzetet, elveti vagy megerősíti saját gondolatát. Minden sikeres lépés és főképpen a sikeres feladatmegoldás erősíti az önértékelést.” (Szántó, 2002, 84)

Nagyon fontos, hogy már kisgyerekkorban tanítsuk meg a gyerekeket arra, hogy a feladatok megoldását tudatosan tervezzék meg, amely magába foglalja azt, hogy a megoldáshoz vezető lépéseket átgondolják, sorrendbe helyezték, ellenőrizték azok helyességét, megkeressék a lehetséges hibákat és azokat kijavítsák. Sok pedagógus elképzelése szerint az algoritmusok megalkotása és leírása olyan, magas absztrakciós folyamatokat feltételez, melyek csak nagyobb életkorban alakulnak ki. Ezek az elképzelések összemossák az algoritmus fogalmát a számítógépes programozással. Az algoritmikus gondolkodás fejlesztése már óvodáskorban elkezdhető, erre bizonyíték Mittermeir és munkatársai (2013) kutatása, melyet óvodás gyerekekkel végeztek. Arra a kérdésre kerestek választ, hogy mennyire korai életkorban vezethető be az algoritmusok tanítása. Kutatásukban hat, 4-6 év közötti gyerek vett részt, akiket egy alkalommal mértek fel. A felmérés során a gyerekek algoritmusokat kellett kitalálniuk és írniuk le. A feladat abból állt, hogy egy zsákban található ceruzák közül találják meg a legrövidebbet, úgy, hogy csak egy kézzel nyúlhatnak be a zsákba és nem nézhetnek bele. Bár a minta kis számú volt, néhány következtetést megfogalmaztak: a 4-6 éves gyerekek képesek stratégiákon gondolkodni, mérlegelni a stratégiák között és kialakítani egy algoritmust, ugyanakkor verbalizálni is tudják a kialakított algoritmust és nem utolsó sorban különböző megoldásokon gondolkodni és javaslatokat kigondolni az algoritmus hibáinak a javítására.

Futschek és munkatársai (2011) az algoritmikus gondolkodás fejlesztésére dolgoztak ki egy programot, melyet már 5 éves gyerekek számára is megfelelőnek tartottak. Felfogásukban a kézzelfogható eszközökkel kialakított környezet és az egyszerűen megérthető problémák motiválják a gyereket az algoritmusok megtanulására. A kisgyerekeknél a tanulás kinesztetikus aspektusa nagyon fontos, mivel a világot az érzékszerveikkel fedezik fel, vagyis az érintés, látás, hallás, szaglás, ízlelés segítségével. Ebből kiindulva konkrét tárgyakat használtak a programjukban: pontosabban egy vonatot, melynek vagonjait különböző formájú és színű formákkal kellett meghatározott sorrendben megtölteni úgy, hogy nem volt szabad túltölteni vagy üresen hagyni azokat. Az utasításokat szimbólumok formájában kapták a gyerekek. Ezek a parancsok/utasítások egy cselekvést jelentettek. A kutatók szerint a program motiváló a kisebb gyerekek számára is, éppen amiatt, mert kézzelfogható eszközökkel tanulhatnak elvont fogalmakat.

Az algoritmusok minél korai életkorban való bevezetése sok előnnyel jár. Voronina és munkatársai (2016) az általuk végzett kutatás alapján arra a következtetésre jutottak, hogy a 6-7 éves óvodáskorú gyermekek algoritmus-készségeinek fejlesztése a következő tanulmányi szakaszba való sikeres átmenet előfeltételét képezik. Mindezek alapján elmondhatjuk, hogy az algoritmusok bevezetése az óvodában nemcsak lehetséges, hanem szükséges is, természetesen játékos formában, konkrét eszközök felhasználásával. Ilyen eszköz lehet az oktatási padlórobot, melyet saját kutatásunk tevékenységeiben alkalmaztunk.

3. Módszertan

3.1. Kutatás célja

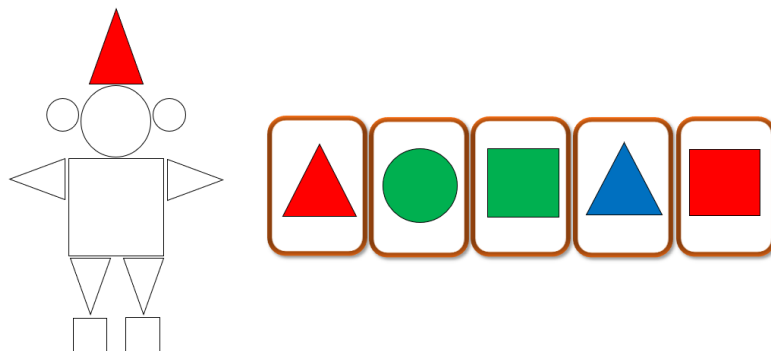
Arra voltunk kíváncsiak a kutatásunkban, hogy a beavatkozásunk hatására változik-e az óvodások algoritmikus gondolkodása. Feltételeztük, hogy a tevékenységek elvégzése után az utómérés eredményei jobbak lesznek az előméréshez képest.

3.2. Résztvevők

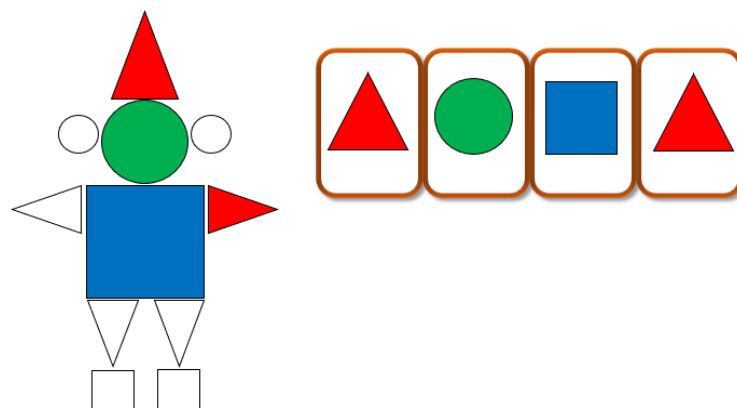
A programot 6 gyerek közreműködésével próbáltuk ki, közép- és nagycsoportos óvodásokkal: két középcsoportos gyerek (4 évesek): egy fiú és egy lány, négy nagycsoportos gyerek (5 évesek): két fiú és két lány. A beavatkozásra 2022 decemberében került sor.

3.3. Felmérő eszközök

A beavatkozás megkezdése előtt két eszközzel mértük fel a résztvevők algoritmikus/számítógépes gondolkodását. Mindkét eszközt egyénileg alkalmaztuk. Az első teszt egy általunk kidolgozott felmérőeszköz: az AlgoPaint (Algofestés), mely egy papír-ceruza alapú eszköz és az algoritmusok lépéseinek követését, algoritmusok alkotását (1. ábra), és a hibakeresést (2. ábra) is méri (Zsoldos-Marchis és Bálint-Svella, 2023). Ugyanakkor egyszerű és többszörös ismétléses struktúrákat és „ha-akkor” feltételes struktúrákat mérő feladatokat is tartalmaz. Az AlgoPaint tesztfüzetben a gyerekeknek változatos feladataik vannak: színezni kell, megadott utasítássor alapján, figyelembe véve a kikötéseket, ellenőrizni kell egy algoritmus helyesség-helytelenségét, ugyanakkor fel kell ismerniük az ismétléses és elágazó struktúra kártyákat és azokat alkalmazniuk kell.

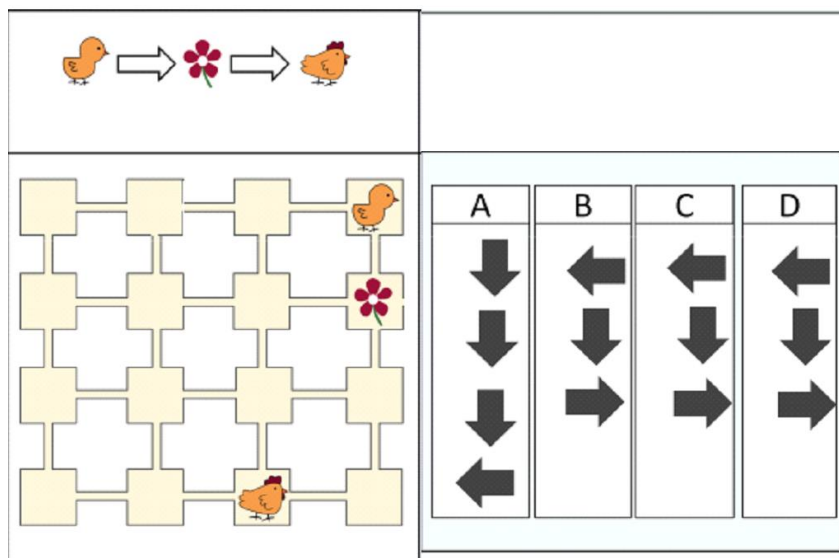


1. ábra. AlgoPaint: algoritmus alkotása



2. ábra. AlgoPaint: hibakeresés

A másik teszt a Számítógépes gondolkodás teszt hozzáértőknek (The competent Computational Thinking Test – cCTt), melyet El-Hamamsy és munkatársai dolgoztak ki 2022-ben. Ebből olyan itemeket emeltünk ki, melyek a saját tesztfüzetünkben is megtalálhatóak: algoritmus követése (3. ábra), egyszerű és többszörös ismétlődő struktúrák feladatokat és “ha-akkor” feltételes struktúra feladatot.



3. ábra. cCTt teszt: algoritmus követése

3.4. Beavatkozás menete

A technológiai ismeretek beépítésére és alkalmazására egy programot dolgoztunk ki, melynek célja az óvodások algoritmikus/számítógépes gondolkodásának a fejlesztése. Első héten négy, második héten kettő, harmadik héten három tevékenységet terveztünk és végeztünk.

Miután minden résztvevővel elvégeztük a tesztelést, elkezdjük a beavatkozást. A tevékenységek egymásra épülő, fokozatosan nehezedő feladatokat tartalmaztak, melyeket játékosan, az életkori sajátosságokat figyelembe véve terveztünk meg. A nehézségi sorrend három szintre épült.

I. szint:

- A gyerek kézben viszi az egeret a célig, lépésről-lépésre
- A gyerek kézben viszi az egeret, közben beprogramozza

II. szint:

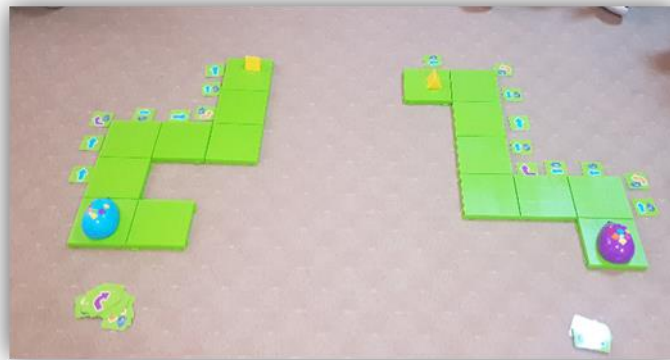
- A gyerek kézben viszi az egeret a célig és közben kirakja hozzá az irányokat jelző kártyákat
- Kirakja az irányokat jelző kártyákat, aztán azok alapján beprogramozza

III. szint:

- Csak programoz, képkártyák nélkül. Ezen a szinten több, különböző nehézségű feladatot is teljesíteni kell.

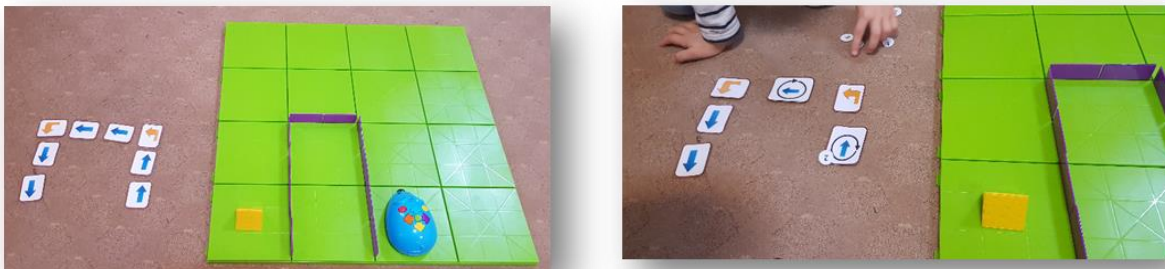
A tevékenységek kerete a következő volt: *Egérke egy felfedező kiséger, aki kíváncsi mindenre, állandóan új helyeket szeretne megismerni, ezért bátran vállalkozik mindenféle kalandra. Amikor meglátogatja a gyerekeket az oviban, mindig új kihívásokra vágyik, ezért valahányszor Egérkével játszanak, mindig valami új feladatot kell neki megtanúsanak majd.* A keretmese megismerése után 9 alkalommal más-más feladatokat végeztek a padlórobottal. Az első és második alkalommal megismerkedtünk a nyilakkal/gombokkal, melyek segítségével mozog a padlórobot, ugyanakkor először kézben vezették el a gyerekek a célig a padlórobotot és azt gyakoroltuk, hogy egy lépés egy

négyzetet jelent, valamint a fordulás ugyanazon a négyzeten belül történik, nem jelent haladást/újabb négyzetre való átjutást. A beprogramozást közösen végeztük, miután már kézben elvezettük a célig az Egeret. Ezt követte az irányjelző kártyák bevezetése/megismerése és azok alkalmazása/használata. A gyerekeknek ki kellett rakniuk a négyzetrácsos pálya mellé/alá Egérke útvonalát (beleértve a fordulásokat is) az irányjelző kártyákból és ezek alapján programozhatták be. Az irányjelző kártyák gyakorlására csoportos feladatot is terveztünk, két csapatban dolgoztak a gyerekek, ugyanazt a feladatot kapták, és a csapat minden tagjának részfeladatokat osztottunk (egy gyerek elvezette kézben az egeret a célig, ez alapján egy másik gyerek a csapatból kirakta az irányjelző kártyákat, a harmadik pedig ezek alapján beprogramozta). A hibákat közösen javítottuk. Érdekes megfigyelés volt, hogy az útvonalat jelző kártyákat nem egymás mellé rakták, hanem a pályán szereplő négyzetek mellé, végig az útvonalon (4. ábra).



4. ábra: Az útvonalat jelző kártyák használata

A következő három tevékenységen az egyszerű és összetett ismétléses struktúra kártyák bevezetésére és alkalmazására került sor (5. ábra). Változatos feladatokban kellett felismerjék és használják (helyettesítéssel) ezeket a kártyákat.



5. ábra. Ismétléses struktúra kártyák begyakorlása

Az utolsó két tevékenységen a feltételes struktúra kártyákkal ismerkedtünk és gyakoroltuk azok használatát. Először közösen oldottuk meg minden kártya „ha-akkor” feltételét: pl. a kis Egérke útközben egy kártyát talál, melyen egy cica van, mellette egy kérdőjel és két nyíl: az egyik egy pipával jelzett, a másik nyíl egy x jellel van ellátva. Mindkét nyíl végén egy-egy kép található. Kérdésekkel irányítottam a gyerekeket a probléma megoldásában:

- Mit láttok a kártyán?
- Cicát
- Mit tesz Egérke, ha cicát lát?
- El kell bújjon.
- Mit tesz Egérke, ha nem cicával találkozik?
- Megy sajtot enni
- Lássuk mi van a kártya hátán!

Több hasonló kártya szerepelt a feladatokban, melyekkel csapatban és közösen játszottak a gyerekek.

4. Eredmények

4.1. A résztvevők preteszt és posztteszt eredményeinek kiértékelése az AlgoPaint teszten

Az első három feladatban (I.1.a, I.1.b, I.1.c) színezni kellett megadott utasítások alapján. Két itemnél helytelen volt az utasítások sorrendje, ezt kellett a gyerekek észrevennie. Az előtesztben az első itemet 3, a másodikot 2, a harmadikat szintén 2 gyerek oldotta meg helyesen. A hibázások okai: találmásra színezett egy-egy gyerek vagy nem vette figyelembe a szomszédsági kikötést. Az utótesztben ugyanezen itemek helyes megoldásainak száma: az első és második itemet 4-en oldották meg helyesen, a harmadikat pedig 5-en. A hibázás oka itt a szomszédsági kikötés figyelmen kívül hagyása volt.

A következő két feladatban (I.2.a, I.2.b) el kellett dönteni, hogy az algoritmus helyes vagy helytelen, vagyis az előre kiszínezett forma a mellé kirakott utasítások alapján van-e színezve. Az előtesztben az első feladatra 5 gyerek adott helyes választ, a másodikra csupán 1 gyerek válaszolt helyesen. A nem jól válaszolók nem vették észre a felcserélt sorrendet, csupán megfeleltették a kártyákat a formákkal. Az utótesztben a helyes válaszok száma a következő volt: az első itemet minden gyerek hibátlanul megoldotta, a másodikra pedig 3-an adtak helyes választ.

A következő két feladat (I.3.a, I.3.b) algoritmusok alkotását kérte a gyerekektől: az elkészített ábrákhoz ki kellett rakniuk megfelelő sorrendben az utasításokat. Az előteszt során az első itemet 4 gyerek oldotta meg helyesen, a második itemet (ahol észre kellett venni az ábrán a hibát) egy gyerek sem oldotta meg helyesen. Ennek oka, hogy nem vették figyelembe azt a kikötést, miszerint nem lehet egy, már kiszínezett formára visszalépni. Az utótesztben az első itemet minden gyerek helyesen oldotta meg, a második itemre egy gyereknek sikerült helyes választ adnia.

A következő három (II.a, II.b, II.c) item egyszerű és többszörös ismétléses struktúrát tartalmazó feladatokból állt: a gyerekek fel kellett ismerjék az utasításon az ismétlést és annak megfelelően kellett színezniük. Az előtesztben az első és második itemre 4 gyerek válaszolt helyesen, a harmadikra pedig 5 gyerek adott jó választ. A hibázás arra vezethető vissza, hogy nem ismerték fel az ismétléses struktúra kártyát. Az utótesztben minden gyerek minden itemet helyesen oldott meg.

Az utolsó két feladatban (III.a, III.b) a "ha-akkor" feltételes struktúra szerepelt: a gyerekeknek színezni kellett a kártya felismerése alapján, valamint el kellett dönteniük, hogy a kiszínezett mintához helyesen vannak-e kirakva az utasítások. Az előtesztben egyetlen gyereknek sem sikerült megoldania az első itemet, a másodikra egy gyerek adott helyes választ, de magyarázni ő sem tudta, hogy miért helyes a kirakott utasítássor. Az utótesztben viszont 4 helyes válasz érkezett az első itemre, 3 helyes válasz pedig a második feladatra.

4.2. Preteszt és posztteszt eredmények összehasonlítása

A beavatkozás után néhány héttel (2023 januárjában) ismét alkalmaztuk a két tesztet, ugyanolyan formában, ugyanazon feltételek mellett, mint első alkalommal, az előteszteléskor. Az eredményeket az alábbi táblázat foglalja össze.

1. táblázat: elő- és utómérés eredmények a két tesztben

RÉSZT- VEVŐK	ALGOPAINT EREDMÉNYEK %-BAN			CCTT-TESTT EREDMÉNYEK %-BAN		
	Előteszt	Utóteszt	Különbség	Előteszt	Utóteszt	Különbség
1.	33.34	41.67	8.34	33.34	16.67	-16.67
2.	66.67	83.34	16.67	33.34	66.67	33.34
3.	25.00	75.00	50.00	83.34	50.00	-33.34
4.	58.34	83.34	25.00	66.67	100.00	33.34
5.	41.67	83.34	41.67	16.67	83.34	66.67
6.	33.33333	83.33333	50	66.66667	83.33333	16.66666

Az adatok alapján láthatjuk, hogy mindkét teszt esetében voltak különbségek az elő- és utómérés eredményeiben. Az AlgoPaint tesztben minden gyerek magasabb teljesítményt ért el, vagyis több helyes választ adott az utófelmérés során. A cCTt-tesztnél 4 gyereknél szintén javult a feladatok helyes megoldásának aránya, két gyerek viszont kevesebb jó választ adott az utómérés során. Ez a két gyerek az Algotestés tesztben az utómérésnél jobb eredményt ért el: az egyik 8.33%-kal több jó választ adott, a másik gyerekek pedig 50%-kal több helyes megoldása volt az utómérésben, mint az első felmérés alatt. Az eredmények százalékos arányát tekintve elmondhatjuk, hogy az Algotestés teszt eredményeit pozitívan befolyásolta a beavatkozásunk, növekvő tendencia figyelhető meg a helyes válaszok számát illetően.

5. Következtetések

A beavatkozás, bár kevés gyerekekkel történt, valójában (előtesztelésnek szánva) megfelelőnek bizonyult hatásvizsgálatnak. A teszteredmények is ezt támasztják alá. A tevékenységek alatt számos hibára derült fény, sok betervezett feladat túl komplexnek, időigényesnek vagy éppen szervezési nehézségek miatt, nem megfelelőnek bizonyult. Ezeket javítottuk/cseréltük/alaposabban kidolgoztuk. Leggyakrabban elkövetett hibák a feladatok megoldásában az alábbiak voltak: nem vették figyelembe az egy lépés mértékét (nem tartották be, hogy egy lépés egy négyzetnek számít a pályán), a forduláznál plusz haladást is számoltak, vagyis nehezen értették meg, hogy a fordulás ugyanabban a négyzetben történik, ugyanakkor a kártyák kirakásánál gyakran előfordult, hogy elszámolták a lépéseket, így az indulási pontra is számoltak lépést.

A beavatkozás során megfogalmazódott bennem sok pozitívum is: az eszköz magával ragadó, újdonság és emiatt mindig szívesen fogadták/lelkesedtek a tevékenységekért, a csoportos munka során közös döntéseket hoztak, a nagyobbak segítettek a kicsiknek, ha azok elakadtak, a hibákat nem kudarcként élték meg, mindig újra lehetett kezdeni és kijavítani azokat, amikor Egerke célba ért nagy volt a tapsvihár, végig feszülten figyelték, hogy odaér-e a sajtóhoz, ezért a hibákat addig javították, amíg pozitív élményként végződött a feladatmegoldás.

A tesztek elő- és utómérés adatai szerint az AlgoPaint teszt érzékenyebb a beavatkozás során bekövetkezett változásokra, a program pozitívan befolyásolta az utómérés eredményeit.

A beavatkozás eredményei értelmében az óvodáskorú gyerekeknel bevezethető az algoritmikus gondolkodás fejlesztése, célirányos programmal. Hatásvizsgálatunk alapján bebizonyosodott, hogy az óvodások algoritmikus gondolkodásának fejlesztésére hatékony eszközök lehetnek az oktatási padlórobotok.

Irodalomjegyzék

Bálint-Svella, É-K. (2021). Az óvodáskorú gyerekek számítógépes gondolkodásának fejlesztése oktatási robotokkal. In: Dezső R. A., Sándor-Schmidt B., Ábrahám G., & Vezdén K. (szerk.) *21. századi pályakép mozaikok, Válogatás a Kárpát-medence magyar tannyelvű pedagógus nemzedékeinek neveléstudományi tárgyú írásaiból*, 41-47, Pécsi Tudományegyetem Bölcsész- és Társadalomtudományi Kar Neveléstudományi Intézet

El-Hamamsy, L., Zapata-Cáceres, M., Martín Barroso E., Mondada, F., Dehler Zufferey J., Bruno, B. (2022). The competent Computational Thinking test (cCTt): Development and validation of an unplugged Computational Thinking test for upper primary school, *Journal of Educational Computing Research*, <https://doi.org/10.1177/07356331221081753>

Futschek, G., Moschitz, J. (2011). Learning algorithmic thinking with tangible objects eases transition to computer programming. In *Proceedings of the 5th ISSEP, informatics in schools—Contributing to 21st century education*, pp. 155-164. Berlin: Heidelberg, Springer.

Katai, Z. (2014). The challenge of promoting algorithmic thinking of both sciences- and humanities-oriented learners. *Journal of Computer Assisted Learning*, 31(4), 287–299, <http://dx.doi.org/10.1111/jcal.12070>

Lamagna, E. A. (2015). Algorithmic thinking unplugged. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 30(6), 45-52.

Ministerul Educației Naționale. (2019). Koragyermekkorai Nevelés Curriculuma

Mittermeir, T., R. (2013). Algorithmics for Preschoolers—A Contradiction? *Creative Education*, 4(9), 557-562, <http://dx.doi.org/10.4236/ce.2013.49081>

Szántó, S. (2002). Az algoritmikus gondolkodás fejlesztése általános iskolában *Új pedagógiai szemle*, 52. évf. 5. szám, 84-91

Voronina V., L, Sergeeva N., N, Utyumova A., E. (2016). Development of Algorithm Skills in Preschool Children, *Annual International Scientific Conference Early Childhood Care and Education*, ECCE

Zsoldos-Marchis, I., Bálint-Svella, É-K. (2023). Development and Preliminary Testing of the AlgoPaint Unplugged Computational Thinking Assesment for Preschool Education, *Acta Didactica Napocensia*, 16(1), 32-50, <https://doi.org/10.24193/adn.16.1.3>

Szerző:

Bálint-Svella Éva-Katalin, Babeş-Bolyai Tudományegyetem, E-mail: eva.svella@ubbcluj.ro