

dr hab. Urszula Bentkowska, prof. UR
Instytut Informatyki
Uniwersytet Rzeszowski
ul. St. Pigoń 1
35-310 Rzeszów

Rzeszów, 27.09.2023

Recenzja rozprawy doktorskiej
Mgr Barbary Borkowicz
z tytułu
Wykorzystanie narzędzi robotyki w nauczaniu informatyki

Recenzja rozprawy doktorskiej Mgr inż. Barbary Borkowicz, realizowanej pod opieką Prof. UAM dra hab. Jerzego Szymańskiego, oraz opiekuna pomocniczego Prof. UAM dr Edyty Juszkowiak, wykonana została na zlecenie Rady Naukowej dyscyplin matematyka i informatyka Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu z dnia 4 lipca 2023.

Rozprawa jest przedstawiona w formie monografii naukowej składającej się z materiałów nieopublikowanych i dotyczy dydaktyki informatyki. Zakres rozprawy jest zgodny z najnowszymi wymaganiami.

Problem badawczy i jego znaczenie

Celem i problemem badawczym podjętym w rozprawie było zbadanie skuteczności narzędzi robotyki w procesie edukacji informatycznej, co jest tematem istotnym w czasach szybkiego postępu technologicznego. Jest to temat szczególnie ważny ze względu na to, iż obowiązkiem systemu edukacji w Polsce jest kształcenie osób, które będą gotowe na elastyczność oraz reagujących na zmiany zachodzące w kraju i na świecie. Opisując szczegółowo uwarunkowania jakie istnieją w polskim (i nie tylko) szkolnictwie oraz podając najnowsze światowe trendy i wymagania Kandydatka jednocześnie powołuje się na dokument¹, który zawiera opinie z wielu krajów, wskazujące, że cały czas brakuje badań dotyczących wpływu kształcenia z wykorzystaniem nowych technologii na rozwój procesów poznawczych i uczenia się, a wnioski mogą okazać się istotne dla dalszego rozwoju edukacji informatycznej. Zatem jest to doskonale uzasadnienie znaczenia problemu badawczego i jego rezultatów. Ponadto, Kandydatka podaje, że główną motywacją do podjęcia badań była ostatnia zmiana w podstawie programowej z informatyki (2017 rok szkoła podstawowa, 2018 szkoła ponadpodstawowa), która zakłada wprowadzenie elementów algorytmiki, programowania i robotyki już od pierwszych klas szkoły podstawowej a rozwój kompetencji informatycznych u młodych osób jest jednym z priorytetów polityki oświatowej. Autorka rozprawy pokazała, że narzędzia robotyki, a w szczególności rozwiązania LEGO® Education, które były wykorzystane w przeprowadzonych badaniach, mogą odpowiadać na potrzeby współczesnego świata i edukacji oraz kształtować u młodych ludzi kompetencje kluczowe dla ich rozwoju.

¹ OCCE 2018 TC3 UNESCO meeting 040219 CS c: Coding, Programming and the Changing Curriculum for Computing in Schools, Report of UNESCO/IFIP TC3 Meeting at OCCE – Wednesday 27th of June 2018, Linz, Austria, 2018



Wkład Autorki

Rozprawa składa się z dwóch głównych części. W pierwszej, która stanowi studium literatury znajdujemy opis roli nauczyciela ze wskazaniem na ich znaczenie dla przyszłości uczniów. Zostały opisane wyzwania w przygotowaniu do zawodu nauczyciela matematyki i informatyki (Kandydatka powołuje się na raport NIK) oraz warunki pracy w polskich szkołach. Kandydatka wskazuje na trudności w pozyskaniu chętnych do kształcenia w zawodzie nauczyciela, w szczególności nauczyciela informatyki (dane dotyczą Wydziału Matematyki i Informatyki UAM).

Ponadto podkreślona jest rola zajęć pozalekcyjnych, które mogą stanowić podstawę do wprowadzania nowych technologii w szkołach, gdyż praca w mniejszej grupie pozwala nauczycielowi na testowanie nowych metod a uczniowie mogą poszerzać lub utrwalać umiejętności zdobyte podczas lekcji. Następnie opisane są kompetencje przyszłości, które uczniowie powinni rozwijać w procesie edukacji, aby dostosowywać się do zmian w świecie, być innowacyjnymi i konkurencyjnymi na rynku pracy. Zatem Kandydatka wskazuje, że uczniowie powinni nabywać umiejętności uczenia się, myślenia i rozwiązywania problemów, korzystania i rozwijania technologii oraz współpracy i komunikacji (umiejętności te wskazane są na bazie raportu o przyszłości pracy (stworzonego przez Światowe Forum Ekonomiczne). Wyznacznikiem dobrego pracownika ma być ciągła nauka i doskonalenie się. Aby uzyskać te cele kładziony jest również nacisk na korzystanie z różnych metod i technik w procesie nauczania.

Zostały również pokazane najważniejsze wydarzenia mające wpływ na rozwój edukacji informatycznej w Polsce. Przełomowe w nauczaniu informatyki w Polsce są zmiany w podstawie programowej z 2017 roku, które pozwoliły na wprowadzenie szeroko rozumianego programowania od najmłodszych lat szkolnych w celu kształtowania logicznego myślenia. Podstawą zmian było założenie, że algorytmiczne myślenie powinno być kształtowane przed nauką programowania, a przyrost osiągnięć uczniów w szkole rozwijany w sposób spiralny. Kandydatka wskazuje, że istotnym aspektem zmian jest kształcenie zgodne ze STEAM (Science & Technology interpreted through Engineering & Arts, all based in Mathematical elements), czyli połączenie nauki i technologii interpretowane dzięki inżynierii i sztuce, bazujące na matematyce. Ponadto Autorka wskazuje, że ostatnio coraz częściej pojawia się również model STREAM (w którym R oznacza robotykę) - metodę przyszłości, ponieważ sprawdza się na każdym poziomie edukacyjnym i przygotowuje uczniów do pracy w zawodach, których jeszcze nie znamy. Istotne jest, że w całym opisie Kandydatka opiera się na raportach i dokumentach krajowych i światowych organizacji czy stowarzyszeń. W rozprawie podkreślony jest ważny aspekt jakim jest myślenie komputacyjne, na które składają się myślenie logiczne i myślenie algorytmiczne, rozwiązywanie problemów, analiza i uogólnianie.

Następnie opisano wyzwania w nauczaniu informatyki oraz umiejętności, które należy kształcić w procesie edukacji informatycznej oraz metody LEGO® Education, których celem jest promowanie praktycznej nauki i zdolności rozwiązywania problemów wśród uczniów. Kandydatka wskazuje, że na świecie prowadzone są badania mające na celu analizę potencjału narzędzi LEGO® Education. Praca z narzędziami LEGO® Education opiera się na modelu 5E (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate). Materiały dla nauczycieli tworzone przez LEGO® zawsze składają się z tych pięciu etapów, które pozwalają nauczycielowi na osiągnięcie wybranych celów edukacyjnych w sposób uporządkowany i spójny. Rozwiązania te wykorzystywane są na różnych etapach edukacyjnych, ale mogą być również wykorzystane do przyswajania treści z różnych dziedzin. Fundacja LEGO® we współpracy z różnymi uniwersytetami stworzyła definicję nauki poprzez zabawę - ciekawą i atrakcyjną aktywność uczniów, która jest wspierana lub nadzorowana. Pozwala to rozwijać umiejętności poznawcze, emocjonalne, fizyczne, społeczne, twórcze a to w rezultacie skutkuje holistycznym podejściem do uczenia.

W Rozdziale drugim Kandydatka na wstępie podaje motywację do podjęcia badań i wskazuje również, że wraz z rosnącym nasyceniem społeczeństwa technologią, nauczyciele powinni charakteryzować się profesjonalnymi umiejętnościami, które są charakterystyczne dla ery cyfrowej. Na



nauczycielach informatyki spoczywa w dużej mierze odpowiedzialność w tym zakresie, gdyż najczęściej odpowiadają za sprzęt i pracownie komputerowe wyposażone w różne narzędzia. Kandydatka przytacza również osiem wielkich idei konstrukcjonistycznych Paperta w dydaktyce informatyki. Ponadto wskazuje, że wykorzystanie technologii informacyjno-komunikacyjnych (TIK) powinno być stałym elementem nauczania w szkołach.

Następnie opisane są sama badanie, które zostały przeprowadzone przez Autorkę. Są to badania pilotażowe (metodologia i cel, przebieg, wnioski), następnie szczegółowo opisany jest cel badań, narzędzia badawcze (zestawy LEGO®, testy sprawdzające, ankiety sondażowe, karty pracy), kryteria badania, etapy badań. Etapy badań obejmowały:

1. Studium indywidualnych przypadków (3 uczennice klasy 8 szkoły podstawowej). Po zakończeniu badań uczennice w ankiecie wskazały na wzrost umiejętności w zakresie kompetencji społecznych, rozwinęły swoje umiejętności z programowania i rozwiązywania problemów za pomocą komputera oraz narzędzi LEGO® Education, testy pokazały wzrost umiejętności myślenia komputacyjnego.
2. Obserwacja (9 uczniów klasy 4 szkoły podstawowej). Po zakończeniu badań w rozmowie z nauczycielką okazało się, że uczniowie, którzy byli na poziomie dobrym z informatyki teraz charakteryzują się większą pewnością siebie i samodzielnością w wykonywaniu zadań, a uczniowie słabsi chętniej pracują na lekcji i czekają na zadania związane z programowaniem. Uczniowie rozwinęli umiejętności programowania.
3. Sondaż diagnostyczny (uczniowie szkoły podstawowej, uczestnicy konkursu FIRST® LEGO® League). Zawody FIRST® LEGO® League prowadzą dzieci przez świat nauk ścisłych, technologii, inżynierii, sztuki i matematyki (STEAM). Sędziowie i organizatorzy konkursu w Polsce zasugerowali Kandydatce konieczność sprawdzenia czy udział w FIRST® LEGO® League rzeczywiście pozwala rozwijać wyżej wymienione umiejętności. W badaniu wzięło udział 45 uczniów w wieku 9-15 lat. Po zakończeniu badań uczestnicy z większym stażem ocenili rozwój swoich umiejętności w dużo wyższym stopniu niż uczniowie, którzy brali udział w konkursie po raz pierwszy. Kandydatka, jako sędzia konkursu, przeprowadziła liczne rozmowy z jego uczestnikami oraz trenerami podczas półfinałów zorganizowanych w Poznaniu w latach 2022 i 2023. Na ich podstawie odnotowała umiejętności, które uczestnicy i trenerzy podawali jako te, które uczniowie rozwinęli dzięki udziałowi w konkursie a są to współpraca, odwaga i pewność siebie, programowanie, poszukiwanie informacji z zakresu tematu konkursowego.
4. Badanie porównawcze (dwie grupy uczniów szkoły ponadpodstawowej). Zajęcia o nazwie Robotyka były prowadzone w ramach zajęć dodatkowych. Wyniki testów pokazały, że dodatkowe zajęcia przyniosły pozytywne efekty (poza dość wyraźnym postępem w grupie testowej, widać również różnicę pomiędzy obiema grupami).
5. Obserwacja (studenci 2 roku studiów II stopnia kierunku nauczanie matematyki i informatyki). W zajęciach brało udział 10 studentów 2 roku studiów II stopnia na kierunku nauczanie matematyki i informatyki prowadzonym na Wydziale Matematyki i Informatyki UAM w Poznaniu. Po zakończeniu badania studenci potrafili wskazać wiele umiejętności, które według nich może rozwijać u uczniów praca z narzędziami robotyki. Studenci podkreślali też, że podczas zajęć rozwijali nie tylko umiejętności programowania i rozwiązywania problemów, ale też pracy w grupach i komunikacji.
6. Sondaż diagnostyczny (nauczyciele oraz przyszli nauczyciele - 85 nauczycieli z całej Polski oraz 14 studentów kierunku nauczanie matematyki i informatyki UAM). Sondaż miał na celu zbadanie stopnia zadowolenia oraz trudności związanych z pracą z narzędziami LEGO® Education w szkole. W szkoleniach uczestniczyły osoby, które nie miały wcześniej styczności z rozwiązaniami LEGO® Education oraz nauczyciele, którzy od lat pracują z tymi

Zen

narzędziami. Wyniki ankiety pokazują, że nauczyciele widzą ogromny potencjał w badanym narzędziu. Badani, którzy dłużej korzystali z rozwiązań LEGO® Education uznają je za łatwiejsze i bardziej przystępne do pracy na lekcji.

Wnioski z przeprowadzonych badań, które stanowią istotny wkład rozprawy Kandydatki są następujące. Badania prowadzone wśród uczniów w szkołach pokazały, że stosowanie narzędzi robotyki na dodatkowych zajęciach może mieć wpływ na wyniki uczniów w edukacji informatycznej (zaobserwowano wzrost rozwoju umiejętności programowania i myślenia komputacyjnego). Możliwe było też wspieranie kształtowania u uczniów kompetencji przyszłości. Badani rozwinęli również tzw. kompetencje miękkie - umiejętność współpracy i komunikacji. Nauczyciele oraz studenci wskazali szereg kompetencji, które można kształtować u uczniów dzięki pracy z narzędziami robotyki. Zatem włączenie na stałe narzędzi robotyki do programu nauczania może poprawić jakość prowadzonych zajęć i pozwolić uczniom na wszechstronny rozwój umiejętności istotnych dla ich przyszłości. Uważam, że rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.

Poprawność

Rozprawa zawiera opis motywacji do podjęcia badań, cel i metodologię, podany jest przebieg, narzędzia badawcze, dyskusja i wnioski. Zgodnie ze sformułowanym celem zostały wykonane różnego typu badania dostosowane do grupy badawczej (przykładem jest studium indywidualnych przypadków dla trzyosobowej grupy uczennic). Na początku były to badania pilotażowe a następnie badania opisane wyżej w punkcie Wkład autorki. W przedstawionych badaniach nie zidentyfikowano żadnych błędów. Warto podkreślić, że badaniu zostały poddane różne grupy wiekowe osób – od szkoły podstawowej po studentów i nauczycieli a także różne grupy jeśli chodzi o doświadczenie z narzędziami robotyki. Każde badanie jest rzetelnie opisane - metodologia, przebieg, wnioski. W załącznikach rozprawy znajdujemy testy i karty pracy wykorzystane w badaniach. Założony cel badań został osiągnięty a wnioski końcowe zostały opisane.

Wiedza i umiejętności Kandydatki

Uważam, że Kandydatka posiada dużą wiedzę ogólną z zakresu dyscypliny *informatyka*. W przedłożonej rozprawie korzystała z metod badawczych opisanych w literaturze wykazując się biegłością w korzystaniu z różnych narzędzi. Kandydatka wykazała się umiejętnością samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Inne uwagi

Obecnie, w czasach szybkiego postępu technologicznego, obszary pracy doktorskiej stają się kluczowymi obszarami badań, których wyniki mogą być pomocne w kształceniu dzieci, młodzieży i dorosłych. Doktorantka zaprojektowała i wykonała różnorodne badania, potwierdzające istotną rolę jakim jest robotyka w nauczaniu informatyki. Praca koncentrowała się na zestawach LEGO® Education. Według mnie można było w rozprawie dodać wzmiankę o możliwości wykorzystania w nauczaniu innych narzędzi poza zestawami LEGO® jakim jest na przykład programowanie mikrokontrolerów Arduino.

Wnioski końcowe

Stwierdzam, że przedłożona mi do recenzji rozprawa, której Autorką jest Mgr Barbara Borkowicz, zawiera opis ważnych osiągnięć w dyscyplinie informatyka. Moim zdaniem **recenzowana rozprawa zdecydowanie spełnia wymagania ustawowo stawiane rozprawom doktorskim**. W szczególności spełnione są trzy podstawowe kryteria:

- A. Rozprawa zawiera oryginalne rozwiązanie problemu naukowego.
- B. Kandydatka posiada ogólną wiedzę teoretyczną w dyscyplinie informatyka.
- C. Kandydatka posiada umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Biorąc pod uwagę opinie zaprezentowane w poprzednich punktach oraz wymagania określone przez art. 187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 2022 r. poz. 574 z późn. zm.) wnoszę o dopuszczenie Mgr Barbary Borkowicz do publicznej obrony.



Urszula Bentkowska